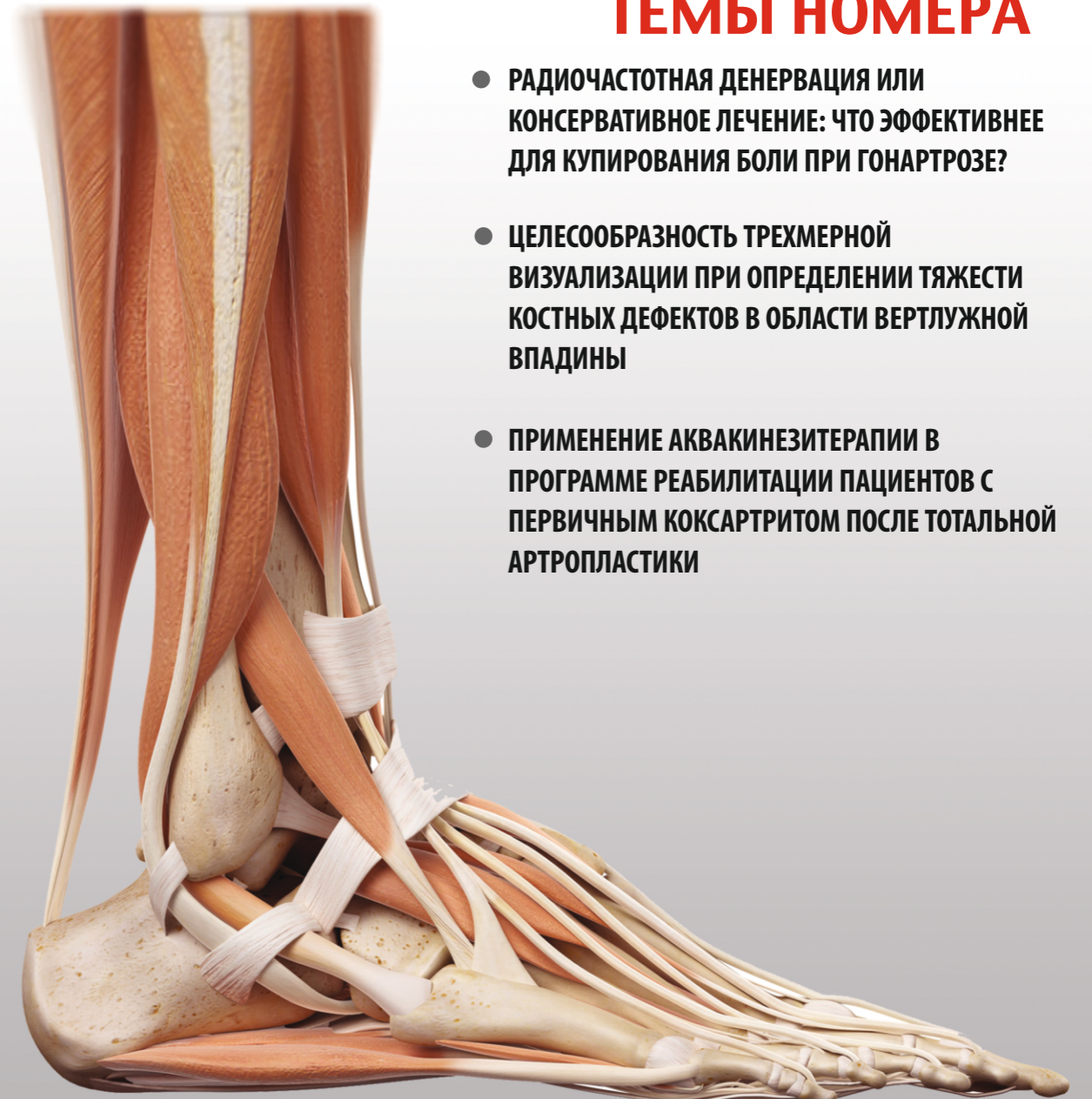


# КАФЕДРА ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

## ТЕМЫ НОМЕРА

- РАДИОЧАСТОТНАЯ ДЕНЕРВАЦИЯ ИЛИ КОНСЕРВАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ: ЧТО ЭФФЕКТИВНЕЕ ДЛЯ КУПИРОВАНИЯ БОЛИ ПРИ ГОНАРТРОЗЕ?
- ЦЕЛЕСОБРАЗНОСТЬ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЯЖЕСТИ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ В ОБЛАСТИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ
- ПРИМЕНЕНИЕ АКВАКИНЕЗИТЕРАПИИ В ПРОГРАММЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНЫМ КОКСАРТРИТОМ ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОЙ АРТРОПЛАСТИКИ



№ 2

# Кафедра травматологии и ортопедии (Zhurnal kafedra travmatologii i ortopedii)

№2 · 2023

Основан в 2012 году

Учредители: ФГАОУ ВО ПЕРВЫЙ МГМУ  
ИМ. И.М.СЕЧЕНОВА МИНЗДРАВА  
РОССИИ (СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ),  
ООО «ПРОФИЛЬ — 2С»  
123007, Москва, Хорошевское шоссе, д. 78;  
тел./факс +7 (916) 229 03 11;  
E-mail: sp@profill.ru

Издатель: ООО «ПРОФИЛЬ — 2С»  
123007, Москва, Хорошевское шоссе, д. 78;  
тел./факс +7 (916) 229 03 11;  
E-mail: sp@profill.ru

Периодичность издания:  
1 раз в 3 месяца

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и связи 28 февраля 2012 года (регистрационное удостоверение № ПИ ФС 77-48698).

Префикс DOI: 10.17238/issn2226-2016

## Адрес редакции:

123007, Москва, Хорошевское шоссе, д. 78;  
тел./факс +7 (916) 229 03 11;

E-mail: sp@profill.ru;

<http://www.jkto.ru>

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.

Материалы журнала распространяются по лицензии Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 License.



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

Тираж: 1 000 экз

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.

© Кафедра травматологии и ортопедии, 2022

Подписной индекс 88210 в объединенном каталоге «Пресса России»

Цена договорная

Подписано в печать: 28.06.2023

Рецензируемый научно-практический журнал "Кафедра травматологии и ортопедии" является печатным органом. Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и связи 28 февраля 2012 года (регистрационное удостоверение № ПИ ФС 77-48698). Дата подписи первого выпуска в печать 30.03.2012 г. Журнал не переименовывался.

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий ВАК, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора медицинских наук.

Журнал выходит с периодичностью 4 выпуска в год.

Распространение: Россия, зарубежные страны.

Цель журнала – освещение современных тенденций и технологий лечения поврежденных и заболеваний опорно-двигательного аппарата, основанных на экспериментальных, теоретических и клинических исследованиях, проводимых как в отечественных, так и в зарубежных научно-клинических центрах

Журнал предназначен для практикующих врачей травматологов-ортопедов, преподавателей, студентов, интернов, ординаторов и аспирантов высших учебных заведений, врачей смежных специальностей (анестезиологов-реаниматологов, реабилитологов, нейрохирургов и др.)

## Главный редактор

**Лычагин Алексей Владимирович** — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф института Клинической медицины им. Н.В.Склифосовского ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) Минздрава России, Москва, РОССИЯ.

## Научный редактор

**Кавалерский Геннадий Михайлович** — д.м.н., профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф института Клинической медицины им. Н.В.Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, РОССИЯ

## Редакционная коллегия:

**Ахтямов Ильдар Фуатович** — д.м.н., 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 института Клинической медицины им. Н.В.Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, РОССИЯ

**Брижань Леонид Карлович** — д.м.н., профессор, начальник ЦТиО ФГКУ «Главный военный клинический госпиталь им. Бурденко», профессор кафедры хирургии с курсами травматологии, ортопедии и хирургической эндокринологии НМХЦ им.Н.И. Пирогова, Москва, РОССИЯ

**Гаркави Андрей Владимирович** — д.м.н., профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф института Клинической медицины им. Н.В.Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, РОССИЯ

**Грицюк Андрей Анатольевич** — д.м.н., профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), РОССИЯ

**Дубров Вадим Эрикович** — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова, Главный травматолог г. Москвы, Москва, РОССИЯ

**Егиазарян Карен Альбертович** — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО "Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет им. Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, РОССИЯ

**Карданов Андрей Асланович** — д.м.н., Заместитель главного врача, АО «Европейский Медицинский Центр», Москва, РОССИЯ

**Королёв Андрей Вадимович** — д.м.н., профессор, профессор кафедры травматологии и ортопедии Российского университета дружбы народов, Москва, РОССИЯ

**Мурылёв Валерий Юрьевич** — д.м.н., профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России» (Сеченовский Университет), РОССИЯ

**Процко Виктор Геннадьевич** — д.м.н., 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** — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ Воронежского государственного медицинского университета имени Н. Н. Бурденко, Воронеж, РОССИЯ

**Слиняков Леонид Юрьевич** — д.м.н., доцент, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф института Клинической медицины им. Н.В.Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, РОССИЯ

**Шубкина Алёна Александровна**, секретарь журнала, врач травматолог-ортопед отделения медицинской реабилитации УКБ№2 ФГАОУ ВО им. И.М.Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, РОССИЯ

### ***Редакционный совет:***

**Хофманн Зигфрид** — д.м.н., доцент кафедры ортопедической хирургии, глава учебного центра эндопротезирования коленного сустава, LKH Штольцальпе 8852 Штольцальпе, АВСТРИЯ

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

**Кон Елизавета**, профессор, д.м.н., руководитель центра биологической реконструкции, трансляционной ортопедии коленного сустава, научно-исследовательского госпиталя Humanitas, Милан, ИТАЛИЯ

**Ярвела Тимо**, Профессор, д.м.н., травматолог - ортопед, Университетская клиника г. Тампере, центр артроскопии и ортопедии г. Хатанпаа, ФИНЛЯНДИЯ

# The Department of Traumatology and Orthopedics

---

№2 · 2023

---

Founded in 2012

Founders: I.M. Sechenov First Moscow State  
Medical University (Sechenov University)  
LLC «Profill — 2S»  
123007, Moscow, Khoroshevskoe highway, 78;  
tel/fax +7 (916) 229 03 11,  
E-mail: sp@profill.ru

Publisher: LLC «Profill — 2S»  
123007, Moscow, Khoroshevskoe highway, 78;  
tel/fax +7 (916) 229 03 11,  
E-mail: sp@profill.ru

Periodicity of publication:  
1 time in 3 months

Registered by the Federal Service for Supervision  
of Communications, Information Technology and  
Communications on June 9, 2008 (registration  
certificate No. PI FS 77-32248).

Prefix DOI: 10.17238/issn2226-2016

## Editorial Office address:

123007, Moscow, Khoroshevskoe highway, 78;  
tel/fax +7 (916) 229 03 11,  
e-mail: sp@profill.ru

<http://www.jkto.ru>

The journal is included in the List of the leading  
peer-reviewed scientific journals and publications  
in which the main scientific results of dissertations  
for the degree of doctor and candidate of Sciences  
should be published.

The materials of the journal are distributed under the  
Creative Commons Attribution-Noncommercial-  
NoDerivatives 4.0 License.



Printed in Printing house «KANTSLER», 150044,  
Yaroslavl, Polushkina grove 16, build. 66a

Circulation 1000 copy

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 obliga-  
tory. 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.

© The Department of Traumatology and Orthopedics,  
2022

Subscription index 88210 in the incorporated catalogue  
«Press of Russia»

The price contractual

Sent for press: 28.06.2023

Peer-Reviewed Scientific and Practical Journal "THE DEPARTMENT OF TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS" is the official publication. The Journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Communications on February 28, 2012 (registration certificate № PI FS 77-48698).

The Journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications by the Higher Attestation Commission, in which the main results of dissertations for the degree of PhDs and MDs should be published.

Frequency: 4 issues per year.

Distribution: RUSSIA, foreign countries.

The purpose of the journal is to highlight current trends and technologies for the treatment of injuries and diseases of the musculoskeletal system based on experimental, theoretical and clinical studies conducted both in domestic and foreign scientific and clinical centers

The journal is intended for practicing orthopedic traumatologists, teachers, students, interns, residents and postgraduates of higher educational institutions, doctors of related specialties (anesthesiologists, resuscitators, rehabilitologists, neurosurgeons, etc.)

## Chief editor:

**Alexey V. Lychagin**, Dr. of Med. Sci., Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery of Sechenov University, Moscow, RUSSIA.

## Scientific editor:

**Gennadiy M. Kavalersky**, Dr. of Med. Sci., Professor, Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery of Sechenov University, Moscow, RUSSIA

## Editorial board:

**Idar F. Akhtyamov**, Dr. of Med. Sci., Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Surgery of extreme states of Kazan State Medical University, Kazan, RUSSIA

**Dmitry S. Bobrov**, secretary-in-charge, Cand. of Med. Sci., Associate Professor of the Department of Trauma, Orthopedics and Disaster Surgery of Sechenov University, Moscow, RUSSIA

**Leonid K. Brizhan**, Dr. of Med. Sci., 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

**Andrey V. Garkavi**, Dr. of Med. Sci., Professor, Professor of the Department of Trauma, Orthopedics and Disaster Surgery of Sechenov University, Moscow, RUSSIA

**Andrey A. Gritsyuk**, Dr. of Med. Sci., Professor, Professor of the Department of Trauma, Orthopedics and Disaster Surgery of Sechenov University, Moscow, RUSSIA

**Vadim E. Dubrov**, Dr. of Med. Sci., Professor, Head of the Department of General and Specialized Surgery, Faculty of Fundamental Medicine of Lomonosov Moscow State University, Chief Traumatologist of Moscow, Moscow, RUSSIA

**Karen A. Eghiazaryan**, Dr. of Med. Sci., Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, RUSSIA

**Andrey A. Kardanov**, Dr. of Med. Sc., Deputy Chief Medical Officer European Medical Center, Moscow, RUSSIA

**Andrey V. Korolev**, Dr. of Med. Sci., Professor, Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, RUSSIA

**Valery Yu. Murylev**, Dr. Sci. Med., Professor, of the Department of Trauma, Orthopedics and Disaster Surgery of Sechenov University, Moscow, Russia; Head of Moscow City Arthroplasty Center, Botkin City Clinical Hospital, Moscow, RUSSIA

**Viktor G. Protcko**, Dr. of Med. Sci., 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

**Valery G. Samoday**, Dr. of Med. Sci., Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Military Field Surgery of Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, RUSSIA

**Leonid Yu. Slinyakov**, Dr. of Med. Sci., Professor, Professor of the Department of Trauma, Orthopedics and Disaster Surgery of Sechenov University, Moscow, RUSSIA

**Alena A. Shubkina**, secretary of the journal, orthopedist-traumatologist of Sechenov University, Moscow, RUSSIA

### ***Editorial Council:***

**Siegfried Hofmann**, Dr. of Med. Sci., Associate Professor Orthopedic Surgery of Head Knee Training Center, LKH Stolzalpe, 8852 Stolzalpe, AUSTRIA

**Bernard F. Morrey**, Dr. of Med. Sci., Professor of Orthopedic Surgery, Mayo Clinic, Rochester, Minnesota; Professor of Orthopedics, University of Texas Health Center, San Antonio, Texas, USA

**Elizaveta Kon**, Dr. of Med. Sci., Associate Professor Orthopedics, Chief of Translational Orthopedics of Knee Functional and Biological Reconstruction Center, Humanitas Research Hospital, Milano, ITALY

**Timo Järvelä**, Dr. of Med. Sci., PhD, Professor, Tampere University Hospital, Hatanpää Arthroscopic Center and Orthopaedic Department, FINLAND

## СОДЕРЖАНИЕ

## ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| <b>М.Д. АБАКИРОВ, Р.Р. АБДРАХМАНОВ, А.С. ДАМАЖ, Т.Т. ТКЕШЕЛАШВИЛИ, М.М. ЕГАМОВ, Н.И. КАРПОВИЧ</b><br>РАДИОЧАСТОТНАЯ ДЕНЕРВАЦИЯ ИЛИ КОНСЕРВАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ: ЧТО ЭФФЕКТИВНЕЕ ДЛЯ КУПИРОВАНИЯ БОЛИ ПРИ ГОНАРТРОЗЕ? .....  | 7  |
| <b>А.О. ДЕНИСОВ, Р.М. ТИХИЛОВ, А.Н. КОВАЛЕНКО, И.И. ШУБНЯКОВ, С.С. БИЛЫК, А.А. ДЖАВАДОВ</b><br>ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЯЖЕСТИ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ В ОБЛАСТИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ. .16   |    |
| <b>А.М. МИРОМАНОВ, С.О. ДАВЫДОВ, О.Б. МИРОНОВА, О.В. ПЕТРОВА, О.А. КОШКИН</b><br>ПРИМЕНЕНИЕ АКВАКИНЕЗИТЕРАПИИ В ПРОГРАММЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНЫМ КОКСАРТРИТОМ ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОЙ<br>АРТРОПЛАСТИКИ .....   | 23 |
| <b>Э.Э. МУРДАЛОВ, А.В. ЛЫЧАГИН, П.С. ТИМАШЕВ, М.М. ЛИПИНА, Е.Б. КАЛИНСКИЙ, А.П. КУПРЯКОВ, Д.С. БОБРОВ, Д.А. ПОГОСЯН, А.Б. ШЕХТЕР,<br/>А.Л. ФАЙЗУЛИН, Н.Б. СЕРЕЖНИКОВА, А.А. АНТОШИН, И.В. ЕРМИЛОВ, А.А. ПОДЛЕСНАЯ, Т.Р. КУДРАЧЕВ, А.М. МАГДАНОВ, С.Е. ЗОТОВ,<br/>М.И. ШКРЕДИНА, А.А. ШУБКИНА</b><br>ОЦЕНКА ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ КОЛЛАГЕНОВОЙ МЕМБРАНЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ СВЯЗОЧНОГО АППАРАТА КОЛЕННОГО СУСТАВА<br>(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ) ..... | 32 |
| <b>Д.Ю. ПУПЫНИН, А.В. ЛЫЧАГИН, А.А. ГРИЦЮК</b><br>РАННЯЯ ПЛАСТИКА ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ: ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛЕЧЕНИЯ<br>В ОТДЕЛЬНОМ РЕГИОНЕ .....   | 41 |
| <b>О.С. ТУФАНОВА, А.Р. КАСИМОВА, А.П. АНТИПОВ, Л.О. АНИСИМОВА, О.П. КОЗЛОВА, С.А. БОЖКОВА</b><br>АКТИНОМИКОЗ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ И ПЕРИПРОТЕЗНАЯ ИНФЕКЦИЯ АКТИНОМИКОТИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ .....   | 47 |
| <b>КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ</b>  |    |
| <b>А.В. ЛЫЧАГИН, А.А. ГРИЦЮК, А.З. АРСОМАКОВ, О. В. ПИМАНЧЕВ, А. А. КЕРИМОВ</b><br>ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАНЕНИЙ: ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТАКТИКА ПРИ ПОВТОРНЫХ РАНЕНИЯХ .....   | 56 |
| <b>ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b>  |    |
| <b>П.Г. ГУРЕЕВ, С.В. ДИАНОВ</b><br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ОБУВИ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ .....   | 62 |
| <b>В.Ю. МУРЫЛЕВ, В.Г. GERMANOV, Н.Е. ЕРОХИН, Г.А. КУКОВЕНКО, С.С. АЛЕКСЕЕВ, П.М. ЕЛИЗАРОВ, А.Г. ЖУЧКОВ, А.В. МУЗЫЧЕНКОВ</b><br>ОДНОМЫШЦЕЛКОВОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ (МЕДИАЛЬНОГО ОТДЕЛА) КОЛЕННОГО СУСТАВА И ЕГО МЕСТО В СОВРЕМЕННОСТИ<br>(ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР) .....   | 73 |
| <b>В.В. ЯКОВЛЕВ, Н.С. НИКОЛАЕВ, Л.И. МАЛЮЧЕНКО, С.С. БИЛЫК, М.А. ЧЕРКАСОВ, И.И. ШУБНЯКОВ</b><br>СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЕРВИЧНОГО И РЕВИЗИОННОГО<br>ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) .....   | 84 |

## CONTENTS

### ORIGINAL RESEARCH

|   |    |
|---|----|
| <b>M.D. ABAKIROV, R.R. ABDRAKHMANOV, A.S. DAMAZH, T.T. TKESHELASHVILI, M.M. EGAMOV, N.I. KARPOVICH</b><br>RADIOFREQUENCY DENERVATION OR NONOPERATIVE TREATMENT FOR OSTEOARTHRITIC KNEE PAIN: WHAT IS MORE EFFECTIVE? .....  | 7  |
| <b>A.O. DENISOV, R.M. TIKHILOV, A.N. KOVALENKO, I.I. SHUBNYAKOV, S.S. BILYK, A.A. DZHAVADOV</b><br>THE FEASIBILITY OF THREE-DIMENSIONAL VISUALIZATION IN DETERMINING THE SEVERITY OF BONE DEFECTS IN THE ACETABULUM .....   | 16 |
| <b>A.M. MIROMANOV, S.O. DAVYDOV, O.M. MIRONOVA, O.V. PETROVA, O.A. KOSHKIN</b><br>APPLICATION OF AQUAKINESITHERAPY IN THE PROGRAM OF REHABILITATION OF PATIENTS WITH PRIMARY COXARTHROSIS AFTER TOTAL ARTHROPLASTY .....  | 23 |
| <b>E.E. MURDALOV, A.V. LYCHAGIN, P.S. TIMASHEV, M.M. LIPINA, E.B. KALINSKY, A.P. KURPYAKOV, D.S. BOBROV, D.A. POGOSYAN, A.B. SHEKHTER, A.L. FAYZULLIN, N.B. SEREZHNKOVA, A.A. ANTOSHIN, I.V. ERMILOV, A.A. PODLESNAYA, T.R. KUDRACHEV, A.M. MAGDANOV, S.E. ZOTOV, M.I. SHKREDINA, A.A. SHUBKINA</b><br>EVALUATION OF COLLAGEN MEMBRANE OSSEointegration IN THE RECONSTRUCTION OF THE LIGAMENTOUS APPARATUS OF THE KNEE JOINT (EXPERIMENTAL STUDY) ..... | 32 |
| <b>D.YU. PUPYNIN, A.V. LYCHAGIN, A.A. GRITSYUK</b><br>EARLY PLASTIC SURGERY OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT: ORGANIZATIONAL AND CLINICAL ASPECTS OF TREATMENT IN A PARTICULAR REGION .....  | 41 |
| <b>O.S. TUFANOVA, A.R. KASIMOVA, A.P. ANTIPOV, L.O. ANISIMOVA, O.P. KOZLOVA, S.A. BOZHKOVA</b><br>ACTINOMYCOSIS OSTEOmyELITIS OF THE EXTREMITY AND PERIPROSTHETIC JOINT INFECTION CAUSED BY ACTINOMYCETES .....   | 47 |

### CASE REPORT

|   |    |
|---|----|
| <b>A.V. LYCHAGIN, A.A. GRITSYUK, A.Z. ARSOMAKOV, O.V. PIMANCHEV, A.A. KERIMOV</b><br>FEATURES OF MODERN GUN SHOT WOUNDS: SURGICAL TACTICS FOR REPEATED WOUNDS ..... | 56 |
|---|----|

### LITERATURE REVIEW

|  |    |
|--|----|
| <b>P.G. GUREEV, S.V. DIANOV</b><br>THE USE OF POSTOPERATIVE SHOES AFTER SURGICAL CORRECTION DEFORMITIES OF THE FOREFOOT .....  | 62 |
| <b>V.YU. MURYLEV, V.G. GERMANOV, N.E. EROKHIN, G.A. KUKOVENKO, S.S. ALEKSEEV, P.M. ELIZAROV, A.G. ZHUCHKOV, A.V. MUZYCHENKOV</b><br>UNICOMPARTMENTAL KNEE ARTHROPLASTY AND ITS PLACE IN MODERNITY (LITERATURE REVIEW) .....            | 73 |
| <b>V.V. YAKOVLEV, N.S. NIKOLAEV, L.I. MALYUCHENKO, S.S. BILYK, M.A. CHERKASOV, I.I. SHUBNYAKOV</b><br>CURRENT CONCEPTS IN CLINICAL RESULTS AND PATIENT SATISFACTION ASSESSMENT AFTER PRIMARY AND REVISION ARTHROPLASTY: A REVIEW ..... | 84 |

## ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ



<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-7-15>

УДК 617.3

© М.Д. Абакиров, Р.Р. Абдрахманов, А.С. Дамаж, Т.Т. Ткешелашвили, М.М. Егамов, Н.И. Карпович, 2023

Оригинальная статья / Original article

### РАДИОЧАСТОТНАЯ ДЕНЕРВАЦИЯ ИЛИ КОНСЕРВАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ: ЧТО ЭФФЕКТИВНЕЕ ДЛЯ КУПИРОВАНИЯ БОЛИ ПРИ ГОНАРТРОЗЕ?

М.Д. АБАКИРОВ<sup>1</sup>, Р.Р. АБДРАХМАНОВ<sup>2</sup>, А.С. ДАМАЖ<sup>1</sup>, Т.Т. ТКЕШЕЛАШВИЛИ<sup>1</sup>, М.М. ЕГАМОВ<sup>1</sup>,  
Н.И. КАРПОВИЧ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов, 117198, Москва, Россия

<sup>2</sup> АО Клиника К+31, 119415, Москва, Россия

#### Аннотация

**Обоснование.** Хроническая боль в коленном суставе при гонартрозе является важной клинической проблемой. Относительно новый метод радиочастотной денервации коленного сустава при гонартрозе пока исследован недостаточно.

**Цель исследования.** Сравнение эффективности применения радиочастотной абляции геникулярных нервов и консервативного лечения пациентов с гонартрозом.

**Материалы и методы.** Проспективное контролируемое исследование, включающее 65 пациентов с симптоматическим гонартрозом и болями в коленном суставе. У 31 пациента применяли радиочастотную денервацию (РЧД) геникулярных нервов в термическом режиме под контролем электронно-оптического преобразователя (группа РЧД); у 34 пациентов проводили комплексное амбулаторное консервативное лечение (группа КЛ). Сравнивали интенсивность боли по ВАШ, состояние коленного сустава по WOMAC, субъективное восприятие эффективности лечения, осложнения в сроки 1, 3, 6 месяцев.

**Результаты.** Через 6 месяцев после лечения интенсивность боли была значимо меньше в группе РЧД, по сравнению с группой КЛ: 3 [2; 4] против 5 [5; 6] ( $p < 0,001$ ). Первичная конечная точка – уменьшение интенсивности боли как минимум на 50% через 6 месяцев после лечения – достигнута у 74,2% пациентов после РЧД, и у 11,8% после КЛ ( $p < 0,001$ , Хи-квадрат=26,0). Через 6 месяцев после проведенного лечения показатели по шкале WOMAC в группе РЧД и КЛ составили  $32,2 \pm 5,8$  и  $45,0 \pm 7,8$  соответственно ( $p < 0,001$ ). Неврологических, инфекционных осложнений, термических повреждений не выявлено.

**Заключение.** В исследовании показана высокая эффективность и длительный противоболевой и функциональный эффект радиочастотной денервации при гонартрозе.

**Ключевые слова:** радиочастотная денервация, РЧД, геникулярные нервы, гонартроз, остеоартроз коленного сустава

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Абакиров М.Д., Абдрахманов Р.Р., Дамаж А.С., Ткешелашвили Т.Т., Егамов М.М., Карпович Н.И., РАДИОЧАСТОТНАЯ ДЕНЕРВАЦИЯ ИЛИ КОНСЕРВАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ: ЧТО ЭФФЕКТИВНЕЕ ДЛЯ КУПИРОВАНИЯ БОЛИ ПРИ ГОНАРТРОЗЕ? *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 2(52). С. 7–15 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-7-15>

**Этическая экспертиза.** Пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании и дали согласие на обработку и публикацию клинического материала. Исследование одобрено этическим комитетом

### RADIOFREQUENCY DENERVATION OR NONOPERATIVE TREATMENT FOR OSTEOARTHRITIC KNEE PAIN: WHAT IS MORE EFFECTIVE?

MEDETBEK D. ABAKIROV<sup>1</sup>, RINAT R. ABDRAKHMANOV<sup>2</sup>, ALI S. DAMAZH<sup>1</sup>, TEJMURAZ T. TKESHELASHVILI<sup>1</sup>,  
MARCEL' M. EGAMOV<sup>1</sup>, NIKOLAJ I. KARPOVICH<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education RUDN University The Ministry of Education and Science of Russia, 117198, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Clinic K+31, 119415, Moscow, Russia

### Abstract

**Background.** Knee arthritis and associated chronic pain is a very common problem. Radiofrequency ablation (RFA) of genicular nerves in knee arthritis management was introduced recently but rigorous studies are lacking.

**Objective.** To compare the efficacy of RFA of genicular nerves and nonoperative treatment in patients with symptomatic knee arthritis.

**Methods.** This prospective controlled study included 65 patients with symptomatic knee arthritis and associated knee pain. Thermal RFA of genicular nerves was used in 31 patients under the fluoroscopy guidance (RFA group); complex outpatient conservative treatment was performed in 34 patients (CT group). We compared Visual Analog Scale (VAS) score, functional state of knee joint according to WOMAC scale, Global Perceived Effect of treatment, complications throughout 6 months.

**Results.** 6 months after treatment, the pain intensity was significantly lower in the RFA group compared to the CT group: 3 [2; 4] vs. 5 [5; 6], respectively ( $p < 0.001$ ). The primary endpoint – a reduction in pain intensity by at least 50% 6 months after treatment – was achieved in 74.2% of patients after RFA, and in 11.8% after CT ( $p < 0.001$ , Chi-squared=26.0). 6 months after the treatment, WOMAC score in the RFA and CT group were  $32.2 \pm 5.8$  and  $45.0 \pm 7.8$ , respectively ( $p < 0.001$ ). Neurological, infectious complications, thermal injuries were not detected.

**Conclusion.** The study showed that RFA is an effective and safe long-term therapeutic option for managing pain and improving physical function in patients with symptomatic knee OA

**Key words:** radiofrequency ablation, RFA, genicular nerves, knee osteoarthritis, chronic knee pain

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

**Funding:** the study had no sponsorship

**For citation:** Abakirov M.D., Abdrakhmanov R.R., Damazh A.S., Tkeshelashvili T.T., Egamov M.M., Karpovich N.I., RADIOFREQUENCY DENERVATION OR NONOPERATIVE TREATMENT FOR OSTEOARTHRITIC KNEE PAIN: WHAT IS MORE EFFECTIVE? *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023. № 2. pp. 7–15 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-7-15>

### Введение

Боли в коленном суставе и нарушение ходьбы при гонартрозе являются ведущими инвалидизирующими симптомами этого хронического заболевания, которое приводит к ограничению физической активности и значительному снижению качества жизни [1]. Эндопротезирование коленного сустава – радикальный метод хирургического лечения, который показал высокую эффективность на поздних стадиях артроза, но сопряжен с риском осложнений, летальности и послеоперационной боли [2; 3]. Неоперативное лечение пациентов, которым тотальное эндопротезирование не выполнимо в связи с тяжелым соматическим статусом или не показано на ранних стадиях, ограничено лекарственной терапией, внутрисуставными инъекциями глюкокортикостероидов и гиалуроновой кислоты [1]. У некоторых лекарственных средств наблюдаются серьезные побочные реакции, а в части случаев терапия неэффективна [4].

Радиочастотная денервация (РЧД) суставов – перспективный метод интервенционного лечения боли, который является альтернативой консервативному и оперативному лечению. Изначально метод РЧД нашел применение при деструкции медиальных ветвей корешков спинно-мозговых нервов, иннервирующих фасетчатые суставы [5; 6], крестцово-подвздошные суставы [7; 8] и при дискогенных болях в вертебрологии [9]. Достигнут обезболивающий эффект после радиочастотной деструкции ветвей n.obturatorius и n.femoralis при артрозе тазобедренного сустава [10; 11]. При гонартрозе радиочастотное термическое

воздействие направлено на верхний латеральный, верхний медиальный и нижний медиальный геникулярные нервы, которые являются проводниками восходящих болевых сигналов [4].

В иностранной литературе денервации коленного сустава при гонартрозе посвящены несколько исследований с небольшими группами пациентов и сроками наблюдения от 3 до 12 месяцев, их результаты, в основном, положительные [2; 6; 12; 13]. В России метод РЧД при артрозе коленного сустава исследован недостаточно. В отечественной научной библиотеке eLibrary при запросах «радиочастотная денервация» и «гонартроз», «РЧД» и «коленный сустав», «радиочастотная абляция» и «артроз коленного сустава» и подобных выводится скудное число публикаций. В электронных базах диссертаций DisLib и Dissercat исследовательских работ по данной теме не найдено. Накопление клинического и научного опыта применения РЧД при гонартрозе, публикация на русском языке представляется важной задачей исследования.

**Целью** данного проспективного контролируемого исследования было сравнение результатов лечения пациентов с болями в коленном суставе на фоне гонартроза с применением радиочастотной денервации коленного сустава и консервативного лечения.

### Материалы и методы

Протокол исследовательской работы прошел одобрение на заседании локального этического комитета медицинского ин-

ститута Российского университета дружбы народов (РУДН). Все участники исследования были ознакомлены с сутью и содержанием планируемого исследования и подписали добровольное информированное согласие. Клиническую часть работы проводили на базах кафедры травматологии и ортопедии РУДН в Москве – ФГБУ ЦКБ РАН, отделение вертебологии и алгологии, ГБУЗ ГКБ № 17 ДЗМ, отделение травматологии и ортопедии, а также ГБУЗ ГП № 220 и № 175 ДЗМ в период с 2018 по 2020 годы. В исследование включали участников, которые соответствовали следующим критериям: 1) с рентгенологически подтвержденным артрозом коленного сустава 2, 3, 4 стадии по Келлгрэн-Лоуренсу; 2) с болями в коленном суставе на фоне гонартроза в течение более 3 месяцев; 3) возрастом старше 50 лет. Критериями исключения признавались: 1) острая боль в коленном суставе длительностью менее 3 месяцев; 2) системные воспалительные заболевания с вовлечением коленных суставов; 3) боли в коленном суставе на фоне травмы, неврологических заболеваний. Из исследования исключались пациенты с когнитивными и психическими нарушениями, декомпенсацией сопутствующих заболеваний, нарушением свертывающей системы крови. Не включались пациенты, если после артроскопических операций, внутрисуставных инъекций прошло менее 6 месяцев.

Дизайн исследования. В сравнительном контролируемом исследовании изучали результаты пункционного и неоперативного лечения пациентов с гонартрозом и хронической болью в коленном суставе. Применяли радиочастотную деструкцию геникулярных нервов под флуороскопическим контролем в термическом режиме у 31 пациента (группа РЧД). В контрольной группе из 34 пациентов применяли комплексное консервативное лечение (КЛ). Изучали половозрастной состав пациентов, индекс массы тела, жалобы, анамнез заболевания и методы предшествующего лечения, оценивали функциональное состояние сустава и выраженность боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ). При оценке исходов лечения первичными конечными точками были: 1) среднее уменьшение интенсивности боли по ВАШ в срок 6 месяцев после лечения; 2) доля пациентов с уменьшением уровня боли  $\geq 50\%$  от изначального. Вторичными конечными точками были: динамика функционального состояния по шкале Western Ontario and McMaster Universities Index (WOMAC), удовлетворенность проведенным лечением по 7-балльной шкале Lykert (Таблица 1).

Контрольные визиты или телефонные опросы происходили через 1, 3, 6 месяцев после проведенного лечения. Регистрировали осложнения малоинвазивного лечения (инфекции, неврологические нарушения, гематомы) и побочные эффекты консервативного лечения (обострение боли, НПВС-ассоциированная гастропатия, подъем АД и др.).

#### Методы лечения пациентов

В группе РЧД проводили малоинвазивное оперативное лечение. Радиочастотную денервацию коленного сустава выполняли в асептических условиях операционной под контролем электрон-

но-оптического преобразователя. 100-мм канюли с электродами вводили в области медиального и латерального надмыщелков бедренной кости и внутреннего мыщелка большеберцовой кости. Применяли радиочастотный генератор Cosman G4 (Boston Scientific, США). Проводили тестовую стимуляцию с напряжением 0,5V и частотой 50Hz – положительным ответом считали появление типичных болевых ощущений в коленном суставе. Отсутствие мышечных сокращений при моторной стимуляции (2,0V, 2 Hz) считали признаком безопасного расположения электродов и продолжали операцию, в противном случае переустанавливали канюли. Перед началом термической деструкции через канюли вводили 1,0 мл лидокаина 2%, денервацию выполняли в термическом режиме с температурой 80 градусов в течение 90 секунд.

Таблица 1  
7-балльная шкала субъективного восприятия эффективности проведенного лечения (Global Perceived Effect)

| Баллы | Общее восприятие улучшения/ухудшения | % изменений                |
|-------|--------------------------------------|----------------------------|
| 7     | Очень сильно улучшилось              | $\geq 75\%$ улучшения      |
| 6     | Сильно улучшилось                    | $\geq 50\%$ улучшения      |
| 5     | Минимальное улучшение                | $\geq 25\%$ улучшения      |
| 4     | Без изменений, не лучше и не хуже    | 0% улучшения или ухудшения |
| 3     | Минимальное ухудшение                | $\geq 25\%$ ухудшения      |
| 2     | Сильно ухудшилось                    | $\geq 50\%$ ухудшения      |
| 1     | Очень сильно ухудшилось              | $\geq 75\%$ ухудшения      |

Пациентам контрольной группы проводили курс комплексного амбулаторного консервативного лечения, которое включало медикаментозную терапию, физиотерапию, лечебную физкультуру. Назначали курс нестероидных противовоспалительных препаратов (Эторикоксиб, Целекоксиб, Ибупрофен, Мелоксикам и т.п.) в течение 10-14 дней с учетом противопоказаний и сопутствующих заболеваний. Среди хондропротекторов применяли препараты глюкозамин сульфата не менее 1500 мг в сутки (Дона, Терафлекс, Артра) на срок 3 месяца. Пациенты проходили курсы магнитотерапии, фонофореза с гидрокортизоном, вольтареном в течение 3 недель. Под контролем инструктора ЛФК пациенты с гонартрозом проходили групповые и индивидуальные занятия гимнастикой, направленной на укрепление мышц-стабилизаторов коленного сустава.

Статистический анализ. Анализ данных провели с помощью статистического приложения Jamovi. Оценку характера распределения производили с помощью W-теста Шапиро-Уилка: при значении  $p > 0,05$  считали, что переменные распределены нормально. Для количественных переменных с нормальным распределением описательная статистика представлена в виде средней и среднеквадратичного отклонения ( $m \pm SD$ ). Межгрупповые различия оценивали по t-критерию Стьюдента для независимых

выборки и по парному t-критерию для зависимых. При распределении, отличном от нормального, переменные представлены в виде медианы и межквартильного размаха Me [P25; P75]. Для оценки различий использовали непараметрический U-критерий Манна-Уитни для независимых выборок. В связанных выборках, тесты по типу «до-после» проводили при помощи критерия Уилкоксона. Номинальные переменные в группах сравнивали при помощи теста Хи-квадрат или точного критерия Фишера согласно размеру выборки. При уровне значимости  $p < 0,05$  различия признавались статистически достоверными.

## Результаты

Всего привлечено к исследованию 78 пациентов с гонартрозом, которые распределены в 2 группы наблюдения. В 1 группе выполнена термическая радиочастотная деструкция геникулярных нервов (группа РЧД), во 2 группе включенным пациентам проводилось комплексное консервативное лечение (группа КЛ). У 13 пациентов выявлены критерии исключения: 6 пациентам в предыдущие 6 месяцев выполнялись внутрисуставные инъекции, у 4 пациентов произошла декомпенсация соматических заболеваний в первые полгода после начала исследования (сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь), 3 пациента отказались от контрольных наблюдений. Окончательный анализ данных и межгрупповые сравнения провели у 65 пациентов в двух группах (Таблица 2).

Таблица 2

### Клинические данные пациентов

|                                  | Группа РЧД (n=31) | Группа КЛ (n=34) | P        |
|----------------------------------|-------------------|------------------|----------|
| Возраст, лет                     | 71,8±13,1         | 69,3±8,42        | 0,362*   |
| Мужчины, n (%)                   | 13 (41,9)         | 14 (41,2)        | 0,951**  |
| Женщины, n (%)                   | 18 (58,1)         | 20 (58,8)        |          |
| Интенсивность боли по ВАШ, баллы | 7 [6; 8]          | 7 [6; 8]         | 0,524*** |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup>           | 29,4±3,6          | 28,9±3,8         | 0,653*   |
| Длительность боли, мес           | 24 [18; 42]       | 24 [18; 36]      | 0,785*** |
| Степень гонартроза, n (%)        |                   |                  | 0,458**  |
| 2                                | 10 (32,3)         | 13 (38,2)        |          |
| 3                                | 16 (51,6)         | 16 (47,1)        |          |
| 4                                | 5 (16,1)          | 5 (14,7)         |          |
| Сторона поражения, n (%)         |                   |                  | 0,250**  |
| Левая                            | 12 (38,7)         | 18 (52,9)        |          |
| Правая                           | 19 (61,3)         | 16 (47,1)        |          |

\*t-тест Стьюдента; \*\*Хи-квадрат; \*\*\*U-тест Манна-Уитни

Большинство пациентов – женщины, продолжительность боли в коленном суставе у пациентов составила от 8 до 72 месяцев, у большей части пациентов наблюдалась 3 стадия

гонартроза. Межгрупповых различий по демографическим данным, интенсивности боли, индексу массы тела, длительности заболевания, степени артроза не выявлено.

Среди консервативных методов лечения в период, предшествующий проводимому исследованию, 80% пациентов применяли курсы НПВП, около 45% занимались лечебной физкультурой, более 52% проходили физиотерапию. Среди внутрисуставных вмешательств в анамнезе – инъекции глюкокортикостероидов и гиалуроновой кислоты у 19 (29,2%) пациентов, артроскопической санации коленного сустава – у 13 (20,0%). Выявлены не значимые межгрупповые различия в частоте использования различных методов лечения гонартроза в анамнезе (Таблица 3).

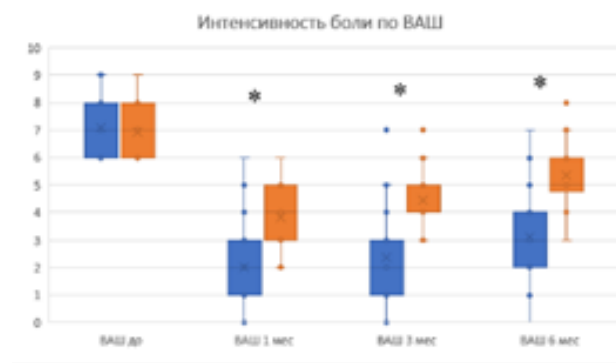
Таблица 3

### Предшествующее лечение пациентов с гонартрозом

|   | Группа РЧД (n=31) | Группа КЛ (n=34) | P*    |
|---|-------------------|------------------|-------|
| Физиотерапия, n (%)                                 | 16 (51,6)         | 18 (52,9)        | 0,915 |
| Лечебная физкультура, n (%)                         | 14 (45,2)         | 15 (44,1)        | 0,933 |
| Нестероидные противовоспалительные препараты, n (%) | 25 (80,6)         | 27 (79,4)        | 0,901 |
| Внутрисуставные инъекции, n (%)                     | 9 (29,0)          | 10 (29,4)        | 0,973 |
| Артроскопическая санация, n (%)                     | 6 (19,4)          | 7 (20,6)         | 0,901 |

\*Хи-квадрат

Результаты применения РЧД или консервативного лечения оценивали и сравнивали по интенсивности боли, доле пациентов, успешно ответивших на лечение, динамике функционального статуса, удовлетворенности от проведенного лечения. Интенсивность боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) оценивали до операции, и в контрольные сроки через 1, 3, 6 месяцев после лечения (Рисунок 1).



\* для ВАШ 1, ВАШ 3, ВАШ 6

\*-различия значимы,  $p < 0,01$  по U-критерию Манна-Уитни

■ - группа РЧД (n=31); ■ - группа КЛ (n=34)

Рис. 1. Интенсивность боли по ВАШ до лечения, через 1, 3, 6 месяцев после лечения

Медиана изначальной интенсивности боли по ВАШ составила 7 баллов (от 5 до 9 баллов), без значимых различий между испытуемыми в обеих группах. Назначенное лечение было эффективно: на всех этапах наблюдения в обеих группах отмечено значимое уменьшение интенсивности боли по сравнению с базовым уровнем ( $p < 0,001$ , W-критерий Уилкоксона). Через 1, 3, 6 месяцев интенсивность боли у пациентов снизилась в среднем на 4,23, 3,72 и 2,85 баллов (Таблица 4).

Таблица 4

## Интенсивность боли по ВАШ в обеих группах

|                         | Группа РЧД (n=31) | Группа КЛ (n=34) | P*    |
|-------------------------|-------------------|------------------|-------|
| ВАШ                     | Ме [Q25; Q75]     | Ме [Q25; Q75]    |       |
| До лечения              | 7 [6; 8]          | 7 [6; 8]         | 0,524 |
| 1 месяц после лечения   | 2 [1; 3]          | 4 [3; 4,75]      | 0,001 |
| 3 месяца после лечения  | 2 [1; 3]          | 4 [4; 5]         | 0,001 |
| 6 месяцев после лечения | 3 [2; 4]          | 5 [5; 6]         | 0,001 |
| P**                     | 0,001**           | 0,001**          |       |

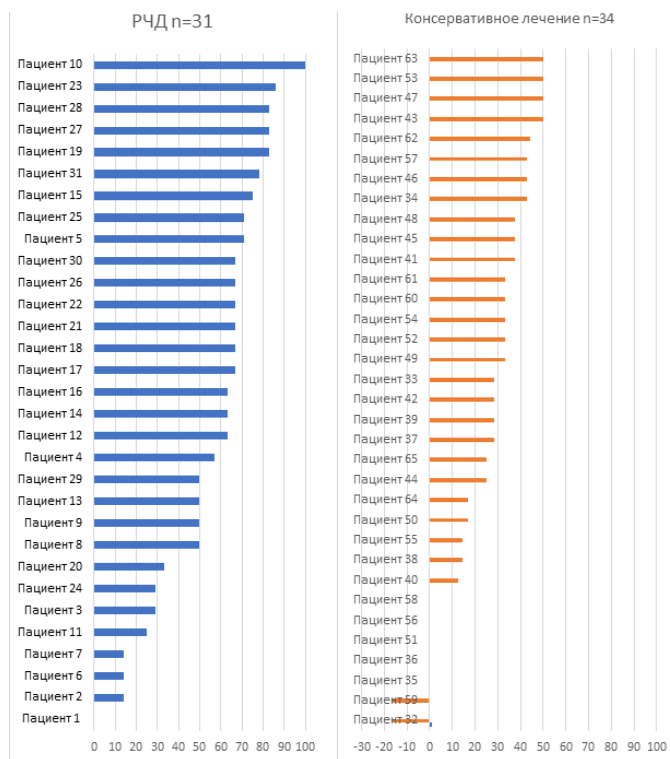
Ме [Q25; Q75] – медиана и межквартильный размах

P\* – межгрупповые различия для независимых выборок по U-критерию Манна-Уитни

P\*\* – различия измерений для зависимых выборок «до лечения-6 месяцев после лечения» по методу Уилкоксона

Межгрупповое сравнение интенсивности боли и степени снижения интенсивности боли говорит о лучших результатах в группе РЧД. Интенсивность боли была значимо меньше в группе РЧД, по сравнению с группой КЛ: через 1 месяц – 2 [1; 3] против 4 [3; 4,75] ( $p < 0,001$ ); через 3 месяца – 2 [1; 3] против 4 [4; 5] ( $p < 0,001$ ); через 6 месяцев – 3 [2; 4] против 5 [5; 6] ( $p < 0,001$ ). Среднее снижение уровня боли относительно изначального уровня было больше в группе РЧД, по сравнению с группой КЛ на всех этапах наблюдения: через 1 месяц  $-5,06 \pm 1,57$  против  $-3,47 \pm 1,24$  ( $p < 0,001$ ); через 3 месяца  $-4,71 \pm 1,66$  против  $-2,82 \pm 1,17$  ( $p < 0,001$ ); через 6 месяцев  $-3,97 \pm 1,87$  против  $-1,82 \pm 1,40$  ( $p < 0,001$ ).

У 74,2% пациентов (23/31) из группы РЧД и у 11,8% (4/34) пациентов из группы КЛ достигнута первичная конечная точка исследования – купирование интенсивности боли на -50% и более от изначального уровня к 6 месяцу наблюдения ( $p < 0,001$ , Хи-квадрат=26,0) (Рисунок 2). 8 из 31 (25,8%) и 30 из 34 (82,2%) пациентов из соответствующих групп не ответили на лечение (уровень боли уменьшился менее, чем наполовину, или сохранился прежним). В группе РЧД не наблюдалось пациентов, которые испытывали усиление боли через 6 месяцев после проведенного лечения, в то время как в группе КЛ таких пациентов было двое – 5,9% ( $p = 0,170$ , Хи-квадрат=1,88).



■ - группа РЧД (n=31); ■ - группа КЛ (n=34)

Рис. 2. Степень изменения интенсивности боли в коленном суставе через 6 месяцев после лечения выражена в % от изначального уровня.

Уровень функциональной активности по шкале WOMAC перед началом исследования в обеих группах был сравнимым (Таблица 5). Отмечалось статистически значимое снижение средних показателей относительно изначального уровня в сроки 1, 3 и 6 месяцев в обеих группах наблюдения ( $p < 0,001$ , по W критерию Уилкоксона). Значение по шкале WOMAC было значимо выше в группе КЛ в сроки 1, 3, 6 месяцев после проведенного лечения. Наблюдалась тенденция постепенного ухудшения функционального статуса коленного сустава в течение 6 месяцев после проведенного лечения и увеличения значения по шкале WOMAC. Лечебный эффект сохранился в обеих группах – различия по шкале WOMAC были значимыми при сравнении до-после через 6 месяцев после лечения, но более выраженными в группе РЧД.

По 7-балльной шкале Ликерта оценивали субъективное восприятие улучшения/ухудшения после проведенного лечения (Global Perceived Effect – общее восприятие эффективности лечения). Пациенты на контрольных осмотрах через 1, 3, 6 месяцев после окончания лечения отвечали на вопрос «Насколько изменилось ваше состояние после проведенного лечения?» – отмечали один из пунктов шкалы Ликерт. Через 1 месяц после лечения результаты опроса оказались сравнимыми в группах РЧД и КЛ: медианы и межквартильный размах

составили 6 [5; 7] и 5 [5; 6] соответственно ( $p=0,135$  по Манну-Уитни). Через 3 и 6 месяцев результаты опроса оказались значимо лучше в группе РЧД ( $p<0,001$ ). Через 6 месяцев после выполнения РЧД 21/31 (67,7%) пациентов отмечали улучшение состояния – минимальное (5 баллов) или очень выраженное (7 баллов). В группе КЛ улучшение от 5 до 6 баллов отметили только 8 из 34 пациентов (23,5%). Различия значимые при сравнении по методу таблиц сопряженности, Хи-квадрат = 12,8,  $p<0,001$ . (рисунок 3).

Таблица 5

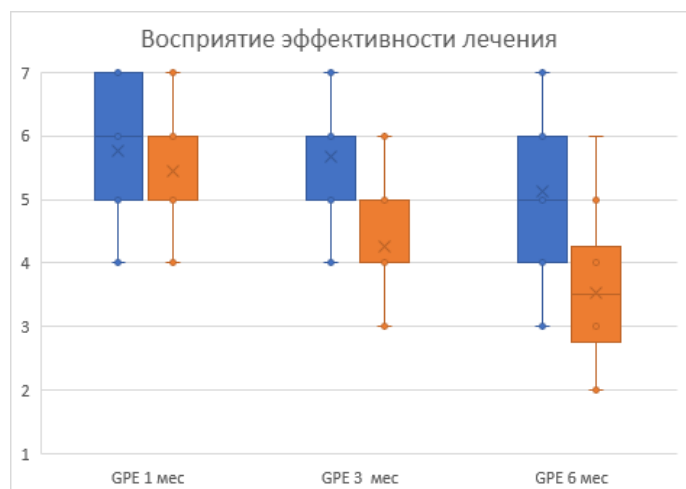
#### Динамика изменения функционального статуса коленного сустава по WOMAC

|                                      | Группа РЧД (n=31) | Группа КЛ (n=34) | Межгрупповые различия, P* |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| WOMAC                                | m ± SD            | m ± SD           |                           |
| До лечения                           | 52,8±5,9          | 51,2±5,9         | 0,262                     |
| 1 месяц после лечения                | 30,2±4,7          | 36,9±5,3         | <0,001                    |
| 3 месяца после лечения               | 31,0±5,3          | 39,7±5,9         | <0,001                    |
| 6 месяцев после лечения              | 32,2±5,8          | 45,0±7,8         | <0,001                    |
| P** (сравнение «до-6 месяцев после») | <0,001            | <0,001           |                           |

P\* - межгрупповые различия для независимых выборок по парному t-критерию Стьюдента

P\*\* - различия измерений для зависимых выборок «до лечения-6 месяцев после лечения» по методу Уилкоксона

m ± SD – средняя ± стандартное отклонение



\* для GPE 3 мес и GPE 6 мес

\*-различия значимы,  $p<0,001$  по критерию Манна-Уитни

■ - группа РЧД (n=31); ■ - группа КЛ (n=34)

Рисунок 3 - GPE - Global Perceived Effect - общее восприятие эффективности лечения по шкале Ликерт от 1 до 7 баллов.

Не выявлено нежелательных явлений, связанных с проведенной РЧД: гипестезии, парестезий, парезов мышц, гематом, инфекционных осложнений в области вмешательства. Часть пациентов указывали на незначительные боли в точках введения электрода в области надкошницы, которые усиливались при пальпации. Это были временные жалобы, которые не требовали дополнительной анальгетической терапии. Схема приема НПВП и парацетамола, которые пациенты получали до начала лечения, не менялась, протокол исследования не препятствовал приему обезболивающих препаратов в послеоперационном периоде. Критерием исключения из исследования были внутрисуставные инъекции в срок менее 6 месяцев после начала лечения.

#### Обсуждение

Исследование показало, что радиочастотная денервация ганглионарных нервов может превосходить по эффективности стандартное консервативное лечение при гонартрозе. В работе показана противоболовая эффективность обоих методов лечения, однако результаты значимо выше в группе РЧД, чем в группе КЛ: интенсивность боли по шкале ВАШ через 6 месяцев после начала лечения 3 [2; 4] против 5 [5; 6] баллов соответственно ( $p<0,001$ ). Среднее уменьшение интенсивности боли в группе РЧД и КЛ составило через 6 месяцев -3,97±1,87 баллов против -1,82±1,40 баллов соответственно ( $p<0,001$ ).

Статистически значимое долговременное снижение уровня боли при гонартрозе в течение 6 месяцев после радиочастотной денервации показано в работе Iannaccone [14]. Менее продолжительный срок обезболивания после манипуляции – 3 месяца – достигнут в исследовании Kim, в котором авторы сравнивали эффективность УЗИ и рентгеновской навигации [15]. Применение РЧД в вертебрологии показало значимое уменьшение интенсивности боли при симптоматическом спондилоартрозе у 67 из 72 (93,1%) пациентов [5], при дисфункции крестцово-подвздошных суставов – у 46% [7]. Радиочастотная денервация ветвей бедренного и запирательного нервов эффективна при хронической суставной боли на фоне коксартроза [10; 16]. Достигнуто значимое долговременное обезболивание и улучшение функционального состояния тазобедренного сустава по шкале Harris при артрозе 1, 2, 3 степени в исследовании 121 пациента [11].

Стойкое снижение интенсивности боли  $\geq 50\%$  от базисного уровня через 6 месяцев после проведенного лечения было одной из конечных точек исследования и признавалось положительным ответом на лечение. В исследовании доля пациентов, ответивших на курс лечения, в группах РЧД и КЛ составила 74,2% и 11,8% соответственно ( $p<0,001$ , Хи-квадрат=26,0). В протоколе исследования не исключалось применение анальгетиков, НПВС или физиотерапии в первые 6 месяцев после РЧД или первичного курса консервативного лечения, из исследования исключались пациенты, которым выполнялись

внутриуставные инъекции в пределах этого срока. Возможно, на положительный исход лечения в основной группе могли оказать влияние дополнительные методы консервативной терапии больных гонартрозом.

В рандомизированном контролируемом исследовании Choi, посвященном радиочастотной абляции при гонартрозе, доля пациентов, ответивших на лечение через 3 месяца после процедуры, составила 59% [12]. Доля пациентов с купированием боли наполовину и более от исходного уровня через 3 месяца после РЧД в разных работах колеблется от 40% [15] до 52% [14]. В исследовании Davis применение РЧД с охлаждаемыми электродами позволило уменьшить интенсивность боли на 50% и больше по шкале ВАШ у 74% пациентов через 6 месяцев [17]. Santana показали уменьшение интенсивности болевого синдрома  $\geq 50\%$  через 6 месяцев у 64% пациентов, а через 12 месяцев – у 32% [2].

Для деструкции геникулярных нервов мы применяли термическую абляцию (80 °C, 90 секунд). Сравнить наши результаты с данными исследований других авторов не всегда возможно: в исследованиях применяются различные режимы деструкции, нагревания электродов, длительности воздействия. В большинстве исследований применялась термическая денервация: в работе El-Hakeim [6] электроды нагревались до 80 °C в течение 270 секунд (3 раза по 90), в исследовании Iannaccone [14] – до 60°C и 120 секунд, в статье Choi [12] – до 70°C и 90 секунд. В рандомизированном контролируемом исследовании [17] использовали охлаждаемые электроды (до 60°C, 150 секунд). Активно применяется процедура пульсовой РЧД, во время которой за счет коротких циклов нагревания температура электрода достигает 42°C в течение 120 секунд [3; 18]. Пульсовой режим радиочастотной денервации в меньшей степени повреждает окружающие мягкие ткани, при этом сильнее воздействует на чувствительные волокна, чем на двигательные, что снижает частоту нейропатии, артропатии Шарко и других осложнений [19; 20]. Сравнение эффективности пульсовой или термической РЧД, или РЧД с охлаждаемыми электродами не было целью данного исследования, однако в систематическом обзоре Gupta показана противоболевая эффективность обеих методик РЧД, которая достигает 1 года при минимальных осложнениях [21].

В работе показана значимая положительная динамика в функциональном статусе пациентов по сравнению с изначальным уровнем в обеих группах. Через 6 месяцев после проведенного лечения показатели по шкале WOMAC в группе РЧД и КЛ составили  $32,2 \pm 5,8$  и  $45,0 \pm 7,8$  соответственно ( $p < 0,001$ ). Таким образом, применение РЧД было ассоциировано с улучшением состояния коленного сустава согласно субшкалам опросника WOMAC (боль, скованность, физическая функция). В контролируемом исследовании El-Hakeim изучали результаты лечения 60 пациентов с остеоартрозом в двух группах: РЧД и неоперативное лечение [6]. Авторам удалось достичь значимого снижения интенсивности боли по ВАШ через 6 месяцев

после начала исследования в обеих группах пациентов, но в группе РЧД в большей степени, чем в группе консервативного лечения (соответственно  $3.13 \pm 0.3$  против  $5,73 \pm 0,26$ ,  $p < 0,001$ ). Также сумма баллов по опроснику WOMAC была значимо ниже в группе РЧД через 6 месяцев:  $33.13 \pm 4.1$  против  $43.5 \pm 2$ , соответственно,  $p < 0,001$  [6]. Подобное уменьшение интенсивности боли и улучшение функции коленного сустава по шкале WOMAC выявлено в работе Kim [15] через 3 месяца после выполнения РЧД и в работе Iannaccone [14] – через 6 месяцев наблюдения. В исследовании Davis состояние коленного сустава изучали по данным опросника Oxford Knee Score (OKS) в группах пациентов, которым выполняли либо РЧД с охлаждаемыми электродами, либо внутривенные инъекции кортикостероидов [17]. 95% доверительный интервал различий в сумме баллов по шкале OKS через 6 месяцев наблюдения составил 10,28 – 16,4 баллов ( $p < 0,0001$ ) в пользу РЧД.

В нашей работе не наблюдалось нежелательных явлений, ассоциированных с выполнением РЧД (инфекционных или неврологических). Подобные результаты получены в других работах, которые также показывают отсутствие осложнений [6; 12; 15], отсутствие серьезных осложнений [17], единичный случай кратковременной гипестезии [14]. В систематическом обзоре, посвященном различным модальностям радиочастотной денервации, Gupta и соавт. указывают на дефицит информации о осложнениях РЧД [21]. В 4 из 6 работ по термической денервации анализ осложнений не проводился, в 1 статье осложнения отсутствовали, а в исследовании Ikeuchi ( $n=35$  пациентов) в 67% случаев отмечались жалобы на кровоподтеки в месте установки канюли, а в 78% – на длительную гипестезию [13; 21]. В 4 работах, посвященных РЧД с охлаждаемыми электродами, и в 6 статьях, посвященных пульсовой РЧД, осложнения не выявлены [21]. Для более тщательного изучения безопасности процедуры в перспективе планируется более скрупулезный учет осложнений, с разделением их на малые и серьезные нежелательные явления, в соответствии с методологией Good Clinical Practice.

Отсутствие стандартизации консервативного лечения несколько ограничивает воспроизводимость проведенного исследования: всем пациентам в группе КЛ проводилось комплексное амбулаторное лечение без выделения в подгруппы по применяемым НПВС, физиотерапевтическим процедурам, видам ЛФК. С одной стороны, это отражает практический подход к консервативному лечению пациентов с гонартрозом, принятый в различных лечебных учреждениях и описанный в рекомендациях. С другой стороны, это усложняет прямое сравнение методов: необходимость выделения подгрупп в зависимости от вида консервативного лечения приводит к многократному увеличению числа подгрупп, сокращению числа испытуемых в подгруппах и усложнению статистического анализа. Для более тщательного и показательного сравнения отдельных методов возможно проведение нескольких контролируемых исследований: для сравнения эффективности РЧД с различ-

ными консервативными методами лечения, с включением и внутрисуставных инъекций.

Также ограничением исследования является применение консервативных методов лечения в группе РЧД в послеоперационный период, что могло способствовать лучшим результатам в группе. Планируется применение более строгого протокола исследования в будущем.

### Заключение

Проспективное контролируемое исследование показало, что радиочастотная термическая деструкция геникулярных нервов под флуороскопическим контролем, с температурой электродов 80°C в течение 90 секунд, у пациентов с симптоматическим гонартрозом является более эффективным методом купирования боли в коленном суставе и улучшения его функции, чем консервативное лечение.

### Список литературы / References

- Hunter C, Davis T, Loudermilk E, Kapural L, DePalma M. Cooled Radiofrequency Ablation Treatment of the Genicular Nerves in the Treatment of Osteoarthritic Knee Pain: 18- and 24-Month Results // *Pain Pract*. 2020 Mar; 20(3): 238-246. DOI: 10.1111/papr.12844.
- Santana Pineda MM, Vanlinthout LE, Moreno Martín A et al. Analgesic effect and functional improvement caused by radiofrequency treatment of genicular nerves in patients with advanced osteoarthritis of the knee until 1 year following treatment // *Reg Anesth Pain Med*. 2017; 42: 62-68. DOI: 10.1097/AAP.0000000000000510
- Erdem Y, Sir E. The Efficacy of Ultrasound-Guided Pulsed Radiofrequency of Genicular Nerves in the Treatment of Chronic Knee Pain Due to Severe Degenerative Disease or Previous Total Knee Arthroplasty // *Med Sci Monit*. 2019; 25: 1857-1863. DOI: 10.12659/MSM.915359
- Conger A, Gililland J, Anderson L et al. Genicular Nerve Radiofrequency Ablation for the Treatment of Painful Knee Osteoarthritis: Current Evidence and Future Directions // *Pain Medicine*. 2021; 22 (Supp 1): 20-23. DOI: 10.1093/pm/pnab129
- Городина А. В., Иваненко А. В., Орлов А. Ю. и др. Пункционные малоинвазивные методы при лечении хронической боли в спине // *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2022. Т.14, №2. С. 56-59. [Gorodina A.V., Ivanenko A.V., Orlov A.Yu. et al. Puncture minimally invasive methods in the treatment of chronic back pain // *Russian neurosurgical journal named after prof.A.L.Polenov*. 2022. V.14, №2: 56-59. (in Russian)]
- El-Hakeim EH, Elawamy A, Kamel EZ et al. Fluoroscopic Guided Radiofrequency of Genicular Nerves for Pain Alleviation in Chronic Knee Osteoarthritis: A Single-Blind Randomized Controlled Trial // *Pain Physician*. 2018. 21: 169-177. PMID: 29565947
- Кавелина А.В., Исайкин А.И., Иванова М.А. Лечение неспецифической люмбагии, обусловленной дисфункцией крестцово-подвздошного сочленения, методами интервенционной медицины // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2018. Т.10, № 2. С. 33-37.
- [Kavelina A.V., Isajkin A.I., Ivanova M.A. Interventional medicine techniques in the treatment of nonspecific low back pain caused by sacroiliac joint dysfunction // *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*. 2018. 10 (2): 33-37. (in Russian)] DOI: 10.14412/2074-2711-2018-2-33-37
- Sam J, Pastrak M, Duda L et al. Clinical Radiofrequency Ablation Outcomes of Combined Sensory Nerve Branch and Dorsal Entry Root Zone Complex Lesions for Sacroiliac Joint Complex Pain // *Adv Ther*. 2022. 39(8):3539-3546. DOI: 10.1007/s12325-022-02183-5
- Марцынишина К. Ю., Булыщенко Г. Г., Гайворонский А. И. и др. Пункционная радиочастотная абляция в лечении вертеброгенных болевых синдромов // *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2019. № 4(68). С. 22-27. [Marcynishina K. Yu., Bulyshchenko G. G., Gajvoronskij A. I. et al. Puncture radiofrequency ablation for treatment of vertebral pain syndrome // *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2019. 4(68): 22-27. (in Russian)]
- Загородний Н.В., Кузьмин В.И., Горохов М.А. и др. Мониторинг боли в оценке эффективности лечения пациентов с коксартрозом методом радиочастотной денервации // *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2018. №2 (32). С.20-24. [Zagorodnij N.V., Kuz'min V.I., Gorohov M.A. et al. Pain monitoring in patients with hip osteoarthritis for assessment of radiofrequency denervation effectiveness // *Department of traumatology and orthopedics*. 2018. 2(32): 20-24 (in Russian)] DOI: 10.17238/issn2226-2016.2018.2.20-24
- Горохов М.А., Загородний Н.В., Черкашов А.М. и др. Биомеханика ходьбы до и после до и после радиочастотной денервации при дегенеративных заболеваниях тазобедренного сустава // *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2019. №2(36). С. 37-41. [Gorohov M.A., Zagorodnij N.V., Cherkashov A.M. et al. Walking biomechanics before and after radiofrequency denervation during degenerative diseases of the hip joint // *Department of traumatology and orthopedics*. 2019. 2(36):37-41 (in Russian)] DOI: 10.17238/issn2226-2016.2019.2.37-41
- Choi WJ, Hwang SJ, Song JG et al. Radiofrequency treatment relieves chronic knee osteoarthritis pain: A double-blind randomized controlled trial // *PAIN*. 2011. 152: 481-487. DOI: 10.1016/j.pain.2010.09.029.
- Ikeuchi M, Ushida T, Izumi M, Tani T. Percutaneous radiofrequency treatment for refractory anteromedial pain of osteoarthritic knees // *Pain Med*. 2011. 12:546-551. DOI: 10.1111/j.1526-4637.2011.01086.x.
- Iannaccone F, Dixon S, Kaufman A.A Review of Long-Term Pain Relief after Genicular Nerve Radiofrequency Ablation in Chronic Knee Osteoarthritis // *Pain Physician*. 2017. 20: 437-444. PMID: 28339444
- Kim D-H, Lee M-S, Lee S et al. A Prospective Randomized Comparison of the Efficacy of Ultrasound- vs Fluoroscopy Guided Genicular Nerve Block for Chronic Knee Osteoarthritis // *Pain Physician*. 2019. 22: 139-146. PMID: 30921977
- Назаренко Г.И., Черкашов А. М., Кузьмин В.И. и др. Исследование эффективности радиочастотной денервации для купирования боли при дегенеративных заболеваниях тазобедренного сустава // *Травматология и ортопедия России*. 2014. № 2(72). С. 30-36. [Nazarenko G.I., Cherkashov A. M., Kuz'min V.I. et al. Effectiveness of radiofrequency denervation for pain relief in hip degenerative diseases. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2014. 2(72): 30-36. (in Russian)]

17. Davis T, Loudermilk E, DePalma M et al. Prospective, Multicenter, Randomized, Crossover Clinical Trial Comparing the Safety and Effectiveness of Cooled Radiofrequency Ablation With Corticosteroid Injection in the Management of Knee Pain From Osteoarthritis // *Reg Anesth Pain Med*. 2018. 43(1): 84-91. DOI: 10.1097/AAP.0000000000000690.

18. Kesikburun S, Yaşar E, Uran A et al. Ultrasound-Guided Genicular Nerve Pulsed Radiofrequency Treatment For Painful Knee Osteoarthritis: A Preliminary Report // *Pain Physician*. 2016. 19(5): 751-759. PMID: 27389118

19. Abd-Elseyed A, Anis A, Kaye AD. Radio frequency ablation and pulsed radiofrequency for treating peripheral neuralgias // *Curr Pain Headache Rep*. 2018. 22(1): 5. DOI: 10.1007/s11916-018-0657-9

20. Karaman H, Tüfek A, Kavak GÖ et al. Intra-articularly applied pulsed radiofrequency can reduce chronic knee pain in patients with osteoarthritis // *J Chin Med Assoc*. 2011. 74 (8): 336-340. DOI: 10.1016/j.jcma.2011.06.004.

21. Gupta A, Huettner DP, Dukewich M. Effectiveness Review of Cooled Versus Pulsed Radiofrequency Ablation // *Pain Physician*. 2017. 20(3): 155-171. PMID: 28339430

#### Информация об авторах:

**Абакиров Медетбек Джумабекович** – д.м.н., профессор кафедры травматологии и ортопедии Медицинского института ФГАОУ ВО РУДН. 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. E-mail: medetbek@mail.ru

**Абрахманов Ринат Равилевич** – к.м.н., врач травматолог-ортопед АО Клиника К+31. 119361, г.Москва, ул. Лобачевского, дом 42, стр. 4. E-mail: rinat.abdr@gmail.com

**Дамаж Али Саидович** – соискатель по кафедре травматологии и ортопедии медицинского института ФГАОУ ВО РУДН. 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. E-mail: doctordamaj@gmail.com

**Ткешелашвили Теймураз Теймуразович** – соискатель по кафедре травматологии и ортопедии медицинского института ФГАОУ ВО РУДН. 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. E-mail: tkeshelashvili@mail.ru

**Егамов Марсель Маратович** – аспирант по кафедре травматологии и ортопедии медицинского института ФГАОУ ВО РУДН. 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. E-mail: emm\_doc@mail.ru

**Карпович Николай Иванович** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии медицинского института ФГАОУ ВО РУДН. 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. E-mail: galen7@yandex.ru

**Автор, ответственный за переписку:** Абрахманов Р.Р.

#### Information about authors:

**Abakirov Medetbek Dzhumabekovich** – Doctor of Medicine, professor at the Department of Traumatology and Orthopedics of Medical Institute of RUDN University. 117198, г. Moscow, Miklukho-Maklaya str. 6. E-mail: medetbek@mail.ru

**Abdrakhmanov Rinat Ravilevich** – PhD in Medicine, Trauma and Orthopedic Surgeon, Clinic K+31, Moscow, 119361, Lobachevskogo str, 42-4. E-mail: rinat.abdr@gmail.com

**Damazh Ali Saidovich** – Postgraduate at the Department of Traumatology and Orthopedics of Medical Institute of RUDN University. 117198, г. Moscow, Miklukho-Maklaya str. 6. E-mail: doctordamaj@gmail.com

**Tkeshelashvili Tejmuraz Tejmurazovich** – Postgraduate at the Department of Traumatology and Orthopedics of Medical Institute of RUDN University. 117198, г. Moscow, Miklukho-Maklaya str. 6. E-mail: tkeshelashvili@mail.ru

**Egamov Marsel' Maratovich** – Postgraduate at the Department of Traumatology and Orthopedics of Medical Institute of RUDN University. 117198, г. Moscow, Miklukho-Maklaya str. 6. E-mail: emm\_doc@mail.ru

**Karpovich Nikolaj Ivanovich** – PhD in Medicine, Associate professor at the Department of Traumatology and Orthopedics of Medical Institute of RUDN University. 117198, г. Moscow, Miklukho-Maklaya str. 6. E-mail: galen7@yandex.ru

**Corresponding author:** Abdrakhmanov R.R.



<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-16-22>

УДК 617.3

© А.О. Денисов, Р.М. Тихилов, А.Н. Коваленко, И.И. Шубняков, С.С. Билык, А.А. Джавадов, 2023

Оригинальная статья / Original article



## ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЯЖЕСТИ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ В ОБЛАСТИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

**А.О. ДЕНИСОВ, Р.М. ТИХИЛОВ, А.Н. КОВАЛЕНКО, И.И. ШУБНЯКОВ, С.С. БИЛЫК, А.А. ДЖАВАДОВ**

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, 195427, Санкт-Петербург, Россия

### Аннотация

**Введение.** Как известно, трудности при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава чаще всего обусловлены дефицитом и качеством костной ткани в области вертлужной впадины. Для определения тактики хирургического лечения и компонентов используются различные классификации костных дефектов, которые периодически актуализируются или претерпевают пересмотр и уточнение. Однако, необходимо понимать, что даже используя такие «удобные» классификации, оценить изменения в области вертлужной впадины не всегда возможно по плоскостным рентгенограммам. Для решения и разрешения таких спорных случаев и возможности практического применения различных классификаций еще на этапе планирования целесообразно использовать трехмерную реконструкцию.

**Цель.** Определить роль и место трехмерной визуализации костей таза у пациентов с тяжелыми дефектами вертлужной впадины по классификации A.Gross/K.Saleh

**Материалы и методы.** Для настоящего экспериментального исследования был разработан опросник, состоящий из двух блоков: знакомства с экзаменуемым и непосредственно вопросов по оценке 20 клинических случаев. Экзаменуемым предлагалось оценить состояние вертлужной впадины на предмет ограниченности и неограниченности костного дефекта по классификации A.Gross/K.Saleh исключительно на основе рентгенологического исследования. Впоследствии ответы хирургов по каждому клиническому случаю мы сопоставляли с типом дефекта (ограниченный или неограниченный) на основании выполненной разработчиком опросника трехмерной реконструкцией.

**Результаты:** В исследовании приняли участие 12 хирургов с разным опытом ревизионных операций. Коэффициент согласованности Каппа Коэна при сравнительной оценке рентгенологического изображения и трехмерной визуализации между обучающимися и разработчиками оказался равен 0,111 (95% ДИ 0,03 - 0,256), между опытными специалистами - 0,1538 (95% ДИ 0,02-0,33), между профессионалами - 0,3043 (95% ДИ 0,036-0,576) соответственно, что во всех случаях свидетельствует о низких результатах, хотя и имеет небольшие статистически незначимые различия.

**Выводы:** Таким образом, результаты проведенного экспериментального исследования выявили недостаточное понимание клинической ситуации на основании плоскостных рентгенограмм (а именно, тяжести дефекта костной ткани в области вертлужной впадины) и делают целесообразным рутинное применение современных компьютерных технологий в сложных случаях, а, именно, трехмерной визуализации.

**Ключевые слова:** дефекты костной ткани вертлужной впадины, тазобедренный сустав, трехмерная визуализация, ревизионная артропластика

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

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Денисов А.О., Тихилов Р.М., Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Билык С.С., Джавадов А.А., ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЯЖЕСТИ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ В ОБЛАСТИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 2(52). С. 16–22 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-16-22>

## THE FEASIBILITY OF THREE-DIMENSIONAL VISUALIZATION IN DETERMINING THE SEVERITY OF BONE DEFECTS IN THE ACETABULUM

**ALEXEY O. DENISOV, RASHID M. TIKHILOV, ANTON N. KOVALENKO, IGOR I. SHUBNYAKOV, STANISLAV S. BILYK, ALISAGIB A. DZHAVADOV**

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, 195427, St. Petersburg, Russia

### Abstract

**Introduction:** As is known, difficulties in revision hip arthroplasty are most often due to the deficiency and quality of bone tissue in the acetabulum. To determine the tactics of surgical treatment and components, various classifications of bone defects are used, which are periodically updated or undergo revision and refinement. However, it must be understood that even using such “convenient” classifications, it is not always possible to assess changes in the

acetabular region using planar radiographs. To solve and resolve such controversial cases and the possibility of practical application of various classifications, it is advisable to use a three-dimensional reconstruction even at the planning stage.

**Purpose.** To determine the role and place of three-dimensional visualization of the pelvic bones in patients with severe defects of the acetabulum according to the classification of A.Gross/K.Saleh

**Materials and Methods:** For this experimental study, a questionnaire was developed, consisting of two blocks: acquaintance with the examinee and direct questions on the assessment of 20 clinical cases. The examinees were asked to assess the state of the acetabulum for limited and unlimited bone defects according to the A.Gross/K.Saleh classification solely on the basis of X-ray examination. Subsequently, we compared the responses of surgeons for each clinical case with the type of defect (contained or uncontained) based on a three-dimensional reconstruction performed by the developer of the questionnaire.

**Results:** The study involved 12 surgeons with different experience in revision surgery. Cohen's Kappa consistency coefficient in the comparative assessment of X-ray image and three-dimensional visualization between students and developers was equal to 0.111 (95% CI 0.03 - 0.256), between experienced specialists - 0.1538 (95% CI 0.02-0.33), between professionals - 0.3043 (95% CI 0.036-0.576), respectively, which in all cases indicates low results, although it has small statistically insignificant differences.

**Conclusions:** Thus, the results of the experimental study revealed an insufficient understanding of the clinical situation based on planar radiographs (namely, the severity of the bone tissue defect in the acetabular region) and make it expedient to routinely use modern computer technologies in complex cases, namely, three-dimensional visualization

**Key words:** acetabular bone defects, hip joint, 3D visualization, revision arthroplasty

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

**Funding:** the study had no sponsorship

**For citation:** Denisov A.O., Tikhilov R.M., Kovalenko A.N., Shubnyakov I.I., Bilyk S.S., Dzhavadov A.A., THE FEASIBILITY OF THREE-DIMENSIONAL VISUALIZATION IN DETERMINING THE SEVERITY OF BONE DEFECTS IN THE ACETABULUM. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023. № 2, pp. 16–22 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-16-22>

## Введение

Отличные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава привели к росту числа таких операций, сделав их методом выбора у большинства взрослых пациентов с выраженной патологией тазобедренного сустава [1-3]. Это закономерно привело и к увеличению количества ревизионных артропластик, результаты которых чаще всего не дают высоких результатов и такой же степени успеха [4].

Как известно, трудности при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава чаще всего обусловлены дефицитом и качеством костной ткани в области вертлужной впадины. [5].

Для определения тактики хирургического лечения и компонентов используются различные классификации костных дефектов, которые периодически актуализируются или претерпевают пересмотр и уточнение.

В настоящее время широкую популярность для понимания степени сложности оперативного лечения приобрела классификация W.G. Paprosky, опубликованная им еще в прошлом столетии [6].

Однако, в ряде случаев, используя рассматриваемую классификацию невозможно определить объем разрушения костной ткани, так как, иногда стандартизируя тип дефекта по предложенным алгоритмам W.Paprosky в реальной ситуации мы имеем дело с совершенно разными ситуациями и, соответственно, с разной тактикой лечения [7].

В таких случаях целесообразно дополнять характеристику костных дефектов в области вертлужной впадины наличием ограниченности и неограниченности, что в большинстве слу-

чаев и объясняет степень тяжести ситуации. На эти вопросы отвечает наиболее удачная на наш взгляд классификация A.Gross с доработкой K.Saleh, которая ориентирована на объем сохраняющейся кости вертлужной впадины и характер дефекта – ограниченный или неограниченный [8].

Однако, необходимо понимать, что даже используя такую удобную классификацию, оценить изменения в области вертлужной впадины не всегда возможно по плоскостным рентгенограммам.

Для решения и разрешения таких спорных случаев и возможности практического применения классификации A.Gross с дополнениями K.Saleh еще на этапе планирования целесообразно использовать трехмерную реконструкцию, которая при правильной сегментации и очистке изображения от имплантата исчерпывающе показывает выраженность изменений костной ткани на предмет наличия дна, что является крайне важным для выбора тактики хирургического лечения и применения того или иного имплантата.

Исходя из вышеизложенного, представляется интересным подтвердить целесообразность рутинного применения трехмерной визуализации при планировании на ревизионную артропластику пациентов с выраженными дефектами костной в области вертлужной впадины.

Настоящее исследование является продолжением работы, в которой определялась роль трехмерной визуализации при интерпретации рентгенограмм с позиции костных дефектов по классификации W.Paprosky [9]. Однако, как показывает практика, во многих случаях определение типа дефекта по уже рассмотренной классификации на плоскостных рентгенограм-

мах не вызывает проблем. А вот как раз сложности вызывает определение ограниченности и неограниченности дефектов, так как в большинстве случаев это является ключевыми аспектами при выборе типа имплантата.

**Цель.** Определить роль и место трехмерной визуализации костей таза у пациентов с тяжелыми костными дефектами вертлужной впадины по классификации A.Gross/K.Saleh.

### Материалы и методы.

Для настоящего экспериментального исследования был разработан опросник, который состоит из двух блоков: знакомства с экзаменуемым и непосредственно вопросов по оценке 20 клинических случаев. (рис.1). Он размещен в открытом доступе по веб-адресу <https://docs.google.com/forms/d/1mAhIqcfaKcJzCLeal4JM9o3hGA-Tr4vqnaB659eXnWg/edit>

Опыт эндопротезирования ТБС \*

Менее 10 лет    От 10 до 20 лет    От 21 до 30 лет    свыше 30 лет

Кол-во лет               

---

Уровень ЛПУ \*

районная больница

городская больница

областная больница

федеральное учреждение

клиника университета/кафедра на базе больницы

НИИТО

---

Количество выполняемых первичных эндопротезирований ТБС в год \*

Менее 10    От 10 до 30    от 31 до 50    от 51 до 100    свыше 100

Кол-во операций                   

---

Количество выполняемых ревизионных эндопротезирований ТБС в год \*

Менее 10    От 10 до 30    от 31 до 50    от 51 до 100    свыше 100

Кол-во операций                   

Рис. 1. Вопросы первичного блока

Экзаменуемым предлагалось оценить состояние вертлужной впадины на предмет ограниченности и неограниченности костного дефекта по классификации A.Gross/K.Saleh исключительно на основе плоскостного стандартного рентгенологического исследования.

Для каждого случая было необходимо ответить только на 1 вопрос (рис 2) с возможностью определения типа дефекта согласно классификации A.Gross/K.Saleh.

Впоследствии ответы хирургов по каждому клиническому случаю мы сопоставляли с типом дефекта (ограниченный или неограниченный) на основании выполненной разработчиком опросника трехмерной реконструкцией.

Определение ограниченности и неограниченности дефекта костной ткани с помощью трехмерной визуализации, как правило, не составляло труда для авторов опросника (оперирующих хирургов с большим опытом), поэтому мы считали мнение разработчика наиболее правильным.

Статистическую обработку проводили в программе BlueSky Statistics v.10.2.0. Для определения согласованности хирургов с разработчиком при определении типа дефекта по A.Gross/K.Saleh использовался коэффициент согласованности Каппа Коэна.

К какому типу Вы бы отнесли дефект по классификации Saleh&Gross? \*

| Классификация A.Gross с дополнениями K.Saleh |  |
|--|--|
| Тип I  | Нет существенной потери костного запаса  |
| Тип II                                       | Ограниченный дефект, имеются кавитарные расширения вертлужной впадины, но без дефицита стенок                                      |
| Тип III                                      | Неограниченный дефект кости с сегментарной потерей вертлужной впадины менее 50%, включающий переднюю или заднюю колонну            |
| Тип IV                                       | Неограниченный дефект кости с сегментарной потерей более 50% вертлужной впадины, затрагивающий как переднюю, так и заднюю колонны. |
| Тип V  | Разобщение тазового кольца с неограниченным дефектом кости   |

I    II    III    IV    V

Тип дефекта                   

Рис. 2. Наглядное представление классификации и вопросов к хирургу с выбором типа костного дефекта по классификации A.Gross/K.Saleh

### Результаты

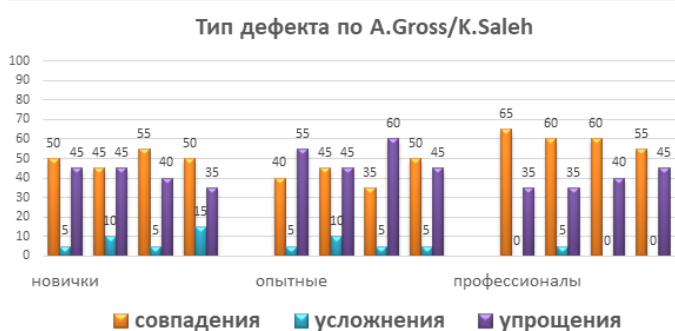
В исследовании приняли участие 12 хирургов, которые в зависимости от хирургического опыта ревизионных операций были разделены на 3 группы: а) обучающиеся (10-30 ревизий в год); б) хирурги с опытом ревизий - выполняющие от до 50 операций ревизионного эндопротезирования ТБС в год; в) профессионалы - выполняющие свыше 50 операций ревизионного эндопротезирования ТБС в год (таб.1).

Таблица 1.

#### Распределение тестируемых хирургов в зависимости от опыта выполнения ревизионной артропластики

|                       |    |
|-----------------------|----|
| Обучающиеся (10-30)   | 4  |
| Опытные (31-50)       | 4  |
| Профессионалы (51-99) | 4  |
| Итого:                | 12 |

При оценке результатов было выявлено, что, отвечая на вопрос определения типа дефекта по классификации A.Gross/K.Saleh, количество совпадений, для плоскостного рентгенологического изображения и трехмерной реконструкции, составило от 35% до 65% среди хирургов с разным опытом операций. У тестируемых с минимальным опытом ревизионной хирургии тазобедренного сустава совпадения в интерпретации типа костного дефекта с результатами трехмерной реконструкции составили от 45% до 55%, в группе более опытных хирургов от 40% до 50%, а в группе профессионалов - от 55% до 65% соответственно. Кроме того, наиболее опытные хирурги практически не усложняли тип дефекта. (рис 3).



**Рисунок 3.** Сравнительный анализ отличий при определении типа дефекта по классификации A.Gross/K.Saleh хирургами с разным опытом ревизионной артропластики.

Коэффициент согласованности Каппа Коэна при сравнительной оценке рентгенологического изображения и трехмерной визуализации между обучающимися и разработчиками оказался равен 0,111 (95% ДИ 0,03 - 0,256), между опытными специалистами - 0,1538 (95% ДИ 0,02-0,33), между профессионалами - 0,3043 (95% ДИ 0,036-0,576) соответственно, что во всех случаях свидетельствует о низких результатах, хотя и имеет небольшие статистически незначимые различия, то есть плоскостное изображение в недостаточной мере раскрывает величину костных дефектов.

### Обсуждение

Традиционный метод предоперационного планирования операции эндопротезирования тазобедренного сустава - это простое наложение шаблонной пленки на рентгенограммы, чтобы сделать выводы как о вероятном размере, так и о положении имплантата [10-12.]. С появлением цифровой рентгенографии и интегрированием в учреждении системы (PACS) с программой планировщиком, произошли сдвиги в сторону цифровых технологий с использованием компьютерных шаблонов [12,13]. Однако, этот метод может быть не совсем точным из-за двумерного характера шаблонирования, так как часто не определяются трехмерные костные структуры [12,13].

С помощью программного обеспечения 3D-СТ модель таза создается с использованием 2D-срезов КТ пациента. В дальнейшем в зависимости от программного обеспечения могут быть рассчитаны вероятные размеры компонентов и измерено положение внутри модели для достижения наилучшего результата [14,17]. Это особенно полезно для менее опытных хирургов-ортопедов, поскольку 3D-СТ помогают автоматизировать и повысить точность в процессе подбора имплантатов [16,17]. Кроме того, возможность визуализировать анатомию таза ex-vivo позволяет хирургам оценить уникальную анатомию пациента, что невозможно при стандартной визуализации, что дает им более конкретное представление о том, чего ожидать от операции. Это может помочь хирургам предвидеть возможные интраоперационные осложнения. [19]

Необходимо отметить, что нет необходимости использования объемной визуализации в стандартных случаях первичного эндопротезирования, но это может быть дополнительным инструментом при сложных случаях первичного и ревизионного эндопротезирования. Поскольку для выполнения 3D-визуализации необходимы проведение МСКТ, дополнительное программное обеспечение, кропотливая работа биоинженера, то сроки госпитализации увеличиваются, соответственно, растут ожидания пациента и стоимость лечения. Поэтому в рядовых случаях стоит ограничиться стандартным предоперационным планированием с использованием рентгенограмм в нескольких проекциях.

Однако, в сложных случаях ревизионной артропластики выполнение трехмерной визуализации на этапе планирования должно стать рутинным, особенно при наличии костных дефектов в области вертлужной впадины и бедра, например, при различных посттравматических ситуациях. [20]. В некоторых случаях целесообразна и печать прототипов с целью тактильной визуализации всей сложности предстоящих проблем, что собственно говоря, и применяется в большинстве крупных высокоспециализированных центров за рубежом. Актуальным является трехмерная реконструкция при планирующихся остеотомиях, а также при лечении злокачественных опухолей костей, когда требуется реконструкция анатомических частей после удаления больших участков. [21,22.].

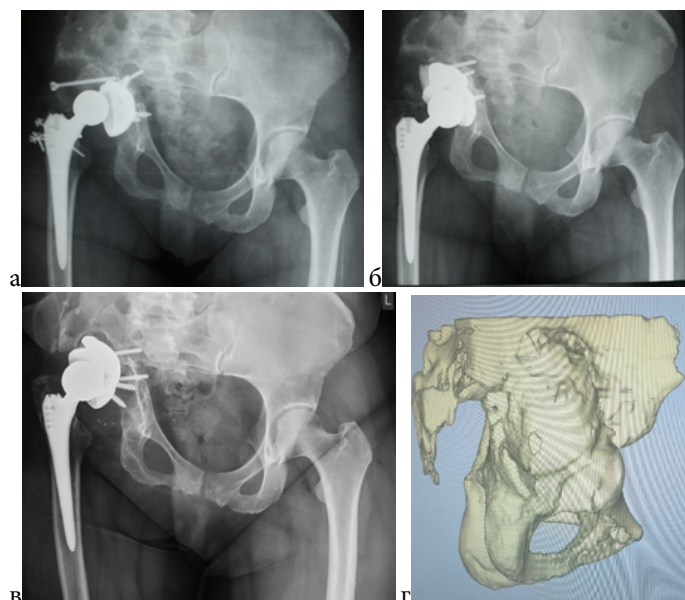
Прямое влияние трехмерная реконструкция оказывает, помимо «удобной» визуализации» на возникновение осложнений, а именно, на их снижение. Некоторые авторы описывают даже уменьшение интраоперационной кровопотери и сокращение времени операции при трехмерной визуализации на этапе планирования. [22,23].

В ходе проведенного исследования нами было оценено восприятие типа дефекта вертлужной впадины хирургами с различным хирургическим опытом на плоскостных рентгенограммах. Правильность интерпретаций дефектов сравнивали с трехмерной реконструкцией каждого из 20 случаев.

Полученные данные подтвердили выводы предыдущего исследования по оценке костной ткани по классификации

W.Paprosky и свидетельствуют о значительных погрешностях в определении хирургом типа костного дефекта и по классификации A.Gross/K.Saleh конкретного клинического наблюдения. Коэффициент согласованности Каппа Коэна с правильными ответами разработчика показал очень низкое значение (0,3043 даже в группе профессионалов), что делает плоскостные рентгенограммы недостаточными для оценки величины дефектов костной ткани, особенно в сложных случаях.

Кроме того, недооценка ограниченности и неограниченности дефектов напрямую влияет на возникновение осложнений. (рис.4)



**Рисунок 4.** Рг. пациентки К, 42 лет. а) до операции б) сразу после хирургического лечения в) через 9 мес. после операции. г) Трехмерная визуализация (ретроспективно) до операции. Больная поступила в клинику с признаками асептического расшатывания ацетабулярного компонента и дефектами костной ткани типа 3А по классификации W.Paprosky. Выполнена ревизионная операция с заменой вертлужного компонента на ацетабулярный компонент из трабекулярного металла с пластикой крыши вертлужной впадины аугментом также из трабекулярного металла и дополнительной фиксацией значительным количеством винтов. Через 9 мес. вновь появились боли в области оперированного сустава и на контрольных рентгенограммах выявлено расшатывание ацетабулярного компонента с его миграцией. Необычным является тот факт, что даже специализированное инновационное танталовое покрытие не позволило возникнуть адекватной остеоинтеграции. В данной ситуации имелась очевидная недооценка сложности анатомических изменений, а именно пренебрежением или неправильной интерпретацией ограниченности или неограниченности типа костного дефекта по классификации A.Gross/K.Saleh (рис. 4г), что и не позволило создать адекватную точку опоры на ацетабулярный компонент, даже с применением аугмента.

Такие значимые различия при оценке ограниченности типов костных дефектов вертлужной впадины могут быть связаны

с ограничениями возможностей визуализации плоскостного рентгенологического исследования или неправильной их интерпретацией.

Необходимо отметить также, что несмотря на инновационные методы, к которым бесспорно относится трехмерная визуализация, крайне важным является ее правильное воспроизведение, а именно, грамотное и точное сегментирование и «очистка» от расшатанного имплантата и особенно от остатков костного цемента, так как, в ряде случаев, возможно ятрогенно с помощью простого персонального компьютера упростить или усложнить состояние костной ткани вертлужной впадины и тем самым спровоцировать неправильный выбор тактики лечения и, соответственно, имплантата.

Таким образом, результаты проведенного экспериментального исследования подтверждают недостаточность плоскостных рентгенограмм для оценки величины дефектов костной ткани и делают необходимым использование возможностей современных компьютерных технологий, а именно, трехмерной визуализации, позволяющий выбрать правильную тактику хирургического вмешательства, адекватный имплантат, уверенно выполнять все манипуляции в ходе операции, снизить количество осложнений, соответственно, повысить качество жизни, ну, или, передать больного в другую клинику к более опытным хирургам.

#### Список литературы

1. Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Чёрный А.Ж. Обеспечивают ли новые и более дорогие имплантаты лучший результат эндопротезирования тазобедренного сустава? Травматология и ортопедия России. 2015;(1):5-20. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-1-30-36. (Kovalenko A.N., Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Cherny A.Z. Do new and more expensive implants provide better outcomes in total hip arthroplasty? Traumatology and Orthopedics of Russia. 2015; 21:5-20. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-1-30-36)
2. Волченко, Д.В. Клинико-функциональные и инструментальные результаты тотального эндопротезирования тазобедренного сустава при первичном остеоартрите / Д. В. Волченко, А. Ю. Терсков, И. Ф. Ахтямов [и др.]. Медицинский алфавит. 2019;2(37):34-39. (Volchenko D.V., Terskov A.Yu., Akhtyamov I.F. Clinical-functional and instrumental results of total hip arthroplasty in primary osteoarthritis. Medical Alphabet. 2019; 2(37):34-39)
3. Pabinger C., Lothaller H., Portner N., Geissler A. Projections of hip arthroplasty in OECD countries up to 2050. Hip Int. 2018;28(5):498-506
4. Vanhegan I.S., Malik A.K., Jayakumar P., Islam S.U.I., Haddad F.S. A financial analysis of revision hip arthroplasty: the economic burden in relation to the national tariff. J Bone Joint Surg Br. 2012; 94(5): 619-623
5. Shon W.Y., Santhanam S.S. Choi J.W. Acetabular Reconstruction in Total Hip. Arthroplasty Hip Pelvis. 2016; 28, (1):1-14
6. Paprosky W.G., Perona P.G., Lawrence J.M. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. J. Arthroplasty. 1994; 9, (1):33-44

7. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О. Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений). Травматология и ортопедия России. 2019. Т. 25. (1): 122-141. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141. (Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Denisov A.O. Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases). Traumatology and Orthopedics of Russia. 2019;25. (1):122-141. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141)
8. Saleh, K.J. Development, test reliability and validation of a classification for revision hip arthroplasty. J. Orthop. Res. 2001;19,(1):50-56
9. Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Джавадов А.А., Бильк С.С., Черкасов М.А., Амбросенков А.В., Антипов А.П. Роль трехмерной визуализации при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. Гений ортопедии. 2020; 26(3):364-369. (Kovalenko A.N., Shubniakov I.I., Dzhavadov A.A., Bilyk S.S., Cherkasov M.A., Ambrosenkov A.V., Antipov A.P. The role of three-dimensional visualization in revision hip arthroplasty. Genij Ortopedii. 2020; 26, 3: 364-369. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-3-364-369).
10. Carter LW, Stovall DO, Young TR. Determination of accuracy of preoperative templating of noncemented femoral prostheses. J Arthroplasty. 1995 Aug;10(4):507-13.
11. Knight JL, Atwater RD. Preoperative planning for total hip arthroplasty. J Arthroplasty. 1992 Jan;7:403-9. 10. Miller AG, and others. Total knee arthroplasty component templating: a predictive model. J Arthroplasty. 2012 Oct;27(9):1707-9
12. Miller AG, and others. Total knee arthroplasty component templating: a predictive model. J Arthroplasty. 2012 Oct;27(9):1707-9. 11.
13. Shaarani SR, McHugh G, Collins DA. Accuracy of Digital Preoperative Templating in 100 Consecutive Uncemented Total Hip Arthroplasties. A Single Surgeon Series. J Arthroplasty. 2013;28(2):331-7
14. Zeng Y, and others. Three-dimensional Computerized Preoperative Planning of Total Hip Arthroplasty with High-Riding Dislocation Developmental Dysplasia of the Hip. Orthop Surg. 2014;6(2):95-102.,
15. Sariali E, and others. Accuracy of the preoperative planning for cementless total hip arthroplasty. A randomised comparison between three-dimensional computerised planning and conventional templating. Orthop Traumatol Surg Res. 2012;98(2):151-8.
16. Viceconti M, and others. CT-based surgical planning software improves the accuracy of total hip replacement preoperative planning. Med Eng Phys. 2003;25:371-7.
17. Sariali E, and others. Accuracy of reconstruction of the hip using computerised three-dimensional pre-operative planning and a cementless modular neck. J Bone Jt Surg - Br Vol. 2009;91-B(3):333-40
18. Viceconti M, and others. CT-based surgical planning software improves the accuracy of total hip replacement preoperative planning. Med Eng Phys. 2003;25:371-7.
19. Sariali E, Catonne Y, Pascal-Moussellard H. Threedimensional planning-guided total hip arthroplasty through a minimally invasive direct anterior approach. Clinical outcomes at five years' follow-up. Int Orthop. 2016;1-7.
20. Тихилов Р.М., Джавадов А.А., Коваленко А.Н., Денисов А.О., Демин А.С., Ваграмян А.Г., Шубняков И.И. Какие особенности дефекта вертлужной впадины влияют на выбор ацетабулярного компонента при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава? Травматология и ортопедия России. 2020; 26(2):31-49. (Tikhilov R.M., Dzhavadov A.A., Kovalenko A.N., et al. What Characteristics of the Acetabular Defect Influence the Choice of the Acetabular Component During Revision Hip Arthroplasty? // Traumatology and Orthopedics of Russia. – 2020; 26.(2): 31-49. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-31-49)
21. Hung C.C., Li Y.T., Chou Y.C. Conventional plate fixation method versus pre-operative virtual simulation and three-dimensional printing-assisted contoured plate fixation method in the treatment of anterior pelvic ring fracture,” International Orthopaedics, 2019;43,(2):425-431
22. Xiao J.R., Huang W.D., Yang X. H. En bloc resection of primary malignant bone tumor in the cervical spine based on 3-dimensional printing technology. Orthopaedic Surgery. 2016;8,(2): 171-178.
23. Zhang Y.D., Wu R.Y., Xie D.D., Zhang L., He Y. Effect of 3D printing technology on pelvic fractures: a meta-analysis,” Zhongguo gu shang. China journal of orthopaedics and traumatology. 2018;31,(5):465-471, 2018

#### Информация об авторах:

**Денисов Алексей Олегович** — канд. мед. наук, ученый секретарь, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия e-mail: med-03@yandex.ru т.89650733881. Ответственный за переписку с редакцией.

**Тихилов Рашид Муртузалиевич** — д-р мед. наук, профессор, директор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия e-mail: rtikhilov@gmail.com

**Коваленко Антон Николаевич** — канд. мед. наук, научный сотрудник, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: tonnchik@ya.ru

**Шубняков Игорь Иванович** — д-р мед. наук, заместитель директора по работе с регионами, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия e-mail: shubnyakov@mail.ru

**Бильк Станислав Сергеевич** — лаборант-исследователь, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: bss0413@gmail.com

**Джавадов Алисагиб Аббасович** — лаборант-исследователь ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: alisagib.dzhavadov@mail.ru

## Information about authors:

**Alexey O. Denisov** — Cand. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia e-mail: med-03@yandex.ru

**Rashid M. Tikhilov** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; e-mail: rtikhilov@gmail.com

**Anton N. Kovalenko** — Cand. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia. E-mail: tonnchik@ya.ru

**Igor I. Shubnyakov** — Dr. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia e-mail: shubnyakov@mail.ru

**Stanislav S. Bilyk** — research assistant, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia. E-mail: bss0413@gmail.com

**Alisagib A. Dzhavadov** - research assistant, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia. E-mail: alisagib.dzhavadov@mail.ru

<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-23-31>

УДК 616.728.2:616.72-007.248-089.844:615.825



© А.М. Миromanов, С.О. Давыдов, О.Б. Миронова, О.В. Петрова, О.А. Кошкин, 2023

Оригинальная статья / Original article

## ПРИМЕНЕНИЕ АКВАКИНЕЗИТЕРАПИИ В ПРОГРАММЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНЫМ КОКСАРТРИТОМ ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОЙ АРТРОПЛАСТИКИ

А.М. МИРОМАНОВ<sup>1,2</sup>, С.О. ДАВЫДОВ<sup>1,2</sup>, О.Б. МИРОНОВА<sup>1</sup>, О.В. ПЕТРОВА<sup>2</sup>, О.А. КОШКИН<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, 672000, Чита, Россия

<sup>2</sup> Инновационная клиника «Академия здоровья», 672038, Чита, Россия

### Аннотация

**Цель исследования** - оценить эффективность аквакинезотерапии в программе реабилитации пациентов с первичным остеоартритом тазобедренного сустава после первичной тотальной артропластики.

**Материалы и методы.** Проведено рандомизированное контролируемое исследование 90 пациентов с первичным коксартритом 3 стадии по классификации Келлгрэн-Лоуренса, с нарушением функции суставов II степени. I группу (контроля) составили 30 пациентов (63[58;70] лет) - восстановительное лечение осуществляли методом кинезотерапии после операции. II группа (n=30) (65[59;70] лет) - реабилитация осуществлялась методом кинезотерапии в до- и послеоперационном периоде. III группа - пациенты 65,5[59,3;70] лет (n=30) - реабилитация выполнялась методом аквакинезотерапии до- и после операции. Все группы были сопоставимы по возрасту, полу, стадии остеоартрита, проводимому анестезиологическому пособию, оперативному лечению, виду имплантов и сопутствующей патологии. Оценка эффективности реабилитации определяли с помощью лазерной оптической топографии (DIERS®, Германия); шкалы Харриса; силы мышц, болевого синдрома по ВАШ и опросника Спилбергера-Ханина. Статистическая обработка производилась программой IBMSPSS Statistics Version 25.0.

**Результаты.** Анализ данных оптических топограмм показал значимую разницу только с 1 группой на 45 сутки после операции. Напротив, при сравнении клинико-инструментальных параметров, отмечена значимость различий не только с 1 группой, но и между 2 и 3 группами как в дооперационном (после курса ЛФК), так и в послеоперационном периоде. Анализируя данные опросника установлено, что статистическая значимость различий установлена между 2 и 3 группой ( $\chi^2=9,188$ ,  $p=0,035$ ) только после операции.

**Заключение.** Использование аквакинезотерапии в комплексной программе реабилитации перед и после проведения первичной тотальной артропластики у пациентов с первичным остеоартритом тазобедренного сустава способствует эффективному воздействию на опорно-двигательную систему, что приводит не только к значимому восстановлению функции конечности, но и в целом оказывает благоприятное воздействие на макроорганизм, тем самым улучшая качество его жизни.

**Ключевые слова:** реабилитация, первичный остеоартрит, тотальное эндопротезирование, кинезотерапия, аквакинезотерапия.

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

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Миromanов А.М., Давыдов С.О., Миронова О.Б., Петрова О.В., Кошкин О.А., ПРИМЕНЕНИЕ АКВАКИНЕЗИТЕРАПИИ В ПРОГРАММЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНЫМ КОКСАРТРИТОМ ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОЙ АРТРОПЛАСТИКИ. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 2(52). С. 23–31 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-23-31>

**Этическая экспертиза.** Пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании и дали согласие на обработку и публикацию клинического материала. Исследование одобрено этическим комитетом.

## APPLICATION OF AQUAKINESITHERAPY IN THE PROGRAM OF REHABILITATION OF PATIENTS WITH PRIMARY COXARTHROSIS AFTER TOTAL ARTHROPLASTY

ALEXANDER M. MIROMANOV<sup>1,2</sup>, SERGEY O. DAVYDOV<sup>1,2</sup>, OLGA M. MIRONOVA<sup>1</sup>, OLGA V. PETROVA<sup>2</sup>, OLEG A. KOSHKIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Chita State Medical Academy of the Ministry of Health of the Russia, 672000, Chita, Russia

<sup>2</sup> Innovative Clinic Academy of Health, 672038, Chita, Russia



**Abstract**

**The purpose** - to evaluate the efficacy of aquakinesotherapy in a rehabilitation program for patients with primary hip osteoarthritis after primary total arthroplasty.

**Materials and methods.** A randomized controlled trial of 90 patients with primary coxarthrosis stage 3 according to the Kellgren-Lawrence classification, with II-degree joint dysfunction was carried out. Group I (control) consisted of 30 patients (63[58;70] years old) - rehabilitation treatment was carried out by the method of kinesitherapy after surgery. Group II (n=30) (65[59;70] years) - rehabilitation was carried out by the method of kinesitherapy in the pre- and postoperative period. Group III - patients aged 65.5[59.3;70] years (n=30) - rehabilitation was performed by aquakinesotherapy before and after surgery. All groups were comparable in age, sex, osteoarthritis stage, anesthesiology manual, operative treatment, implant type and comorbidity. Evaluation of the effectiveness of rehabilitation was determined by laser optical topography (DIERS®, Germany); Harris scales; muscle strength, scales pain syndrome, and the Spielberger-Hanin questionnaire. Statistical processing was performed by IBMSPSS Statistics Version 25.0.

**Results.** Analysis of optical topograms showed a significant difference with only 1 group on day 45 after surgery. On the contrary, when comparing clinical and instrumental parameters, the significance of differences was noted not only with group 1, but also between groups 2 and 3 both in the pre-operative (after the course of exercise therapy) and in the postoperative period. Analyzing the data of the questionnaire, it was found that the statistical significance of the differences was established between group 2 and 3 ( $\chi^2=9.188$ ,  $p=0.035$ ) only after surgery.

**Conclusion.** The use of aquakinesotherapy in a comprehensive rehabilitation program before and after primary total arthroplasty in patients with primary osteoarthritis of the hip joint contributes to an effective effect on the musculoskeletal system, which leads not only to a significant restoration of limb function, but also generally has a beneficial effect on the organism, thereby improving his quality of life.

**Key words:** rehabilitation, primary osteoarthritis, total arthroplasty, kinesitherapy, aquakinesotherapy.

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

**Funding:** the study had no sponsorship

**For citation:** Miromanov A.M., Davydov S.O., Mironova O.B., Petrova O.V., Koshkin O.A., APPLICATION OF AQUAKINESITHERAPY IN THE PROGRAM OF REHABILITATION OF PATIENTS WITH PRIMARY COXARTHROSIS AFTER TOTAL ARTHROPLASTY. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023 № 2. pp. 23–31 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-23-31>

**Введение**

Первичный остеоартрит тазобедренных суставов – наиболее распространенная нозологическая форма патологии суставов. В структуре инвалидности у лиц трудоспособного возраста данная патология занимает лидирующие позиции и в 80% случаев требует проведения оперативного лечения [1, 2, 3].

Дегенеративно-дистрофические изменения тканей пораженного сустава способствуют развитию изменений моторных и статических функций, в результате которых со временем происходит нарушение мышечного баланса пораженной конечности, а в последующем и других областей. Артропластика является лишь этапом лечения длительно существующего комплекса костно-мышечной патологии [4] в результате чего послеоперационная реабилитация показана абсолютно всем пациентам [5].

Реабилитация после эндопротезирования суставов включает различное медикаментозное, физиотерапевтическое лечение, а также массаж и лечебную физкультуру (ЛФК). При сочетании лечебных факторов, каждый из которых оказывает специфическое воздействие на патогенез конкретного синдрома, эффекты суммируются и усиливают друг друга. Основным средством физической реабилитации является ЛФК. В настоящее время разрабатываются и научно обосновываются различные комплексные программы восстановления. Для каждого периода определяются свои задачи и план лечения [6, 7].

В настоящее время для лечения заболеваний суставов, а также в реабилитации после эндопротезирования всё шире

используется кинезитерапия. Согласно современной концепции кинезитерапии восстановительные программы составляются индивидуально и проводятся на специальных тренажерах. Большинство применяемых восстановительных методов осуществляются в послеоперационном периоде, разнопланово и исключают применение тренажеров силового ряда. В основном задействованы простейшие блочные устройства, на которых пациент занимается в условиях кровати [7].

Очень часто отмечается полное отсутствие каких-либо реабилитационных мероприятий, что существенно увеличивает сроки восстановительного периода. При анализе различных источников информации можно сделать вывод, что нет определенной схемы в программе реабилитации больных с первичным остеоартритом тазобедренного сустава [8, 9, 10]. Таким образом, разработка и внедрение в практику инновационных систем реабилитации является одним из приоритетных направлений современной медицины [11].

**Цель работы** – оценить эффективность аквакинезитерапии в программе реабилитации пациентов с первичным остеоартритом тазобедренного сустава после первичной тотальной артропластики.

**Материалы и методы**

На базе Инновационной клиники «Академия здоровья» (г. Чита) проведено рандомизированное контролируемое исследование 90 пациентов с первичным остеоартритом тазобедренного сустава третьей стадии по классификации Келлгрена-

Лоуренса. Нарушение функции пораженных суставов во всех случаях отмечалось на уровне II степени. Возраст пациентов варьировал в пределах 55-75 лет (64 [58,3;70]). Одной операционной бригадой всем пациентам проведена тотальная артропластика по стандартной методике с использованием имплантатов бесцементной фиксации иностранного производства (Швейцария, США).

I группу (контроля) составили 30 пациентов в возрасте – 63 [58;70] лет. В данной группе восстановительное лечение осуществляли методом кинезитерапии в послеоперационном периоде. II группа представлена 30 больными аналогичного возраста (65 [59;70] лет). Реабилитация осуществлялась путем применения кинезитерапии в до- и послеоперационном периоде. III группу составили пациенты возрасте 65,5 [59,3;70] лет (n=30) - реабилитация в рассматриваемой группе выполнялась методом аквакинезитерапии до- и после операции.

Во всех исследуемых группах пациентов регистрировалась сопоставимость по возрасту, полу, стадии остеоартрита, проводимому анестезиологическому пособию (спинномозговая анестезия с продленной перидуральной блокадой), оперативному лечению, виду имплантов и сопутствующей патологии.

При проведении реабилитационных мероприятий строго придерживались таких принципов, как персонализированный подход, раннее начало, непрерывность и последовательность. В предоперационный период (за 35 суток до операции) начинали занятия только пациенты 2 и 3 групп. На данном этапе использовали специальные тренажеры узлокального и многофункционального действия с обязательным применением ряда вспомогательных естественных процедур – гидрокриотерапии, диафрагмального дыхания и партерной гимнастики. Также проводилось обучение пациентов хождению на костылях или с помощью других средств внешней опоры, правилам присаживания, вставания с постели и комплексу изометрической гимнастики. Послеоперационный период реабилитации проводился всем больным и начинался в 1 сутки после операции. Проводилась дыхательная и изометрическая гимнастика. На 2 сутки все пациенты вставали у постели, а на 3 день передвигались с помощью костылей. После снятия операционных швов (9-10 сутки) больных переводили в центр кинезитерапии.

Программа выполнялась на 10-11 сутки после операции (при условии заживления микроран после снятия швов) и включала: - общеукрепляющие упражнения с весом собственного тела, активные движения в мышцах здоровой ноги и изометрические напряжения бедра на стороне операции, с обязательной коррекцией положения тела в первые 1-2 суток (точкой приложения являлась активизация проприоцепции, нарушенной вследствие операционной травмы, улучшение кровообращения и лимфооттока); - активные облегченные упражнения без весового отягощения, маховые движения с 2/3 амплитуды максимального объема подвижности; маховые движения с достижением 900 к 13-15 суткам; сочетание с упражнениями на тренажерах маятникового типа с минимальным

весовым отягощением (точка приложения - устранение контрактуры); - при достаточной амплитуде движений в комплекс вводились упражнения с противодействием и отягощением (точка приложения - коррекция гипотрофии квадрицепса и бицепса бедра); - с момента освобождения от пользования дополнительными средствами опоры осуществляли восстановление стереотипа ходьбы с симметричной нагрузкой на ноги и выработку умения преодоления препятствий (упражнения, имитирующие подъем и спуск по лестнице).

Всем пациентам перед госпитализацией проводилось стандартное клиничко-лабораторно-инструментальное обследование – согласно протоколу отбора пациентов на оказание высокотехнологической медицинской помощи по профилю «травматология и ортопедия», в том числе электромиография нижних конечностей и денситометрия.

Критерии исключения: другие виды остеоартритов, нарушение функции конечности III ст., остеопения/остеопороз, тяжелая сопутствующая патология.

Учитывая, что оценка результатов применения различных реабилитационных мероприятий в восстановительном лечении больных с имплантатом тазобедренного сустава может проводиться с использованием опросников, индексов и тестов, которые позволяет в достаточной степени охарактеризовать основные клиничко-функциональные проявления [9, 12], нами выполнены следующие дополнительные методы исследования. С целью динамического определения параметров позвоночного столба и таза проводилась лазерная оптическая топография аппаратной системой DIERS® (Германия). Функцию тазобедренного сустава оценивали по шкале W.H. Harris и силе мышц. Кроме того, проводилась оценка болевого синдрома по ВАШ и психологического состояния пациентов по опроснику Спилбергера-Ханина. Определение всех показателей осуществляли за 35 суток перед операцией, после проведения курсов (аква)кинезитерапии до- (за 1 день) и в послеоперационном периоде (на 45 сутки).

При проведении статистического анализа авторы руководствовались принципами Международного комитета редакторов медицинских журналов (ICMJE) и рекомендациями «Статистический анализ и методы в публикуемой литературе» (SAMPL) [13, 14]. Нормальность распределения признаков при численности исследуемых групп менее 50 человек оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка. Учитывая распределение признаков, отличное от нормального во всех исследуемых группах, полученные данные представляли в виде медианы, первого и третьего квартилей: Me(Q1;Q3). Ранговый анализ вариаций по Краскелу-Уоллису (H) выполняли для сравнения трех независимых групп по одному количественному признаку. Затем, при наличии статистически значимых различий, проводили попарное сравнение с помощью критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони. Для оценки значимости динамических изменений количественных признаков независимых групп использовался критерий Т-Уилкоксона (Z) [14]. Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью

пакета программ IBM SPSS Statistics Version 25.0 (International Business Machines Corporation, license No. Z125-3301-14, США).

### Результаты и обсуждение

Статистически значимые различия всех рассматриваемых показателей до выполнения первичной тотальной артропла-

стики без проведения реабилитации методами кинезитерапии и аквакинезитерапии были не значимы во всех исследуемых группах, что еще раз подтверждает сопоставимость рассматриваемых групп пациентов и свидетельствует о правомочности последующих выводов (табл. 1, 2).

Таблица 1

#### Параметры оптической топограммы позвоночного столба и таза, df = 2

Table 1

#### Parameters of the optical topogram of the spinal column and pelvis, df = 2

| Исследуемые параметры / Parameters   |   | Исследуемые группы / Groups |                            |                            | Статистическая значимость / Statistical Significance |
|--|---|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
|  |   | 1 группа / 1 group, n = 30  | 2 группа / 2 group, n = 30 | 3 группа / 3 group, n = 30 |  |
| Отклонение от центр. линии C7-DM, град / Deviation from the center. lines C7-DM, degrees     | До операции (до ЛФК) / Before surgery (before physiotherapy exercises)          | 1,0<br>[1,0; 1,6]           | 1,0<br>[1,0; 1,6]          | 1,0<br>[1,0; 1,6]          | H=0,14, p=0,93                                       |
|  | До операции (курс ЛФК) / Before surgery (course of physiotherapy exercises)     | -                           | 1,0<br>[1,1; 1,5]          | 1,0<br>[1,1; 1,5]          | H=0,15, p=0,47<br>U=439,5, p=0,84                    |
|  | После операции (курс ЛФК) / After operation (course of physiotherapy exercises) | 1,2<br>[1,0; 1,3]           | 0,8<br>[0,6; 1,0]          | 0,7<br>[0,5; 0,9]          | H=13,7, p=0,001<br>U=418,5, p=0,56                   |
| Оценка значимости динамических изменений / Assessment of the significance of dynamic changes |   | Z=-2,6 p=0,008              | Z=-4,3 p<0,001             | Z=-4,3 p<0,001             |  |
| Отклонение от центр. линии C7-DM, мм / Deviation from the center. lines C7-DM, mm            | До операции (до ЛФК) / Before surgery (before physiotherapy exercises)          | 10,0<br>[9,8; 11,4]         | 11,0<br>[10,5; 11,9]       | 11,0<br>[10,6; 12,2]       | H=0,95, p=0,62                                       |
|  | До операции (курс ЛФК) / Before surgery (course of physiotherapy exercises)     | -                           | 9,0<br>[8,26; 10,5]        | 9,0<br>[8,1; 10,7]         | H=2,02, p=0,3<br>U=428,5, p=0,74                     |
|  | После операции (курс ЛФК) / After operation (course of physiotherapy exercises) | 8,0<br>[7,4; 8,9]           | 7,0<br>[5,8; 7,0]          | 5,0<br>[4,7; 6,0]          | H=8,8, p=0,01<br>U=354,5, p=0,16                     |
| Оценка значимости динамических изменений / Assessment of the significance of dynamic changes |   | Z=-3,9 p<0,001              | Z=-4,6 p<0,001             | Z=-4,6 p<0,001             |  |
| Переком таза (DL-DR), град / Pelvic tilt (DL-DR), degrees                                    | До операции (до ЛФК) / Before surgery (before physiotherapy exercises)          | 5,0<br>[4,4; 5,8]           | 4,5<br>[4,3; 5,8]          | 5,0<br>[4,6; 6,1]          | H=0,29, p=0,86                                       |
|  | До операции (курс ЛФК) / Before surgery (course of physiotherapy exercises)     | -                           | 3,5<br>[3,1; 5,2]          | 4,5<br>[3,5; 5,5]          | H=1,5, p=0,4<br>U=407,0, p=0,5                       |
|  | После операции (курс ЛФК) / After operation (course of physiotherapy exercises) | 3,5<br>[3,2; 4,3]           | 3,0<br>[2,2; 3,1]          | 2,0<br>[1,8; 2,6]          | H=5,8, p=0,05<br>U=412,5, p=0,57                     |

## Продолжение Таблицы 1

|  |   |                    |                    |                    |                                      |
|--|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|
| Оценка значимости динамических изменений / Assessment of the significance of dynamic changes |   | Z=-3,7 p<0,001     | Z=-4,2 p<0,001     | Z=-4,6 p<0,001     |                                      |
| Перекося таза (DL-DR), мм / Pelvic tilt (DL-DR), mm  | До операции (до ЛФК) / Before surgery (before physiotherapy exercises)        | 9,0<br>[8,6; 11,5] | 9,0<br>[8,6; 11,6] | 9,5<br>[8,5; 11,7] | H=0,06, p=0,97                       |
|  | До операции (курс ЛФК) / Before surgery (course of physiotherapy exercises)   | -                  | 7,0<br>[6,3; 10,8] | 8,5<br>[6,0; 10,9] | H=1,1, p=0,5<br>U=433,5, p=0,8       |
|  | После операции (курс ЛФК) After operation (course of physiotherapy exercises) | 7,0<br>[6,8; 9,2]  | 6,0<br>[4,6; 6,3]  | 4,0<br>[4,0; 6,0]  | H=6,4, p<0,04<br>U=402,0, p=0,48     |
| Оценка значимости динамических изменений / Assessment of the significance of dynamic changes |   | Z=-3,7 p<0,001     | Z=-4,6 p<0,001     | Z=-4,6 p<0,001     |                                      |
| Скручивание таза (DL-DR), градус / Torsion of the pelvis (DL-DR), degrees                    | До операции (до ЛФК) / Before surgery (before physiotherapy exercises)        | 2,0<br>[1,9; 2,3]  | 2,0<br>[1,8; 2,2]  | 2,0<br>[2,0; 2,4]  | H=0,32, p=0,85                       |
|  | До операции (курс ЛФК) / Before surgery (course of physiotherapy exercises)   | -                  | 2,0<br>[1,5; 2,1]  | 2,0<br>[1,6; 2,27] | H=1,4, p=0,5<br>U=434,5, p=0,8       |
|  | После операции (курс ЛФК) After operation (course of physiotherapy exercises) | 2,0<br>[1,6; 2,0]  | 1,0<br>[0,9; 1,1]  | 1,0<br>[0,7; 1,1]  | H = 15,3, p<0,001<br>U=410,0, p=0,53 |
| Оценка значимости динамических изменений / Assessment of the significance of dynamic changes |   | Z=-3,1 p=0,002     | Z=-4,4 p<0,001     | Z=-4,7 p<0,001     |                                      |

Примечание: Z - статистическая значимость динамических изменений в исследуемых группах, H - статистическая значимость группы контроля с исследуемых группами, U - статистическая значимость между 2 и 3 исследуемыми группами.

Note: Z - statistical significance of dynamic changes in the study groups, H - statistical significance of the control group from the study groups, U - statistical significance between 2 and 3 study groups.

Сравнение полученных результатов данных оптических топограмм показало статистическую разницу только лишь с 1 группой (контроля) на 45 сутки после оперативного лечения, тогда как у пациентов 2 и 3 группы такой значимости не выявлено во все периоды исследования (табл. 1). Напротив, при сравнении клинико-инструментальных параметров, отмечена статистическая значимость различий не только с 1 группой, но и между 2 и 3 группами как в дооперационный период после курса ЛФК, так и в послеоперационном периоде (табл. 2).

Анализ опросников (Спилбергера-Ханина) до проведения ЛФК значимости различий не показал ( $\chi^2=0,294$ ,  $p=0,99$ ): очень высокая тревожность (ОВТ) в 1 группе отмечена в 13,3% (4/30); высокая тревожность (ВТ) в 66,7% (20/30) и средняя тревожность (СТ) в 20% (6/30); во 2 и 3 группе аналогичные показатели составили - 16,7% (5/30), 63,3% (19/30), 20% (6/30) и 16,67% (5/30), 66,66% (20/30), 16,67% (5/30), соответственно.

В предоперационном периоде (после проведения курса ЛФК) установлена статистическая значимость различий между исследуемыми группами ( $\chi^2=39,231$ ,  $p<0,001$ ), однако значимости различий между 2 и 3 группами не зафиксировано ( $\chi^2=2,631$ ,  $p=0,616$ ). ВТ во 2 группе составила 20,6% (6/30), СТ - 56,67% (17/30) и низкая тревожность (НТ) - 23,33% (7/30). В 3 группе ВТ регистрировалась в 16,67% (5/30), СТ - 46,67% (14/30), НТ - 30% (9/30) и очень низкая тревожность (ОНТ) - 6,66% (2/30). В послеоперационном периоде значимость различий регистрировалась не только между всеми группами ( $\chi^2=38,256$ ,  $p<0,001$ ), но и между 2 и 3 группой ( $\chi^2=9,188$ ,  $p=0,035$ ). В 1 группе ВТ отмечена в 30% (9/30), СТ - 53,33% (16/30), НТ - 16,67% (5/30); во 2 группе ВТ составила 3,33% (1/30), СТ - 33,33% (10/30), НТ - 56,67% (17/30) и ОНТ - 6,67% (2/30), тогда как в 3 группе установлено, что СТ выявлялась у 16,66% (5/30), НТ - 46,67% (14/30) и ОНТ - 36,67% (11/30).

Таблица 2.

## Клинико-инструментальные параметры, df=2

Table 2.

## Clinical and instrumental parameters, df=2

| Исследуемые параметры / Parameters   |   | Исследуемые группы / Groups |                            |                            | Статистическая значимость / Statistical Significance |
|--|---|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
|  |   | 1 группа / 1 group, n = 30  | 2 группа / 2 group, n = 30 | 3 группа / 3 group, n = 30 |  |
| Сила мышц, балл / Muscle strength, score   | До операции (до ЛФК) / Before surgery (before physiotherapy exercises)        | 3,0<br>[2,7; 3,3]           | 3,0<br>[2,8; 3,3]          | 3,0<br>[2,8; 3,2]          | H=0,06, p=0,97                                       |
|  | До операции (курс ЛФК) / Before surgery (course of physiotherapy exercises)   | -                           | 3,6<br>[3,4; 3,8]          | 4,0<br>[3,8; 4,2]          | H=26,2, p<0,001<br>U=285,0, p=0,004                  |
|  | После операции (курс ЛФК) After operation (course of physiotherapy exercises) | 3,7<br>[3,5; 4,0]           | 4,3<br>[4,0; 4,6]          | 4,9<br>[4,7; 5,0]          | H=40,5, p<0,001<br>U=247,5, p<0,001                  |
| Оценка значимости динамических изменений / Assessment of the significance of dynamic changes |   | Z=-4,12<br>p<0,001          | Z=-4,57<br>p<0,001         | Z=-5,03<br>p<0,001         |  |
| Боль по ВАШ, балл / pain scale, score  | До операции (до ЛФК) / Before surgery (before physiotherapy exercises)        | 8,0<br>[7,7; 8,2]           | 8,0<br>[7,8; 8,3]          | 8,1<br>[7,9; 8,4]          | H=0,67, p=0,72                                       |
|  | До операции (курс ЛФК) / Before surgery (course of physiotherapy exercises)   | -                           | 7,0<br>[6,7; 7,3]          | 6,0<br>[5,9; 6,4]          | H=49,8, p<0,001<br>U=190,5, p<0,001                  |
|  | После операции (курс ЛФК) After operation (course of physiotherapy exercises) | 3,7<br>[3,5; 3,9]           | 2,8<br>[2,6; 3,0]          | 1,6<br>[1,3; 1,8]          | H=62,7, p<0,001<br>U=99,0, p<0,001                   |
| Оценка значимости динамических изменений / Assessment of the significance of dynamic changes |   | Z=-4,94<br>p<0,001          | Z=-4,83<br>p<0,001         | Z=-4,85<br>p<0,001         |  |
| Шкала Харриса, балл / Harris scale, scor   | До операции (до ЛФК) / Before surgery (before physiotherapy exercises)        | 36,3<br>[34,5; 38,0]        | 35,6<br>[33,7; 37,3]       | 36,2<br>[34,6; 37,8]       | H=0,24, p=0,89                                       |
|  | До операции (курс ЛФК) / Before surgery (course of physiotherapy exercises)   | -                           | 46<br>[42,6; 46,9]         | 55,0<br>[52,9; 57,0]       | H=61,6, p<0,001<br>U=91,5, p<0,001                   |
|  | После операции (курс ЛФК) After operation (course of physiotherapy exercises) | 57,3<br>[55,0; 59,6]        | 67,0<br>[65,5; 68,5]       | 85,9<br>[84,1; 87,6]       | H=71,8, p<0,001<br>U=1,0, p<0,001                    |
| Оценка значимости динамических изменений / Assessment of the significance of dynamic changes |   | Z=-4,79<br>p<0,001          | Z=-4,79<br>p<0,001         | Z=-4,79<br>p<0,001         |  |

Примечание: Z - статистическая значимость динамических изменений в исследуемых группах, H - статистическая значимость группы контроля с исследуемых группах, U - статистическая значимость между 2 и 3 исследуемыми группами.

Note: Z - statistical significance of dynamic changes in the study groups, H - statistical significance of the control group from the study groups, U - statistical significance between 2 and 3 study groups.

С целью достижения необходимого результата после тотальной артропластики тазобедренного сустава, а именно – быстрого восстановления функции оперированной конечности и восстановления мышечного баланса опорно-двигательного аппарата, врачи-реабилитологи рекомендуют проведение двух реабилитационных этапов. Первый этап (дооперационный) необходимо выполнять в специализированном центре кинезитерапии - позволит улучшить функцию мышечных групп в области пораженного сустава, частично устранит нарушение трофики больной конечности и тем самым увеличит шансы пациента на более быструю и эффективную реабилитацию в послеоперационном периоде. Данный этап способствует быстрой адаптации прооперированной конечности, снижает риски послеоперационных осложнений и готовит пациента физически и психологически к операции. Следует отметить, что при выполнении упражнений на силовых тренажерах происходит укрепление мышц туловища (спина и пресс) и плечевого пояса, которые будут чрезмерно нагружены после эндопротезирования, так как при самостоятельном передвижении придется использовать костыли. Предоперационный этап занятий в лечебно-тренажерном зале способствует также общему позитивному отношению пациентов к работе на тренажерах в послеоперационном периоде [7, 15].

В нашем исследовании, выполнение персонализированной программы на современных тренажерах узлокалольного действия и многофункциональных тренажерах способствовали проведению тонкой дозировке и дифференцированию мышечных сокращений и расслаблений. Кроме того, во избежание последующего вывиха головки эндопротеза, в программу реабилитации включали индивидуальные занятия на аппарате Reha-Stim, что способствовало правильному восстановлению функции ходьбы [7, 15].

В современных центрах, при проведении первого этапа реабилитации (после операции) применяются тренажеры с заданной геометрией движений, что позволяет осуществлять строгий персонализированный контроль амплитуды и силы выполняемых движений. Перед проведением комплекса ЛФК в обязательном порядке пациентам определяется психосоматический статус. Производится измерение силовых показателей различных мышечных групп, возможности движений в суставах, как оперированной конечности, так и здоровой, также оценивается состояние мышц плечевого пояса и спины. Дополнительно определяют двигательную реакцию мышц, способность обучаться техникам движений, диафрагмальному дыханию и пр. [15].

Проведение реабилитации методом аквакинезотерапии в до- и послеоперационном периоде у пациентов после тотальной замены тазобедренного сустава улучшает функциональное состояние мышечных групп позвоночника и таза, уменьшает интенсивность боли, характерен прирост мышечной силы, что благоприятно влияет на качество жизни пациента после оперативного вмешательства [7]. Аквакинезотерапия приво-

дит к необходимым результатам за счет того, что водная среда обладает механическими и термическими свойствами, которые положительно влияют на опорно-двигательный аппарат, что создает благоприятные условия для проведения терапии. Упражнения в реабилитационном бассейне при температуре около 34–35°C могут вызвать миорелаксацию, повысить болевой порог, дать ощущение большей защиты от падений и травм и облегчить повторное обучение походке, улучшить эмоциональное состояние пациента. В связи с этим водная среда может играть значительную роль в реабилитации пациентов с дегенеративно-деформирующими поражениями и после операции эндопротезирования тазобедренного сустава [16].

Таким образом, современная аквакинезотерапия – это персонализировано разработанный лечебный комплекс с использованием специальных водных тренажеров, который устраняет нарушение функции конечности, в том числе и за счет купирования хронического болевого синдрома. Аквакинезотерапия комплексно осуществляет воздействие на опорно-двигательную систему, обеспечивает эффективное восстановление пациентов после травм и операций. Изучение методов реабилитации представляется весьма перспективным направлением, поскольку разработка комплексных программ способствует более ранней активизации пациентов, положительно сказывается на их психологическом состоянии, а значит и на качестве жизни [16, 17].

### Заключение

Использование аквакинезотерапии в комплексной программе реабилитации перед и после проведения первичной тотальной артропластики у пациентов с первичным остеоартритом тазобедренного сустава способствует эффективному воздействию на опорно-двигательную систему, что приводит не только к значимому восстановлению функции конечности, но и в целом оказывает благоприятное воздействие на макроорганизм, тем самым улучшая качество его жизни. Применение комплексных реабилитационных программ позволит получить положительный социально-экономический эффект за счет сокращения стационарных сроков пребывания, нетрудоспособности, предотвращения грозных осложнений и инвалидности.

### Список литературы / References:

1. Adatia A., Rainsford K.D., Kean W.F. Osteoarthritis of the knee and hip. Part I: etiology and pathogenesis as a basis for pharmacotherapy // The Journal of pharmacy and pharmacology. 2012;64(5):617-625. DOI : 10.1111/j.2042-7158.2012.01458.x.
2. Петрунько И.Л., Меньшикова Л.В., Сергеева Н.В., Черкасова А.А. Остеоартроз: возрастные особенности первичной инвалидности // Забайкальский медицинский вестник. 2018;(2):41-47. URL: <http://zabmedvestnik.ru/arhiv-nomerov/nomer-2-za-2018-god> (дата обращения 20.02.2023) [Petrun'ko I.L., Menshikova L.V., Sergeeva N.V.,

Cherkasova A.A. Osteoarthritis: age-specific features of primary disability // The Transbaikalian Medical Bulletin. 2018;(2):41-47. URL: <http://zabmedvestnik.ru/arhiv-nomerov/nomer-2-za-2018-god>. (date of the application: 20.02.2023)].

3. Волченко Д.В., Терсков А.Ю., Ахтямов И.Ф., Удалов Ю.Д., Соконов О.А., Величко М.Н., Шпиз Е.Я. Клинико-функциональные и инструментальные результаты тотального эндопротезирования при первичном остеоартрите // Медицинский алфавит. 2019;2(37):34-39. DOI: 10.33667/2078-5631-2019-2-37(412)-34-39 [Volchenko D.V., Terskov A.Yu., Akhtyamov I.F., Udalov Yu.D., Sozonov O.A., Velichko M.N., Shpiz E.Y. Clinical, functional and instrumental results of total hip arthroplasty in primary osteoarthritis. Medical alphabet. 2019;2(37):34-39. DOI: 10.33667/2078-5631-2019-2-37(412)-34-39].

4. Загородний Н.В., Банецкий М.В., Елкин Д.В., Пантелеева А.С., Гребченко Н.В., Никитин С.С., Захарян Н.Г., Майсигов М.Н. Аспекты реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава // Вестник РУДН, серия Медицина. 2008;(1):81-90. URL: <https://journals.rudn.ru/medicine/issue/view/235> (дата обращения: 12.06.2023) [Zagorodniy N.V., Banetsky M.V., Elkin D.V., Panteleeva A.S., Grebchenko N.V., Nikitin S.S., Zakharyan N.G., Maisigov M.N. Aspects of rehabilitation in patients after hip replacement // RUDN Journal of Medicine. 2008;(1):81-90. URL: <https://journals.rudn.ru/medicine/issue/view/235> (date of the application: 20.02.2023)].

5. Тайлашев М.М., Салагин П.П., Моторина И.Г. Реабилитация больных с артрозами и повреждениями тазобедренного сустава // Acta Biomedica Scientifica. 2014;(3):51-56 [Taylashev M.M., Salatin P.P., Motorina I.G. Rehabilitation of patients with arthrosis and hip joint injuries. Acta Biomedica Scientifica. 2014;(3):51-56].

6. Секирин А.Б. Протокол ранней реабилитации после эндопротезирования крупных суставов (обзор литературы) // Вестник восстановительной медицины. 2019;(2):51-57 [Sekirin A.B. Protocol of early rehabilitation after endoprosthesis replacement of large joints (literature review) // Journal of Rehabilitation Medicine. 2019;(2):51-57].

7. Рудь И.М., Мельникова Е.А., Рассулова М.А., Разумов А.Н., Гореликов А.Е. Реабилитация больных после эндопротезирования суставов нижних конечностей // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2017;94(6):3844. DOI: 10.17116/kurort201794638-44 [Rud' IM, Mel'nikova EA, Rassulova MA, Razumov AN, Gorelikov AE. Rehabilitation of the patients following the endoprosthesis replacement of the joints of the lower extremities. Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury. 2017;94(6):3844. DOI: 10.17116/kurort201794638-44].

8. Назаренко Г.И., Героева И.Б., Яшина Л.П. Современные взгляды на реабилитацию пациентов после эндопротезирования крупных суставов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2012;(11):23-29 [Nazarenko G.I., Geroeva I.B., Yashina L.P. Modern views on the rehabilitation of patients after arthroplasty of large joints // Physiotherapy exercises and sports medicine. 2012;(11):23-29].

9. Колесников С.В., Дьячкова Г.В., Комарова Э.С. Применение различных реабилитационных мероприятий в восстановительном лечении больных с имплантатом тазобедренного сустава (собственные данные и обзор литературы) // Гений ортопедии. 2020;26(2):254-

260. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-254-260 [Kolesnikov S.V., Diachkova G.V., Komarova E.S. Diverse rehabilitation measures applied for restorative treatment of total hip arthroplasty patients (own findings and literature review) // Orthopaedic genius. 2020;26(2):254-260. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-254-260].

10. Буйлова Т.В., Максимова Л.П., Балдова С.Н., Карева О.В., Руккина Н.Н. Оценка состояния позвоночника у больных с коксартрозом с помощью метода оптической топографии // Травматология и ортопедия России. 2004;(1):49-50 [Buylova T.V., Maksimova L.P., Baldova S.N., Kareva O.V., Rukina N.N. Evaluation of the state of the spine in patients with coxarthrosis using the method of optical topography // Traumatology and Orthopedics of Russia. 2004;(1):49-50].

11. Федонников А.С., Андриянова Е.А., Еругина М.В., Норкин И.А. Реабилитация пациентов послеэндопротезирования тазобедренного и коленного суставов: отдельные результаты медико-социологического мониторинга // Саратовский научно-медицинский журнал. 2017;13(4):796-799 [Fedonnikov A.S., Andriyanova E.A., Eругina M.V., Norkin I.A. Rehabilitation after hip and knee joints replacement: several results of medical and sociological monitoring) // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2017; 13(4):796-799].

12. Меньщикова И.А., Колесников С.В., Новикова О.С. Оценка болевого синдрома и степени выраженности коксартроза по различным шкалам и тестам // Гений ортопедии. 2012;(1):30-33 [Menshchikova I.A., Kolesnikov S.V., Novikova O.S. Assessment of the pain syndrome and coxarthrosis manifestation degree using different scales and tests // Orthopaedic genius. 2012;(1):30-33].

13. Alshogran O.Y., Al-Delaimy W.K. Understanding of international committee of medical journal editors authorship criteria among faculty members of pharmacy and other health sciences in Jordan // Journal of empirical research on human research ethics. 2018;13(3):276284. DOI: 10.1177/1556264618764575.

14. Lang T.A., Altman D.G. Basic statistical reporting for articles published in biomedical journals: the «Statistical analyses and methods in the published literature» or the SAMPL guidelines // International journal of nursing studies. 2015;52(1):5-9. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2014.09.006.

15. Джаксыбаев М.Н., Бимуратова Н.Б., Дё А.Г., Айнитдинова Х.Н., Жаксымуратов М.З. Анализ реабилитационного лечения больных после перенесенного эндопротезирования тазобедренного сустава // Вестник КазНМУ. 2016;3(1):223-230. URL: <https://kaznmu.kz/press/wp-content/uploads/2016/12/Вестник-КазНМУ-№31-2016.pdf> (дата обращения 20.02.2023) [Dzhaksybaev M.N., Bimuratova N.B., De A.G., Ainitidinova H.N., Zhaksymuratov M.Z. Analysis of rehabilitation treatment of patients after hip arthroplasty // Vestnik KazNMU. 2016;3(1):223-230. URL: <https://kaznmu.kz/press/wp-content/uploads/2016/12/Вестник-КазНМУ-№31-2016.pdf> (date of the application: 20.02.2023)].

16. Łyp M, Kaczor R, Cabak A, Tederko P, Włostowska E, Stanisławska I, Szypuła J, Tomaszewski W. A Water Rehabilitation Program in Patients with Hip Osteoarthritis Before and After Total Hip Replacement // Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research. 2016;22:2635-2642. DOI: 10.12659/msm.896203.

17. Macovei L., Brujbu I., Murariu R.V. Coxarthrosis-disease of multifactorial etiology methods of prevention and treatment. The role of ki-

nesitherapy in coxarthrosis // Revista medico-chirurgicală a Societății de Medici și Naturaliști din Iași. 2013;117(2):351-357. PMID: 24340516.

#### Информация об авторах:

**Миromanov Александр Михайлович**, проф., д.м.н., заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия», ул. Горького, 39а, г. Чита, 672000, Россия, e-mail: miromanov\_a@mail.ru

**Давыдов Сергей Олегович**, д.м.н., засл. врач РФ, ген. директор Инновационной клиники «Академия здоровья», ул. Коханского, 13, г. Чита, 672038, Россия, e-mail: davydov-so@mail.ru

**Миронova Ольга Борисовна**, к.м.н., доцент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия», ул. Горького, 39а, г. Чита, 672000, Россия, e-mail: omironova4@mail.ru

**Петрова Ольга Владимировна**, заведующая отделением реабилитации взрослых Инновационной клиники «Академия здоровья», ул. Коханского, 13, г. Чита, 672038, Россия, e-mail: petrova\_ov@az-chita.ru

**Кошкин Олег Анатольевич**, заведующий операционным блоком Реабилитационного центра кинезитерапии Инновационной клиники «Академия здоровья», ул. Коханского, 13, г. Чита, 672038, Россия, e-mail: koshkin66@mail.ru

#### Автор, ответственный за переписку:

**Миromanov Александр Михайлович**, проф., д.м.н., заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия», ул. Горького, 39а, г. Чита, 672000, Россия, e-mail: miromanov\_a@mail.ru

#### Information about authors:

**Alexander M. Miromanov**, Professor, Doctor of Medical Sciences, Head of Department of Traumatology and Orthopedics, Chita State Medical Academy, st. Gorky, 39a, Chita, 672000, Russia, e-mail: miromanov\_a@mail.ru

**Sergey O. Davydov**, Doctor of Medical Sciences, Honored Doctor of the Russian Federation, General Director, Innovative Clinic «Academy of Health», st. Kokhansky, 13, Chita, 672038, Russia, e-mail: davydov-so@mail.ru

**Olga B. Mironova**, PhD in Medical Sciences, Associate Professor of Department of Traumatology and Orthopedics, Chita State Medical Academy, st. Gorky, 39a, Chita, 672000, Russia, e-mail: omironova4@mail.ru

**Olga V. Petrova**, Head of Department of Adult Rehabilitation, Innovative Clinic «Academy of Health», st. Kokhansky, 13, Chita, 672038, Russia, e-mail: petrova\_ov@az-chita.ru

**Oleg A. Koshkin**, Head of operating unit of the Rehabilitation Center for Kinesitherapy, Innovative clinic «Academy of Health», st. Kokhansky, 13, Chita, 672038, Russia, e-mail: koshkin66@mail.ru

#### Corresponding author:

**Alexander M. Miromanov**, Professor, Doctor of Medical Sciences, Head of Department of Traumatology and Orthopedics, Chita State Medical Academy, st. Gorky, 39a, Chita, 672000, Russia, e-mail: miromanov\_a@mail.ru



<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-32-40>

УДК 59.084



© Э.Э. Мурдалов, А.В. Лычагин, П.С. Тимашев, М.М. Липина, Е.Б. Калинин, А.П. Купряков, Д.С. Бобров, Д.А. Погосян, А.Б. Шехтер, А.Л. Файзулин, Н.Б. Серезникова, А.А. Антошин, И.В. Ермилов, А.А. Подлесная, Т.Р. Кудрачев, А.М. Магданов, С.Е. Зотов, М.И. Шкретина, А.А. Шубкина, 2023

Оригинальная статья / Original article

## ОЦЕНКА ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ КОЛЛАГЕНОВОЙ МЕМБРАНЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ СВЯЗОЧНОГО АППАРАТА КОЛЕННОГО СУСТАВА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Э.Э. МУРДАЛОВ<sup>1</sup>, А.В. ЛЫЧАГИН<sup>1</sup>, П.С. ТИМАШЕВ<sup>2</sup>, М.М. ЛИПИНА<sup>1</sup>, Е.Б. КАЛИНСКИЙ<sup>1</sup>, А.П. КУПРЯКОВ<sup>1</sup>, Д.С. БОБРОВ<sup>1</sup>, Д.А. ПОГОСЯН<sup>1</sup>, А.Б. ШЕХТЕР<sup>2</sup>, А.Л. ФАЙЗУЛИН<sup>2</sup>, Н.Б. СЕРЕЖНИКОВА<sup>2</sup>, А.А. АНТОШИН<sup>2</sup>, И.В. ЕРМИЛОВ<sup>1</sup>, А.А. ПОДЛЕСНАЯ<sup>1</sup>, Т.Р. КУДРАЧЕВ<sup>1</sup>, А.М. МАГДАНОВ<sup>3</sup>, С.Е. ЗОТОВ<sup>3</sup>, М.И. ШКРЕДИНА<sup>3</sup>, А.А. ШУБКИНА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Кафедра травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), 119991, Москва, Россия

<sup>2</sup> Институт регенеративной медицины, Научно-технологический парк биомедицины ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), 119991, Москва, Россия

<sup>3</sup> Институт клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), 119991, Москва, Россия

### Аннотация

**Введение.** Повреждения связочного аппарата являются наиболее частой патологией коленного сустава. Несмотря на то, что реконструкция связок с использованием сухожильных аутотрансплантатов для стабилизации сустава успешно применяется в клинической практике, у данной методики существует ряд недостатков. В связи с этим остаётся актуальной разработка новых методик восстановления целостности связочного аппарата с применением биоматериалов.

**Цель исследования.** Оценка остеointegrации коллагеновой мембраны при реконструкции передней крестообразной и наружной коллатеральной связок коленного сустава в эксперименте на животной модели.

**Материалы и методы.** В экспериментальное исследование было включено 18 особей кроликов породы Советская Шиншилла мужского пола. Возраст животных - от 7 до 12 месяцев. Вес животных - от 2,5 до 4,0 кг. Всем животным была выполнена оперативное вмешательство - реконструкция передней крестообразной (ПКС) и наружной коллатеральной связок (НКС) коленного сустава. Все прооперированные животные были разделены на три группы выведения - 15 дней (6 особей), II группа - 30 дней (6 особей), III группа - 60 дней (6 особей). После выведения животных из эксперимента было проведено гистологическое исследование препаратов с помощью универсального микроскопа LEICA DM4000 В, оснащенного видеокамерой LEICA DFC7000 Т.

**Результаты.** Во всех группах выведения в костной ткани вокруг имплантата отмечается регенерация костных трабекул, из чего следует, что имплантат обладает высокими остеointegrационными характеристиками. Патологических изменений в окружающих имплантат тканях не выявлено ни в одной из групп выведения, что указывает на высокую биосовместимость имплантированного материала.

**Заключение.** Коллагеновая мембрана, разработанная с применением коллагена I-го типа, может быть применена в хирургическом лечении патологий интра- и экстраартикулярного связочного аппарата, а дальнейшие исследования и доработка техники производства и применения данного материала может открыть новые возможности в ортопедической практике. Современные подходы тканевой инженерии и регенеративной медицины, в частности использование коллагеновых биополимеров, являются многообещающими дополнениями к уже применяемому в данной области медицины.

**Ключевые слова:** коллаген, интра- и экстраартикулярные повреждения связок, биополимеры, остеointegrация

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

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

**Для цитирования:** Мурдалов Э.Э., Лычагин А.В., Тимашев П.С., Липина М.М., Калинин Е.Б., Купряков А.П., Бобров Д.С., Погосян Д.А., Шехтер А.Б., Файзулин А.Л., Серезникова Н.Б., Антошин А.А., Ермилов И.В., Подлесная А.А., Кудрачев Т.Р., Магданов А.М., Зотов С.Е., Шкретина М.И., Шубкина А.А., ОЦЕНКА ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ КОЛЛАГЕНОВОЙ МЕМБРАНЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ СВЯЗОЧНОГО АППАРАТА КОЛЕННОГО СУСТАВА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ). *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 2(52). С. 32–40 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-32-40>

**Этическая экспертиза.** Исследование одобрено этическим комитетом.

## EVALUATION OF COLLAGEN MEMBRANE OSSEOINTEGRATION IN THE RECONSTRUCTION OF THE LIGAMENOUS APPARATUS OF THE KNEE JOINT (EXPERIMENTAL STUDY)

EMIRKHAN E. MURDALOV, ALEXEY V. LYCHAGIN, PETER S. TIMASHEV, MARINA M. LIPINA, EUGENE B. KALINSKY, ANTON P. KURPYAKOV, DMITRY S. BOBROV, DAVID A. POGOSYAN, ANATOLY B. SHEKHTER, ALEXEY L. FAYZULLIN, NATALIA B. SEREZHNIKOVA, ARTEM A. ANTOSHIN, ILIA V. ERMILOV, ANNA A. PODLESNAYA, TAGIR R. KUDRACHEV, AZAT M. MAGDANOV, SERGEI E. ZOTOV, MARIA I. SHKREDINA, ALENA A. SHUBKINA

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russia (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia

### Abstract

**Introduction.** Ligament tears and injuries are one of the most common pathologies of the knee joint. For the purpose of ligament reconstruction and joint stabilization tendon autografts are used successfully in clinical practice. However, these techniques have several flaws and limitations. Thus, developing new methods of ligament reconstruction and application of various biomaterials for these purposes is a relevant route in orthopaedics.

**The aim of the study.** Evaluation of the collagen membrane's osteointegration in anterior cruciate and external collateral ligaments' reconstruction in animal models.

**Materials and methods.** Experimental study on the animal model. All animals underwent surgical intervention - reconstruction of the anterior cruciate (ACL) and external collateral ligaments (OCL) of the knee joint. Histological examination of the preparations was carried out after the animals were taken out of the experiment.

**Results.** At all stages there was observed the regeneration of the bone trabeculae in the bone tissue around the implant which testifies to a good ability of the implant to osseointegration. No pathological changes were found in the tissues around the implant at any point of time which proves good biocompatibility of the implanted material.

**Conclusion.** Tissue engineering and the use of collagen biopolymers for ligament reconstruction is a promising alternative to autoplasty.

**Key words:** collagen; anterior cruciate ligament injuries; biopolymers; osseointegration.

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

**Funding:** the study had no sponsorship

**For citation:** Murdalov E.E., Lychagin A.V., Timashev P.S., Lipina M.M., Kalinsky E.B., Kurpyakov A.P., Bobrov D.S., Pogosyan D.A., Shekhter A.B., Fayzullin A.L., Serezhnikova N.B., Antoshin A.A., Ermilov I.V., Podlesnaya A.A., Kudrachev T.R., Magdanov A.M., Zotov S.E., Shkredina M.I., Shubkina A.A., EVALUATION OF COLLAGEN MEMBRANE OSSEOINTEGRATION IN THE RECONSTRUCTION OF THE LIGAMENOUS APPARATUS OF THE KNEE JOINT (EXPERIMENTAL STUDY). *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023. № 2. pp. 32–40 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-32-40>

### Введение

Связки суставов — это пучки плотной волокнистой соединительной ткани, стабилизирующие и ограничивающие, либо направляющие движение костей суставов. Их повреждение может серьезно нарушить стабильность сустава, и, как следствие, привести к разрушению внутрисуставных структур и нарушению его функции, что свою очередь значительно снижает качество жизни [1, 2].

На травмы связочного аппарата приходится 30 процентов от всех травм опорно-двигательного аппарата. Для решения данной проблемы на сегодняшний день разработаны и широко применяются многочисленные методы и материалы для реконструктивных операций, основанные на проведении пластики аутологичными тканями, ксено-, алло- и синтетическими трансплантатами [3]. Однако, все эти методы реконструкции, наряду с преимуществами, имеют и недостатки. Так, например, забор аутооттрансплантата неминуемо является травмирующим

фактором стороны забора, что может быть причиной боли. Недостатками аллотрансплантата и ксенотрансплантата являются потенциальный риск иммунного отторжения и передачи инфекций [4]. При применении синтетических материалов возможна потеря механической прочности со временем, недостаточная интеграция в ткани и ранние разрывы [5]. В последнее время тканевая инженерия стала многообещающим и наиболее актуальным направлением для преодоления перечисленных проблем [6]. Рост возможностей и актуальность создания структуры с биологическими и физико-механическими свойствами схожими со здоровой связкой отражает увеличение числа проводимых исследований в данной области. Несмотря на разнообразие исследуемых материалов, предложенных для тканевой инженерии связок и сухожилий, до применения в клинической практике они пока не дошли [8], что подтверждает необходимость дальнейшей доработки и оптимизации тканеинженерных каркасов связок и сухожилий до клинического применения [23].

Идеальный биологический каркас для реконструкции связок должен быть биосовместимым и биоразлагаемым, не только обеспечивая немедленную стабильность сустава, но и способствуя формированию кутуры подобной нативной связки и интегрироваться в кость в костных туннелях [18, 19].

Наиболее распространенным и очевидным выбором для тканевой инженерии (ТИ) связок и сухожилий является коллаген I типа, учитывая его преобладание в нативной ткани [9, 10-13]. Он образует соединительную ткань, на которой пролиферируют фибробласты [14, 15]. По этой причине коллаген был первым натуральным материалом каркаса, который использовался при реконструкции связок [14]. Очищенный коллаген, полученный из тканей животных, требует перекрестного связывания для удаления чужеродного антигена, предотвращения потенциальной передачи болезни, повышения его механической прочности и замедления скорости его деградации [16].

Коллаген применяется в различных формах, таких как мембраны, губки и филлеры. Из них большой интерес для хирургических нужд представляют мембраны, так как они обладают достаточными механическими свойствами [17]. Практически во всех сферах хирургии проводятся исследования по использованию коллагеновой мембраны для дальнейшего внедрения в клиническую практику, так, например в оториноларингологии, в стоматологии, в урологии и т.д. [24, 25, 26].

Целью данного исследования является оценить остеоинтеграцию коллагеновой мембраны при реконструкции передней крестообразной и наружной коллатеральной связок коленного сустава в эксперименте на животной модели.

## Материалы и методы

### Дизайн эксперимента.

В настоящем исследовании экспериментальной моделью являются кролики породы «советская шиншилла» весом 2,5-4,0 кг (возраст от 7 до 12 месяцев, 18 особей, самцы). Все методы в работе были выполнены в соответствии с соответствующими руководящими принципами и правилами. Проведение работы регламентировано Приказом Министерства высшего и среднего специального образования СССР № 742 от 13.11.1984 г., утвердившего «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных». Содержание животных осуществлялось в соответствии с требованиями ГОСТ Р от 02.12.2009 53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики (GLP)». Кормление животных проводилось по нормативам в соответствии с видом животного, без специализированного корма (например, содержащего добавки для стимуляции регенерации).

Всем особям выполнено оперативное вмешательство – реконструкция передней крестообразной (ПКС) и наружной коллатеральной связок (НКС) коленного сустава. В зависимости от сроков выведения из эксперимента сформированы

3 группы: I группа – 15 дней (6 особей), II группа – 30 дней (6 особей), III группа – 60 дней (6 особей). Число животных в каждой группе – 18 штук.

В качестве материала для реконструкции была использована коллагеновая мембрана, созданная в Институте регенеративной медицины Сеченовского Университета. Изделие представляет собой мембрану из коллагена I типа, полученного из связок крупного рогатого скота. Химически шитое при помощи глутарового альдегида. Размеры мембраны – 15x4x0.3 см в сухом виде (могут быть скорректированы интраоперационно). Мембрана прошла физико-химические и биологические испытания *in vitro* и *in vivo* [22].

По истечении указанного срока, животные выводились из эксперимента путем медикаментозной эвтаназии летальной дозой ксилазина гидрохлорида. Забор экспериментального сегмента (коленный сустав) проводился путем высокой резекции бедренной кости и низкой резекции костей голени для предотвращения повреждения коллагенового имплантата. Макропрепарат выделялся со всеми слоями мягких тканей.

**Морфологический анализ** образцов коллагеновой мембраны, имплантированной в туннели большой берцовой и бедренной костей, а также в мягкие ткани проводился для каждого срока выведения животного из эксперимента в соответствии с выбранной группой (I, II, III).

*Этапы анализа образцов:*

1. Фиксированные в 10% нейтральном забуференном формалине ткани декальцинировали в течение 3 недель, после чего заливали в парафиновые блоки.

2. Срезы толщиной 4-5 микрометров окрашивали гематоксилином и эозином, сафранином O / Fast Green и пикросириусом красным, после чего исследовали с помощью универсального микроскопа LEICA DM4000 B, оснащенного видеокамерой LEICA DFC7000 T. Работа камеры под управлением программного обеспечения LAS V4.8 (Leica Microsystems, Германия).

3. Образцы изучали методами стандартной оптической и фазово-контрастной микроскопий. Фотографии при малом увеличении получали с использованием USB микроскопа Bresser.

В каждом препарате оценивались морфологические признаки регенерации и воспаления в зонах фиксации и прохождения имплантата в большой берцовой и бедренной костях (резорбция, разрыхление имплантата, краевая воспалительная реакция, инфильтрация толщи имплантата, фиброзная капсула вокруг имплантата, регенерация кости вокруг имплантата), а также в окружающих имплантат тканях, коже и мышцах (резорбция, разрыхление имплантата, краевая воспалительная реакция, инфильтрация толщи имплантата, фиброзная капсула вокруг имплантата) по 5-балльной шкале (0 - нет, 4 - максимальная интенсивность).

4. Статистический анализ экспериментальных данных проводился с использованием программного обеспечения GraphPad Prism 8.00 для Windows (GraphPad Software, США). Различия оценивали с помощью теста Краскела-Уоллиса с тестом множественного сравнения Данна. P-значения  $\leq 0,05$

считались статистически значимыми. Результаты статистического анализа были представлены в виде графов соединенных медианных значений и 95% ДИ.

### Хирургический протокол.

Эксперимент по реконструкции ПКС и НКС проводили в асептических условиях. После индукции спинальной анестезии раствором Лидокаина 3% коленный сустав правой задней конечности подвергали медиальной парапателлярной артротомии. Производился латеральный вывих надколенника с последующей визуализацией структур коленного сустава и повреждение скальпелем ПКС в месте ее прикрепления к бедренной кости. Затем, выполнялось формирование трёх сквозных костных тоннелей диаметром 2,0 мм для проведения коллагенового имплантата (туннель №1 - медиальная поверхность проксимального метаэпифиза большеберцовой кости; туннель №2 - медиальная поверхность латерального мыщелка бедренной кости; туннель №3 - проксимальный отдел большеберцовой кости (дистальнее туннеля №1), рисунок 1б). После рассверливания через все тоннели последовательно была проведена лигатуропроводник и устанавливался во все тоннели последовательно коллагеновый имплант толщиной 1 мм, шириной 3 мм и длиной 70 мм, имплантат был промоделирован в необходимые размеры интраоперационно. Таким образом, часть коллагенового имплантата находилась интраартикулярно, а часть — экстраартикулярно. Оставшиеся снаружи тоннелей свободные концы имплантата сшивались между собой отдельными узловыми швами (Рисунок 1а). Разрезы ушивали послойно.

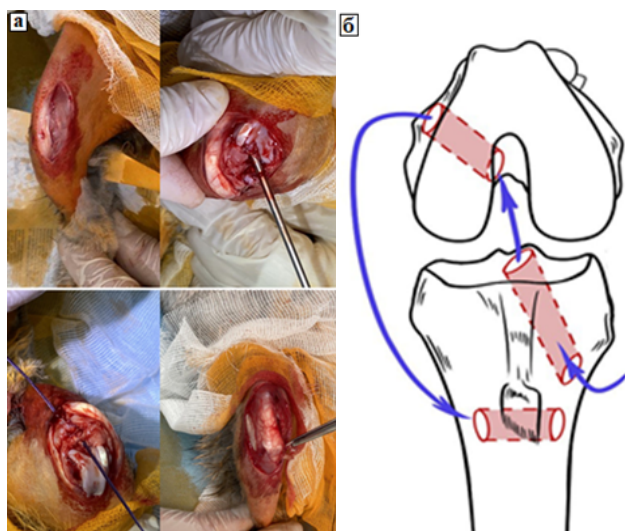


Рисунок 1. а) этапы хирургической операции; б) Схема костных тоннелей.

### Послеоперационный период.

После выведения из анестезии животных помещали в предварительно маркированную клетку.

Мониторинг и динамика заживления послеоперационных ран выполнялись при перевязках. Перевязки проводились с применением растворов антисептиков, ежедневно в первые 4 суток после операции, далее через день, в течение 12 суток после операции. В течение первых 4-х суток после операции всем особям проводилась анальгетическая терапия, с применением метамизола натрия 50% по 0,4 мл подкожно, и антибактериальная терапия антибиотиками широкого спектра действия (цефтриаксон в растворе прокаина 5%). Оценивалось общее состояние особей, а также проводился физикальное обследование коленного сустава в течение всего периода наблюдения.

### Результаты эксперимента.

В послеоперационном периоде инфекционных осложнений не наблюдалось, умеренный отек мягких тканей области операции сохранялся не более 4-х недель после операции и не наблюдался более ни у одной особи на всех остальных точках контроля. У всех особей в послеоперационном периоде отмечалась удовлетворительная стабильность коленного сустава, а объем активных и пассивных движений соответствовал нормальному диапазону.

### Результаты морфологического исследования.

#### Группа I (15 суток после имплантации).

Вокруг имплантата формируется соединительнотканная капсула разной толщины и зрелости в разных образцах, которая состоит из продольно ориентированных коллагеновых волокон и фибробластов между ними (рис. 2 а, б). Следует отметить, что рядом с капсулой имплантата наблюдается костная регенерация: формируются длинные тонкие костные трабекулы с остеобластами и большим количеством остеоцитов (рис. 2 в, г). На данном сроке отмечается хороший уровень резорбции имплантата – примерно 1/3 его резорбирована.

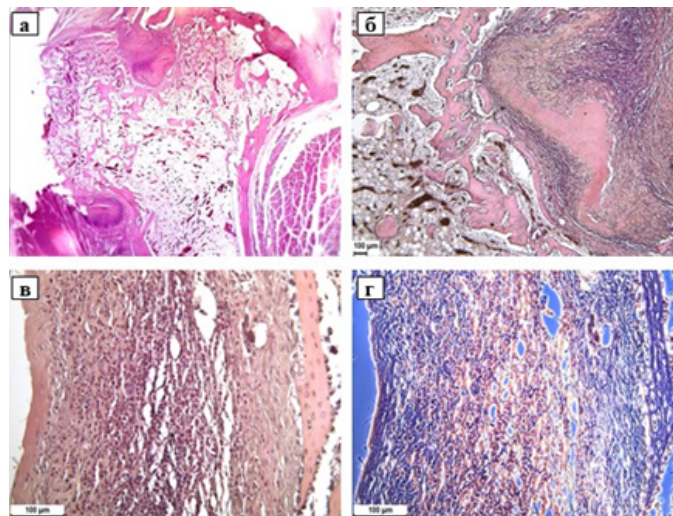


Рисунок 3. Коллагеновый имплантат в туннеле кости. 15 суток после

операции. а) Общий вид эпифиза б/б кости. Сверху под суставным хрящом и слева у основания головки видны округлые фрагменты имплантата.

Увеличение 30х; б) Справа находится участок имплантата в процессе резорбции, слева оставшиеся и новообразованные костные трабекулы.

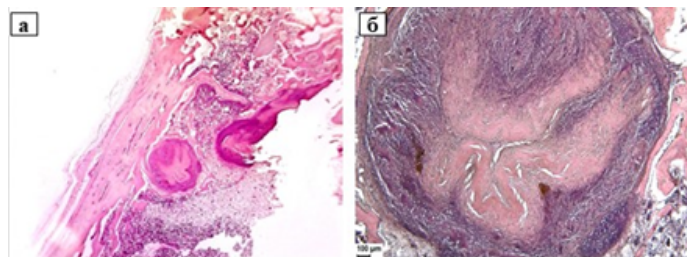
Стандартная световая микроскопия, увеличение 50х;

в) Справа видна новообразованная костная трабекула, под ней находится фиброзная капсула имплантата, а ближе к центру начинается краевая зона имплантата с разрыхлением коллагеновых волокон и их клеточной инфильтрацией. Стандартная световая микроскопия, увеличение 200х;

г) Тот же участок при фазово-контрастной микроскопии, увеличение 200х.

### Группа II (30 суток после имплантации).

Через 30 суток после операции интенсивность резорбции имплантата в туннеле кости усиливается - он резорбирован больше, чем на половину (рис. 4 а, б).



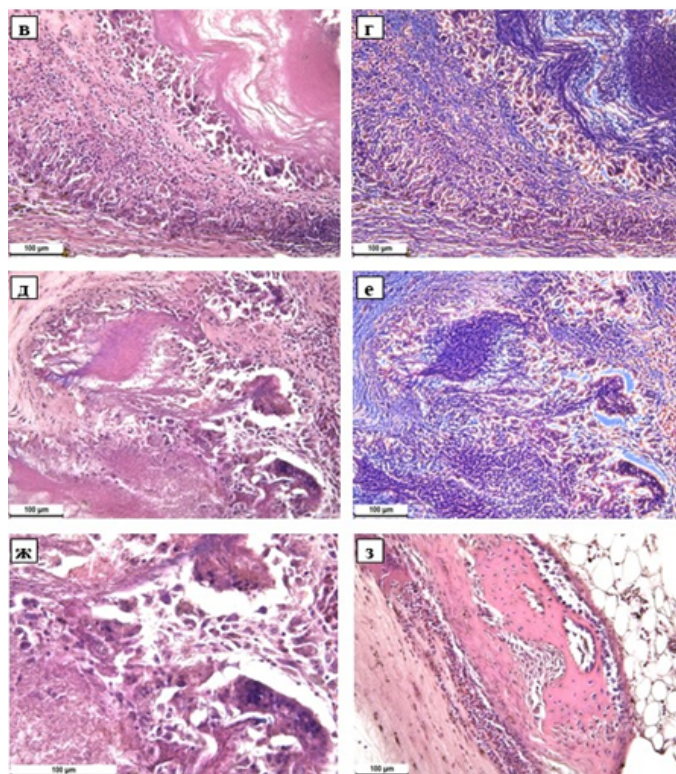
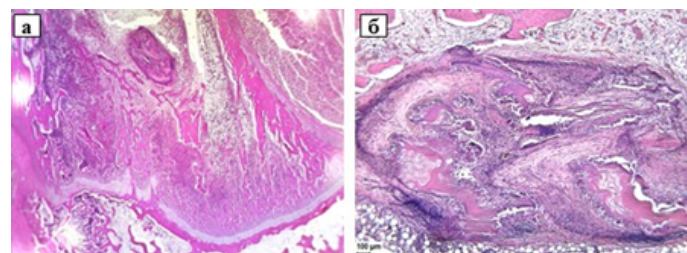
**Рисунок 4.** Коллагеновый имплантат в туннеле кости. 30 суток после операции. а) Общий вид имплантата в туннеле б/б кости. Увеличение 30х; б) Активно резорбируемый коллагеновый имплантат, окруженный новообразованными костными трабекулами.

Увеличение 30х; б) Активно резорбируемый коллагеновый имплантат, окруженный новообразованными костными трабекулами.

Стандартная световая микроскопия, увеличение 50х;

### Группа III (60 суток после имплантации).

Через 60 суток после операции имплантат в туннеле кости практически полностью резорбирован (рис. 5 а, б). Имплантат окружен тонкой фиброзной капсулой, краевая и центральная зоны имплантата уже не выявляются, в имплантате остаются лишь небольшие фрагменты разрыхленных коллагеновых волокон, интенсивно резорбируемых многочисленными гигантскими многоядерными клетками и макрофагами, усиливается прорастание фибробластами (рис. 5 в-ж). Вокруг имплантат также отмечаются участки регенерации костных трабекул (рис. 5 з).



**Рисунок 5.** Коллагеновый имплантат в туннеле кости. 60 суток после операции. а) Общий вид имплантата в туннеле б/б кости. Увеличение 30х;

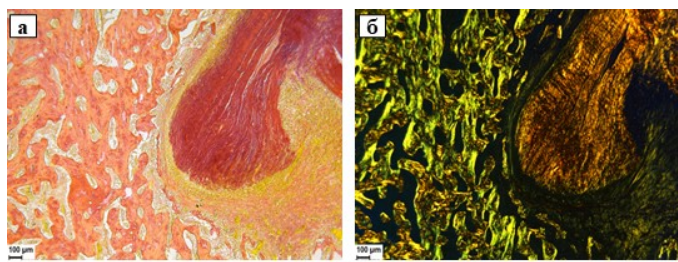
б) Почти полностью резорбированный имплантат с остатками коллагена эозинфильного цвета. Стандартная световая микроскопия, увеличение 50х;

в) Краевая зона имплантата с интенсивным разрыхлением коллагеновых волокон и их резорбцией макрофагами и гигантскими многоядерными клетками. Стандартная световая микроскопия, увеличение 200х; г) Тот же участок при фазово-контрастной микроскопии, увеличение 200х.

д) Центральная часть имплантата с оставшимися фрагментами коллагена эозинфильного цвета, активно резорбируемые гигантскими многоядерными клетками и макрофагами. Стандартная световая микроскопия, увеличение 200х; е) Тот же участок при фазово-контрастной микроскопии, увеличение 200х.

ж) Скопление гигантских многоядерных клеток и макрофагов в толще имплантата. Стандартная световая микроскопия, увеличение 400х;

з) Регенерация костных трабекул вокруг имплантата. Стандартная световая микроскопия, увеличение 200х. Окраска гематоксилин-эозином.



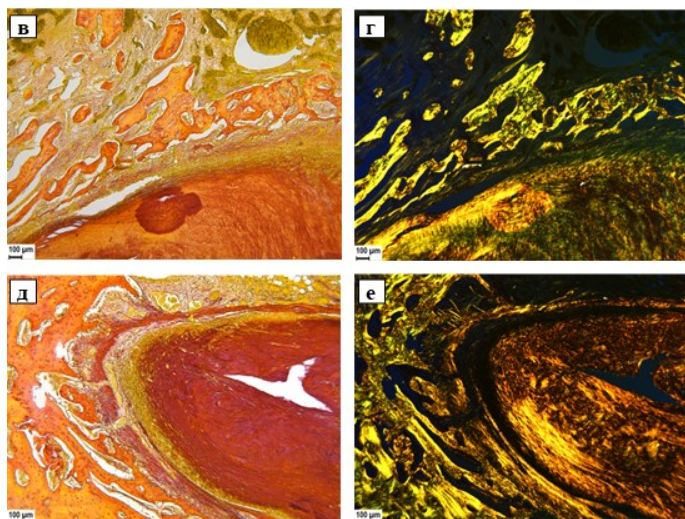


Рисунок 6. Коллагеновый имплантат в туннелях кости на ПОД15 (а,б), ПОД30 (в,г), ПОД60 (д,е), стандартная оптическая (а,в,д) и поляризационная (б,г,е) микроскопии. Снижение интенсивности и усиление дискретности окрашивания (анизотропии в поляризованном свете) пикросирусом красным коллагеновых волокон имплантата может свидетельствовать об усилении разволокнения и резорбции имплантата с увеличением временных сроков наблюдения в большой берцовой кости. При этом структура и анизотропия окружающих имплантат костных трабекул существенно не меняется.

### Заключение

После имплантации коллагеновой мембраны в костные туннели происходят активные процессы клеточной инфильтрации и резорбции имплантата. В костной ткани через 15 суток после операции имплантат ещё достаточно плотный, окружен фиброзной капсулой, под которой располагается полоса клеточной инфильтрации, состоящая преимущественно из лимфоцитов и макрофагов. На этом сроке в краевой зоне имплантата происходит разрыхление коллагеновых волокон, их клеточная инфильтрация и резорбция, тогда как в плотную центральную часть имплантата только начинают прорастать немногочисленные макрофаги и фибробласты. Через 30 суток процессы клеточной инфильтрации и резорбции имплантата усиливаются и достигают максимума до полного разрыхления и резорбции коллагеновых волокон имплантата через 60 суток после операции. Следует отметить, что резорбция имплантата идет гораздо интенсивнее в большой берцовой кости, чем в бедренной кости. Также на всех сроках в костной ткани вокруг имплантата отмечается регенерация костных трабекул, что говорит о хорошей способности имплантата к остеоинтеграции. Патологических изменений в окружающих имплантат тканях не выявлено ни на одном временном сроке, что говорит о хорошей биосовместимости имплантированного материала.

### Обсуждение.

Проблема остеоинтеграции трансплантатов, применяемых для реконструкции связочного аппарата на сегодняшний день является одной из часто анализируемых. Представленные в клинической практике синтетические материалы обладают низкой биосовместимостью и способностью к остеоинтеграции [20]. Ключевыми компонентами успешной остеоинтеграции на границе сухожилия и кости являются биосовместимый каркас, подходящий к поверхности кости, клетки-предшественники и остеоиндуктивные факторы [21]. Природные полимеры более биосовместимы, биоразлагаемы, обладают лучшими характеристиками остеоинтеграции и стимулируют образование новых тканей, что увеличивает их потенциал при реконструктивных операциях [8].

В мировой литературе описаны много исследований по оценке остеоинтеграции различных биополимеров. Так например, Fanggang B et. исследовали шелко-коллагеновый каркас с гидроксиапатитом для реконструкции ПКС на животной модели. Данные морфологического исследования показали массивное образование более зрелой кости на границе сухожилия и кости, а иммуногистохимическое окрашивание выявило большее отложение коллагена I и остеокальцина. Однако оценка заживления проводилась только в одной временной точке, что не позволило оценить восстановление и ремоделирование на протяжении всего процесса остеоинтеграции [21].

Целью настоящего экспериментального исследования являлось оценить остеоинтеграцию коллагеновой мембраны при реконструкции передней крестообразной и наружной коллатеральной связок коленного сустава в эксперименте на животной модели. Показано, что после имплантации коллагеновой мембраны в туннели бедренной и большеберцовой костей происходят активные процессы клеточной инфильтрации и резорбции имплантата. На всех сроках в костной ткани вокруг имплантата отмечается умеренная регенерация костных трабекул. Патологических изменений в окружающих имплантат тканях не выявлено ни на одном временном сроке, что говорит о хорошей остеоинтеграции и биосовместимости имплантированного материала. Полученные результаты дают основание предполагать, что применение данного материала для реконструкции связочного аппарата является перспективным. В дальнейшем нами планируется продолжение исследования свойств коллагенового трансплантата на более поздних сроках после его имплантации.

### Список литературы / References:

1. Синельников Р.Д., Синельников А.Я., Синельников Я.Р. Атлас анатомии человека в 4 томах. Учебное пособие для мед. ВУЗов. Москва. 1996, 2008, 2010, 2012. [Sinelnikov R.D., Sinelnikov A.Ya., Sinelnikov Ya.R. Atlas anatomii cheloveka v 4 tomakh. Uchebnoe posobie dlya med. VUZov. Moskva. 1996, 2008, 2010, 2012.]

2. Lim WL, Liao LL, Ng MH, Chowdhury SR, Law JX. Current Progress in Tendon and Ligament Tissue Engineering. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2019 Dec;16(6):549-571. DOI: 10.1007/s13770-019-00196-w.
3. Chainani A, Hippensteel KJ, Kishan A, et al. Multilayered electrospun scaffolds for tendon tissue engineering. *Tissue engineering. Part A*. 2013 Dec;19(23-24):2594-2604. DOI: 10.1089/ten.tea.2013.0165.
4. Docheva D, Müller SA, Majewski M, Evans CH. Biologics for tendon repair. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2015 Apr;84:222-239. DOI: 10.1016/j.addr.2014.11.015.
5. Dhammi IK, Rehan-Ul-Haq, Kumar S. Graft choices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian Journal of Orthopaedics*. 2015 Mar-Apr;49(2):127-128. DOI: 10.4103/0019-5413.152393.
6. Cooper JA Jr, Sahota JS, Gorum WJ 2nd, Carter J, Doty SB, Lauerencin CT. Biomimetic tissue-engineered anterior cruciate ligament replacement. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2007 Feb 27;104(9):3049-54. doi: 10.1073/pnas.0608837104. Epub 2007 Feb 20. PMID: 17360607; PMCID: PMC1805619.
7. Leong NL, Petrigliano FA, McAllister DR. Current tissue engineering strategies in anterior cruciate ligament reconstruction. *J Biomed Mater Res A*. 2014 May;102(5):1614-24. doi: 10.1002/jbm.a.34820. Epub 2013 Jun 14. PMID: 23737190.
8. Silva M, Ferreira FN, Alves NM, Paiva MC. Biodegradable polymer nanocomposites for ligament/tendon tissue engineering. *J Nanobiotechnology*. 2020 Jan 30;18(1):23. doi: 10.1186/s12951-019-0556-1. PMID: 32000800; PMCID: PMC6993465.
9. Kuo CK, Marturano JE, Tuan RS. Novel strategies in tendon and ligament tissue engineering: Advanced biomaterials and regeneration motifs. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2010 Aug 20;2:20. doi: 10.1186/1758-2555-2-20. PMID: 20727171; PMCID: PMC2939640.
10. Gentleman E, Lay AN, Dickerson DA, Nauman EA, Livesay GA, Dee KC. Mechanical characterization of collagen fibers and scaffolds for tissue engineering. *Biomaterials*. 2003;24:3805-3813. doi: 10.1016/S0142-9612(03)00206-0.
11. Dunn MG, Liesch JB, Tiku ML, Zawadsky JP. Development of fibroblast-seeded ligament analogs for ACL reconstruction. *J Biomed Mater Res A*. 1995;29:1363-1371. doi: 10.1002/jbm.820291107.
12. Bellincampi LD, Closkey RF, Prasad R, Zawadsky JP, Dunn MG. Viability of fibroblast-seeded ligament analogs after autogenous implantation. *J Orthop Res*. 1998;16:414-420. doi: 10.1002/jor.1100160404.
13. Walters VI, Kwansa AL, Freeman JW. Design and analysis of braid-twist collagen scaffolds. *Connect Tissue Res*. 2012;53:255-266. doi: 10.3109/03008207.2011.634532.
14. Yilgor C, Huri P, Huri G. Tissue engineering strategies in ligament regeneration. *Stem Cells Int*. 2012;2012:374676. doi: 10.1155/2012/374676.
15. Narayanan N, Kuang L, Del Ponte M, Chain C, Deng M. Design and fabrication of nanocomposites for musculoskeletal tissue regeneration. In: Liu H, editor. *nanocomposites for musculoskeletal tissue regeneration*. Duxford: Woodhead Publishing; 2016. pp. 3-29.
16. Vieira AC, Guedes RM, Marques AT. Development of ligament tissue biodegradable devices: a review. *J Biomech*. 2009;13:2421-2430. doi: 10.1016/j.jbiomech.2009.07.019.
17. Patino MG, Neiders ME, Andreana S, Noble B, Cohen RE. Collagen as an implantable material in medicine and dentistry. *J Oral Implantol*. 2002;28(5):220-5. doi: 10.1563/1548-1336(2002)028<0220:CAAIMI>2.3.CO;2. PMID: 12498470.
18. Bi F, Shi Z, Liu A, Guo P, Yan S. Anterior cruciate ligament reconstruction in a rabbit model using silk-collagen scaffold and comparison with autograft. *PLoS One*. 2015;10(5):e0125900. doi: 10.1371/journal.pone.0125900.
19. Ge Z, Yang F, Goh JC, Ramakrishna S, Lee EH. Biomaterials and scaffolds for ligament tissue engineering. *J Biomed Mater Res A*. 2006;77(3):639-652. doi: 10.1002/jbm.a.30578.
20. Mascarenhas R, MacDonald PB. Anterior cruciate ligament reconstruction: a look at prosthetics--past, present and possible future. *McGill J Med*. 2008 Jan;11(1):29-37. PMID: 18523530; PMCID: PMC2322926.
21. Bi F, Chen Y, Liu J, Wang Y, Xu D, Tian K. Anterior cruciate ligament reconstruction in a rabbit model using a silk-collagen scaffold modified by hydroxyapatite at both ends: a histological and biomechanical study. *J Orthop Surg Res*. 2021 Feb 16;16(1):139. doi: 10.1186/s13018-021-02281-0. PMID: 33593365; PMCID: PMC7885370.
22. Antoshin, Artem & Dubinin, O. & Lei, Miao & Istranova, Elena & Bikmulina, Polina & Fayzullin, Alexey & Magdanov, Azat & Kravchik, Marina & Kosheleva, Nastasia & Solovieva, Anna & Sadchikova, Elena & Kotova, Svetlana & Efremov, Yuri & qu, Xue & Butnaru, Denis & Evlashin, Stanislav & Shpichka, Anastasia & Liu, Changsheng & Timashev, Peter. (2023). Semipermeable barrier-assisted electrophoretic deposition of robust collagen membranes. *Journal of Materials Science*. 58. 1-23. 10.1007/s10853-023-08641-x.
23. Tangsadthakun C, Kanokpanont S, Sanchavanakit N, Banaprasert T, Damrongsakkul S. Properties of collagen/chitosan scaffolds for skin tissue engineering. *J Metals Mater Miner*. 2006;16:37-44. ] Leong NL, Petrigliano FA, McAllister DR. Current tissue engineering strategies in anterior cruciate ligament reconstruction. *J Biomed Mater Res A*. 2014;102:1614-1624. doi: 10.1002/jbm.a.34820.
24. Hong P, Bance M, Gratzner PF. Repair of tympanic membrane perforation using novel adjuvant therapies: a contemporary review of experimental and tissue engineering studies. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013 Jan;77(1):3-12. doi: 10.1016/j.ijporl.2012.09.022. Epub 2012 Oct 6. PMID: 23044356.
25. Santucci RA, Joyce GF, Wise M. Male urethral stricture disease. *J Urol*. 2007 May;177(5):1667-74. doi: 10.1016/j.juro.2007.01.041. PMID: 17437780.
26. Fiala R, Vidlar A, Vrtal R, Belej K, Student V. Porcine small intestinal submucosa graft for repair of anterior urethral strictures. *Eur Urol*. 2007 Jun;51(6):1702-8; discussion 1708. doi: 10.1016/j.eururo.2007.01.099. Epub 2007 Feb 9. PMID: 17306922.

#### Информация об авторах:

**Мурдалов Эмирхан Эмирович** – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Уни-

верситет), Москва, 119991, Россия. E-mail: murdalov.emirhan1996@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3065-5123

**Лычагин Алексей Владимирович** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: lychagin\_a\_v@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0002-2202-8149

**Тимашев Петр Сергеевич** – доктор химических наук, профессор, директор Научно-технологического парка биомедицины, директор Института регенеративной медицины, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: timashev\_p\_s@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0001-7773-2435

**Липина Марина Михайловна** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: lipina\_m\_m@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-1240-4064

**Калинский Евгений Борисович** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО ПМГМУ им. И.М. Сеченова МЗРФ (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: eugene\_kalinsky@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8103-5613

**Курьяков Антон Павлович** – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО ПМГМУ им. И.М. Сеченова МЗРФ (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: kurpyakov\_a\_p@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-1628-1874

**Бобров Дмитрий Сергеевич** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО ПМГМУ им. И.М. Сеченова МЗРФ (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: bobrov\_d\_s@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0002-1190-7498

**Погосян Давид Артурович** – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ассистент кафедры безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: david.pogos.41@gmail.com; ORCID: 0000-0003-0620-0014

**Шехтер Анатолий Бохурович** – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт регенеративной медицины, Научно-технологический парк биомедицины, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: shekhter\_a\_b@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-2914-318X

**Файзуллин Алексей Леонидович** – кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией, Институт регенеративной медицины, Научно-технологический парк биомедицины, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: fayzullin\_a\_l@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-4137-8993

**Сережникова Наталья Борисовна** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Институт регенеративной медицины, Научно-технологический парк биомедицины, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: serezhnikova\_n\_b@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0002-4097-1552

**Антошин Артем Анатольевич** – доцент, Руководитель Научного Центра Мирового Уровня «Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение», Научно-технологический парк биомедицины, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: antoshin\_a\_a@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-0575-0321

**Ермилов Илья Валерьевич** – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: lea\_roan@mail.ru; ORCID: 0000-0002-1764-5281

**Подлесная Анна Александровна** – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: dr.podlesnaya@mail.ru; ORCID: 0000-0002-6694-0199

**Кудрачев Тагир Радикович** – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: kudrachev\_t\_r@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0002-5483-0750

**Магданов Азат Маратович** – аспирант, Институт регенеративной медицины, Научно-технологический парк биомедицины, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: azatmagd@gmail.com; ORCID 0000-0002-6036-1073

**Зотов Сергей Евгеньевич** – студент, Институт клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: s.e.zotov@yandex.ru; ORCID 0000-0001-5646-0995

**Шкредина Мария Игоревна** – студент, Институт клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: s.e.zotov@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-3749-2227

**Шубкина Алёна Александровна** – врач травматолог-ортопед отделения медицинской реабилитации Университетской Клинической Больницы №2 ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия. E-mail: shubkina\_a\_a@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0002-9650-4822.

**Автор, ответственный за переписку:** Мурдалов Эмирхан Эмирович, e-mail: murdalov.emirhan1996@gmail.com



## Information about authors:

**Emirkhan E. Murdalov** – postgraduate student of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russia. E-mail: murdalov.emirhan1996@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3065-5123

**Alexey V. Lychagin** – MD, professor, Head of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russia. E-mail: lychagin\_a\_v@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0002-2202-8149

**Peter S. Timashev** – Doctor of Chemical Sciences, professor, Chief of Institute of Regenerative Medicine of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia; 4Digital Biodesign and Personalized Healthcare Center of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia. E-mail: timashev\_p\_s@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0001-7773-2435

**Marina M. Lipina** – PhD, Associate professor of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russia. E-mail: lipina\_m\_m@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-1240-4064

**Eugene B. Kalinsky** – PhD, Associate prof. of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russia. E-mail: eugene\_kalinsky@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8103-5613

**Anton P. Kurpyakov** – PhD, Assistant prof. of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russia. E-mail: kurpyakov\_a\_p@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-1628-1874

**Dmitry S. Bobrov** – PhD, Associate prof. of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russia. E-mail: bobrov\_d\_s@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0002-1190-7498

**David A. Pogosyan** – postgraduate student of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, assistant of the Department of Life Safety and Disaster Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia. E-mail: david.pogos.41@gmail.com; ORCID: 0000-0003-0620-0014

**Anatoly B. Shekhter** – MD, professor, Institute of Regenerative Medicine of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia. E-mail: shekhter\_a\_b@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-2914-318X

**Alexey L. Fayzullin** – PhD, Institute of Regenerative Medicine of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia. E-mail: fayzullin\_a\_l@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-4137-8993

**Natalia B. Serezhnikova** – PhD, Institute of Regenerative Medicine of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia. E-mail: serezhnikova\_n\_b@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0002-4097-1552

**Artem A. Antoshin** – PhD, Institute of Regenerative Medicine of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia. E-mail: antoshin\_a\_a@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-0575-0321

**Ilya V. Ermilov** – postgraduate student of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russia. E-mail: lea\_roan@mail.ru; ORCID: 0000-0002-1764-5281

**Anna A. Podlesnaya** – postgraduate student of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russia. E-mail: dr.podlesnaya@mail.ru; ORCID: 0000-0002-6694-0199

**Tagir R. Kudrachev** – postgraduate student of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russia. E-mail: kudrachev\_t\_r@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0002-5483-0750

**Azat M. Magdanov** – postgraduate student of the Institute of Regenerative Medicine of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia. E-mail: azatmagd@gmail.com; ORCID 0000-0002-6036-1073

**Sergei E. Zotov** – student, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia. E-mail: s.e.zotov@yandex.ru; ORCID 0000-0001-5646-0995

**Maria I. Shkredina** – student, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), , 119991, Moscow, Russia. E-mail: s.e.zotov@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-3749-2227

**Alena A. Shubkina** – doctor of trauma, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia. E-mail: shubkina\_a\_a@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0002-9650-4822.

**Corresponding author:** Emirkhan E. Murdalov, e-mail: murdalov.emirhan1996@gmail.com

<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-41-46>

УДК 617.3

© Д.Ю. Пупынин, А.В. Лычагин, А.А. Грицюк, 2023

Оригинальная статья / Original article



## РАННЯЯ ПЛАСТИКА ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ: ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛЕЧЕНИЯ В ОТДЕЛЬНОМ РЕГИОНЕ

Д.Ю. ПУПЫНИН<sup>1</sup>, А.В. ЛЫЧАГИН<sup>2</sup>, А.А. ГРИЦЮК<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Государственное автономное учреждение здравоохранения «Городская клиническая больница № 4» города Оренбурга, 460000, г. Оренбург, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

### Аннотация

Работа посвящена лечению свежих разрывов передней крестообразной связки методом пластики сухожилиями приводящих мышц в сравнении с пациентами с хронической передне-медиальной нестабильностью коленного сустава.

**Целью исследования** явилось изучение влияния длительности дооперационного периода пластики ПКС на результаты лечения.

**Материал и метод.** Всего отобрано и включено в исследование 68 пациентов из них 5 (7,4%) пациентов исключено, статистическому анализу подвергнуто 63 пациента 44 мужчины и 19 женщин, в возрасте от 18 до 45 года, средний возраст  $31,3 \pm 3,4$  года. Две группы исследования I группа (основная – 30 пациентов) давность от травмы до операции от 8 до 21 суток (средняя –  $16,9 \pm 6,3$  суток), II (контрольная – 3 пациентов) группа от 6 месяцев до 15 месяцев (средняя –  $11,4 \pm 5,3$  месяцев). По механизму травмы были: бытовые (падение) 28 пациентов (44,4%), спортивные – 35 пациент (55,6%) спортсмены любители. Средний рост  $178,7 \pm 9,4$  см, средний вес  $76,5 \pm 7,8$  кг, средний индекс массы тела (ИМТ)  $27,3 \pm 2,3$  кг/м<sup>2</sup>, уровень активности по шкале Тегнера до травмы не ниже 5 (1–10),

В исследовании применяли 10-балльную визуально-аналоговую шкалу боли (ВАШ) и нумерологическую шкалу удовлетворенности пациентов (НШУ), шкалы Тегнера и Лисгольма, тест переднего выдвигающего ящика, до и после операции (через 6 и 12 месяцев).

**Результаты.** Болевой синдром после операции у пациентов первой группы в 6 месяцев был меньше чем у пациентов второй группы (I группа –  $1,6 \pm 1,5$ , II группа –  $1,9 \pm 1,0$ ,  $p=0,012$ ), к 12 месяцам выравнивался. НШУ в сроки 6 месяцев после операции в I группе составила  $8,2 \pm 1,8$ , значительно превысив показатели II группы ( $7,4 \pm 0,8$ , при  $p<0,001$ ), при этом 8 (26,7%) пациентов оценили в максимальные 10 баллов, чего не отмечалось в контрольной группе. Тест Тегнера в 6 месяцев статистически значимо снижался по сравнению с предоперационным в обеих группах, но между группами имело место статистически значимая разница на 9,7% ( $p<0,001$ ), но к 12 месяцам после операции возвращался к уровню до травмы и разница между группами отсутствовала (I группа  $6,3 \pm 1,0$  баллов, II группа  $6,2 \pm 1,5$  при  $p=0,732$ ). Результаты по шкале Лисгольма в обеих группах не имели статистической значимой разницы ( $p=0,683$ ).

**Заключение.** Ранняя пластика передней крестообразной связки способствует более быстрому восстановлению уровня физической активности, но требует изменения системы оказания хирургической помощи.

**Ключевые слова:** разрывы передней крестообразной связки, ранняя пластика ПКС

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Пупынин Д.Ю., Лычагин А.В., Грицюк А.А., РАННЯЯ ПЛАСТИКА ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ: ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛЕЧЕНИЯ В ОТДЕЛЬНОМ РЕГИОНЕ. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 2(52). С. 41–46 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-41-46>

**Этическая экспертиза.** Пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании и дали согласие на обработку и публикацию клинического материала. Исследование одобрено этическим комитетом.

## EARLY PLASTIC SURGERY OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT: ORGANIZATIONAL AND CLINICAL ASPECTS OF TREATMENT IN A PARTICULAR REGION

DMITRY YU. PUPYNIN<sup>1</sup>, ALEXEY V. LYCHAGIN<sup>2</sup>, ANDREY A. GRITSYUK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> State autonomous healthcare institution "City Clinical Hospital No. 4" of the city of Orenburg, 460000, Orenburg, Russia

<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 Russia (Sechenov University), 119991 Moscow, Russia

**Abstract**

**Summary.** The work is devoted to the treatment of fresh ruptures of the anterior cruciate ligament by plastic method with adductor tendons in comparison with patients with chronic anteromedial instability of the knee joint.

**The aim of the study** was to study the effect of the duration of the preoperative period of ACL repair on the results of treatment.

**Material and method.** A total of 68 patients were selected and included in the study, of which 5 (7.4%) patients were excluded, 63 patients were subjected to statistical analysis, 44 men and 19 women, aged 18 to 45 years, mean age  $31.3 \pm 3.4$  years. Two study groups Group I (main - 30 patients) duration from injury to surgery from 8 to 21 days (mean -  $16.9 \pm 6.3$  days), II (control - 33 patients) group from 6 months to 15 months (mean -  $11.4 \pm 5,3$  months). According to the mechanism of injury, there were: domestic (fall) 28 patients (44.4%), sports - 35 patients (55.6%) amateur athletes. Average height  $178.7 \pm 9.4$  cm, average weight  $76.5 \pm 7.8$  kg, average body mass index (BMI)  $27.3 \pm 2.3$  kg/m<sup>2</sup>, activity level on the Tegner scale before injury not lower than 5 (1–10).

The study used a 10-point visual analogue pain scale (VAS) and a numerological patient satisfaction scale (NSS), Tegner and Lysholm scales, an anterior drawer test, before and after surgery (after 6 and 12 months).

**Results.** Pain syndrome after surgery in patients of the first group at 6 months was less than in patients of the second group (group I -  $1.6 \pm 1.5$ , group II -  $1.9 \pm 1.0$ ,  $p = 0.012$ ), leveled off by 12 months. NSV at 6 months after surgery in group I was  $8.2 \pm 1.8$ , significantly exceeding the values of group II ( $7.4 \pm 0.8$ ,  $p < 0.001$ ), while 8 (26.7%) patients assessed to a maximum of 10 points, which was not observed in the control group. The Tegner test at 6 months was statistically significantly reduced compared to the preoperative one in both groups, but there was a statistically significant difference of 9.7% between the groups ( $p < 0.001$ ), but by 12 months after the operation it returned to the pre-injury level and the difference between the groups was absent (group I  $6.3 \pm 1.0$  points, group II  $6.2 \pm 1.5$  at  $p = 0.732$ ). The results on the Lysholm scale in both groups had no statistically significant difference ( $p = 0.683$ ).

**Conclusion.** Early plastic surgery of the anterior cruciate ligament contributes to a faster recovery of the level of physical activity but requires a change in the system of surgical care.

**Key words:** anterior cruciate ligament ruptures, early ACL repair

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

**Funding:** the study had no sponsorship

**For citation:** Pupylin D.Y., Lychagin A.V., Gritsyuk A.A., EARLY PLASTIC SURGERY OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT: ORGANIZATIONAL AND CLINICAL ASPECTS OF TREATMENT IN A PARTICULAR REGION. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023 № 2. pp. 41–46 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-41-46>

**Введение**

Хорошо известная артроскопическая реконструкция ПКС последние три десятилетия является «золотым стандартом» хирургического лечения передне-медиальной нестабильности коленного сустава в результате разрыва ПКС. Средние сроки выполнения восстановительной операции значительно разнятся в операции в остром периоде (первые две недели) после травмы и периоде хронической нестабильности коленного сустава (от 6 до 12 месяцев) [1, 2, 3, 4].

Результаты восстановления функции и физической активности после данной операции так же известны: только 50%–65% спортсменов-любителей возвращаются к своему уровню физической активности до травмы, а общий процент клинических неудач составляет до 10% [5, 6].

Достаточно изучены многочисленные причины неудачных исходов реконструкции ПКС, которые объединяются в четыре основных группы: технические ошибки, допущенные как на этапе диагностики, так и во время операции (от 22 до 79 %); повторные травмы (от 18 до 79 %); биологические факторы (нарушение интеграции трансплантата и его лигаментизации) (до 17 %); ошибки реабилитации и другие (до 15 %) [7].

Наше исследование явилось продолжением опубликованного ранее исследования, посвященного применению методики динамической интралигаментарной (внутрисвязочной) стабилизации (ДИС) коленного сустава. Для выполнения данной

методики нам потребовалось изменить схему лечения пациентов с травмой коленного сустава в нашем регионе и ввести правило ранней МРТ диагностики для отбора пациентов [8]. Однако при этом образовалась группа больных у которых диагностировано полное повреждение ПКС, но они не подходили для ДИС и не хотели ждать «холодного периода», возникновения хронической передне-медиальной нестабильности для пластики ПКС. По данным литературы многие авторы, исследовавшие временные факторы при изучении результатов пластики ПКС, говорили о важности предоперационного периода [9, 10, 11]. Даже в педиатрической практике пластики ПКС этот вопрос ставится наряду с проблемами выбора трансплантата [12, 13].

По результатам последних метаанализов в значительном количестве работ исследуются вопросы времени проведения операции по замещению ПКС, но в основном указывается на важность данного фактора, наряду с выбором вида трансплантата, методом фиксации и реконструкции менисков [14, 15]. Однако научных работ, посвященных изучению временного фактора, мы не нашли, что послужило целью нашего исследования.

**Цель:** изучить влияние длительности дооперационного периода пластики ПКС на результаты лечения.

**Материалы и методы**

Исследование проводили на базе ГАУЗ «ГКБ№4» г. Оренбурга с 2018 по 2022 годы. **Критерии включения:** взрослые пациенты

вне зависимости от пола и возраста (от 18 лет) со свежими (травма не позднее 14 дня) и застарелыми (более 3 месяцев) изолированными полными разрывами ПКС. **Критерии не включения:** острые или хронические инфекции, локальные или общие заболевания мышц, повреждения коллатеральных связок и нервов, остеоартроз коленного сустава любой стадии; остеопороз, пациенты с ДИС.

Пациентам, получившим закрытую травму коленного сустава, в сроки до 10 дней выполняли МРТ исследование, при выявлении полного повреждения ПКС при отсутствии противопоказаний, объясняли суть метода, предлагали участвовать в исследовании с применением ДИС, но при артроскопии принимали решение об отказе от выполнения динамической стабилизации выполняли пластику ПКС. А также была группа пациентов у которых при раннем МРТ исследовании сразу были выявлены повреждения ПКС не подлежащие реинсерции, но пациенты настаивали на операции.

При выполнении артроскопии выявлены разрывы ПКС, при которых невозможно было применить методику ДИС было 8 (26,7%) пациентов, пациенты после ранней МРТ, которые настаивали на выполнении пластики связки в раннем периоде после травмы было 22 (73,3%), всех этих пациентов мы включили в основную группу исследования, срок от момента травмы до пластики ПКС не более 3 недель. Параллельно случайным методом мы набрали контрольную группу из 30 пациентов, которые поступали для операции артроскопической пластики ПКС в сроки от 6 месяцев от момента травмы, но соблюдением критериев включения и не включения. При включении в исследование все пациенты подписывали информированное согласие до лечения, исследование было утверждено локальной экспертной комиссией (протокол ЛЭК №6, от 20.01.2018 г.).

Всего отобрано и включено в исследование 68 пациентов из них 5 (7,4%) пациентов исключено, статистическому анализу подвергнуто 63 пациента 41 мужчина и 19 женщин, в возрасте от 18 до 45 года, средний возраст  $31,3 \pm 3,4$  года, левый коленный сустав был поврежден у 34 пациентов, правый у 26 (соотношение правый/левый 1:1,3). Давность травмы в основной группе составила от 8 до 21 суток, средняя –  $16,9 \pm 6,3$  суток, в контрольной от 6 месяцев до 15 месяцев, средняя –  $11,4 \pm 5,3$  месяцев. По механизму травмы были: бытовые (падение) 28 пациентов (44,4%), спортивные – 35 пациент (55,6%, все спортсмены любители): горные лыжи – 16 (25,4%), футбол - 10 (15,9%), хоккей - 7 (11,1%), баскетбол - 2 (3,2%). Средний рост  $178,7 \pm 9,4$  см, средний вес  $76,5 \pm 7,8$  кг, средний индекс массы тела (ИМТ)  $27,3 \pm 2,3$  кг/м<sup>2</sup>, уровень активности по шкале Тегнера до травмы не ниже 5 (1–10), представлены в Таблице 1.

Выполняли типичную артроскопию коленного сустава, под спинальной анестезией с применением жгута, выполняли два типичных порта, осматривали культы ПКС, при их непригодности к ДИС, выполняли все необходимые диагностические и

лечебные внутрисуставные манипуляции, удаляли культы ПКС. Из продольного разреза в проекции места прикрепления сухожилий приводящих мышц выделяли и забирали 2 сухожилия, из которых формировали трансплантат из 4 сухожилий. По направителю проводили спицу и рассверливали тиббиальный канал, через него по направителю проводили спицу и транстибиально рассверливали бедренную кость. Не удаляя спицу вводили направитель для проведения поперечных пиновых фиксаторов. Спицу удаляли, проводили поперечные каналы в бедренной кости для фиксаторов. Из тиббиального канала проводили спицу с ушком через бедренную кость на наружную поверхность бедра и протягивали нить. При помощи нити протягивали трансплантат, фиксировали бедренную часть пинами, после чего трансплантат натягивали специальным тензиомером, вводили гильзу между ножек трансплантата, после чего специальным стопорным винтом фиксировали ее в большеберцовой кости. Техника операции, методика фиксации и послеоперационная реабилитация в обеих группах не различались.

Таблица 1

## Гендерные показатели пациентов исследования

| Показатели<br>(единицы измерения)        | Пациенты  |           |           | p*    |
|--|-----------|-----------|-----------|-------|
|  | I группа  | II группа | Всего     |       |
| Количество абс. (%)                      | 30 (47,6) | 33 (52,4) | 63 (100)  | 0,891 |
| Пол (м/ж)                                | 21/9      | 23/10     | 44/19     | 0,732 |
| Возраст (Me±SD, лет)                     | 30,9±2,2  | 33,8±3,4  | 31,3±3,4  | 0,154 |
| Срок от травмы до операции (Me±SD) суток | 16,9±6,3  | 11,4±5,3  | -         | 0,001 |
| Рост (Me±SD, м)                          | 1,74±0,07 | 1,80±0,12 | 1,78±0,09 | 0,762 |
| Вес (Me±SD, кг)                          | 78,4±5,8  | 74,6±6,5  | 76,5±7,8  | 0,573 |
| ИМТ (Me±SD, кг/м <sup>2</sup> )          | 28,2±1,3  | 26,8±2,1  | 27,3±2,3  | 0,286 |
| Шкала Танжер (баллы)                     | 7,3±1,7   | 6,5±0,4   | 6,7±1,5   | 0,329 |

В исследовании применяли визуально-аналоговую шкалу боли (ВАШ), нумерологическую 10-балльную шкалу удовлетворенности пациентов (НШУ пациента: 1 полная неудовлетворенность и 10 полная удовлетворенность), шкалы Тегнера (Tegner) и Лисгольма (Lysholm) до и после операции (через 6 месяцев и один год). Тест переднего выдвигающего ящика (ПВЯ) оценивали с помощью артрометра КТ-1000 (MEDmetric, Сан. Диего, Калифорния, США) при сгибании коленного сустава на 30 градусов. Результат считали отрицательным (рецидив

передней нестабильности) при переднем смещении более 5 мм в сравнении с неповрежденным коленом. Измерения выполняли трехкратно, среднее значение высчитывали и результат заносили в базу данных.

Для проверки статистической значимости полученных данных использовали двусторонний t-критерий Стьюдента, на основании которого находили p-значение в программе IBM SPSS Statistics 22. При  $p > 0,05$  различия считали статистически незначимыми.

### Результаты

Результаты операции оценивали при осмотре через 6 и 12 месяцев, при отрицательном тесте ПВЯ менее 5 мм, результат операции считали положительным. В сроки 6 и 12 месяцев у всех пациентов отмечалась стабильность коленного сустава при тестировании, имели место незначительные жалобы на боли, но нестабильности в оперированном коленном суставе не выявили ни у одного пациента.

Болевой синдром после операции у пациентов первой группы в первые дни был больше, но к сроку в 6 месяцев регрессировал и был меньше чем у пациентов второй группы (I группа -  $1,6 \pm 1,5$ , II группа -  $1,9 \pm 1,0$ ,  $p = 0,012$ ). К 12 месяцам и далее средний балл по шкале ВАШ находился на одинаковом уровне и статистической разницы не выявлено (0,843).

Удовлетворенность пациентов операцией (НШУ) в сроки 6 месяцев после операции в I группе составила  $8,2 \pm 1,8$ , значительно превысив показатели II группы ( $7,4 \pm 0,8$ , при  $p < 0,001$ ), при этом 8 (26,7%) пациентов оценили в максимальные 10 баллов, чего не отмечалось в контрольной группе. В дальнейшем к 12 месяцам удовлетворенность результатом операции достигала практически максимальных величин более 9 баллов в обеих группах. Данный показатель переключается с тестом уровня активности Тегнера, который в 6 месяцев статистически значимо снижался по сравнению с предоперационным в обеих группах, но между группами имело место статистически значимая разница на 9,7% ( $p < 0,001$ ), к 12 месяцев после операции показатели данного теста снова возвращался к уровню до травмы и разница между группами отсутствовала (I группа  $6,3 \pm 1,0$  баллов, II группа  $6,2 \pm 1,5$  при  $p = 0,732$ ).

Результаты по шкале Лисгольма в 6 месяцев после операции в обеих группах находились на уровне 90 баллов (I группа  $91 \pm 6$  баллов, II группа  $90 \pm 5$ ), к сроку в 12 месяцев после операции выходили на более высокий уровень, но статистической значимой разницы между группами не было ( $p = 0,683$ , см. Таблицу 2).

Тест переднего выдвигающего ящика (ПВЯ) составлял не более 2–3 мм на всех сроках динамического наблюдения в обеих группах, повторных травм у пациентов не было.

Таким образом, можно заключить что на основании нашего исследования при раннем хирургическом вмешательстве пациенты быстрее восстанавливают активность и возвращаются к уровню активности до травмы.

Таблица 2

### Результаты пластики ПКС

| Показатели | Сроки наблюдения после операции (в мес.) |               |               |               | p* 6 мес. | p* 12 мес. |
|------------|--|---------------|---------------|---------------|-----------|------------|
|            | I группа                                 |               | II группа     |               |           |            |
|            | 6  | 12            | 6             | 12            |           |            |
| ВАШ        | $1,6 \pm 1,5$                            | $1,3 \pm 0,5$ | $1,9 \pm 1,0$ | $1,4 \pm 1,2$ | 0,012     | 0,843      |
| НШУ        | $8,2 \pm 1,8$                            | $9,2 \pm 0,7$ | $7,4 \pm 0,8$ | $9,2 \pm 0,6$ | <0,001    | 0,473      |
| Тегнер     | $5,4 \pm 0,8$                            | $6,3 \pm 1,0$ | $4,9 \pm 1,3$ | $6,2 \pm 1,5$ | <0,001    | 0,732      |
| Лисгольм   | $91 \pm 6$                               | $95 \pm 3$    | $90 \pm 5$    | $96 \pm 3$    | 0,054     | 0,683      |
| ПВЯ (мм)   | $2,2 \pm 1,0$                            | $2,8 \pm 1,2$ | $2,1 \pm 1,1$ | $2,2 \pm 1,4$ | 0,244     | 0,631      |

### Обсуждение

Клиническая практика показывает, что несмотря на длительную историю применения различных видов операций по поводу повреждения ПКС, различных сухожильных алло и ауто трансплантатов, синтетических протезов, методов восстановления (шва и реинсерции), не все вопросы освещены и поле научных исследований не иссякает [10, 11]. В ходе решения одной научной проблемы изучения вопросов динамической интралигаментарной (внутрисвязочной) стабилизации коленного сустава, мы исследовали возможности реинсерции ПКС, для этого нам потребовалось проведение ранней МРТ и появилась группа пациентов которые хотели бы восстановить ПКС в раннем периоде после травмы, при этом эта группа не состояла из профессиональных спортсменов, но пациенты были значительно мотивированы и относились к высоко активной группе [8].

При изучении данных литературы мы выяснили, что данный вопрос не решен, в основном данный временной фактор рассматривается как побочный, при изучении других вопросов [10, 11], но на наш взгляд требует глубокого и обширного изучения [13, 14]. При этом для изучения данного вопроса нам потребовалось изменение алгоритма оказания высокотехнологичной медицинской помощи в нашем регионе, что не всегда возможно выполнить в федеральных медицинских учреждениях.

Мы понимаем, что наше исследование не лишено некоторых недостатков ввиду малой выборки, малого срока наблюдения, отсутствия отдаленных результатов. Хотя возможно максимальный терапевтический эффект будет именно при наблюдениях на больших сроках в виде уменьшения процента и скорости развития остеоартроза коленного сустава и авторы планируют продолжать работу и дальше.

### Заключение

Ранняя пластика передней крестообразной связки способствует более быстрому восстановлению уровня физической

активности, но требует изменения системы оказания хирургической помощи.

### Список литературы / References:

1. Орлецкий А.К., Буткова Л. Л., Тимченко Д. О. Результаты пластики передней крестообразной связки с использованием трансплантата из сухожилий полусухожильной и тонкой мышц и связки надколенника // Вестник травматологии и ортопедии им Н. Н. Приорова. 2011;18(4):16–18. [Orletskiy A.K., Butkova L.L., Timchenko D.O., Orletskiy A.K., Butkova L.L., Timchenko D.O. Treatment Results after ACL Plasty with M. Semitendinous and M. Gracilis Tendons, and Patellar Ligament // N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2011;18(4):16–18.] doi: 10.17816/vto201118416-18.
2. Бальжинмаев Д.Б., Михайлов И. Н., Пусева М. Э., Тишков Н. В. Сравнительный анализ результатов реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава с подготовкой ауто трансплантата по известной и новой методикам. Acta biomedica scientifica. 2022;7(6): 229-238. doi: 10.29413/ABS.2022-7.6.23 [Balzhinimaev D.B., Mikhaylov I.N., Puseva M.E. Tishkov N.V. Comparative analysis of the results of the anterior cruciate ligament reconstruction using an autograft preparation by known and new methods. Acta biomedica scientifica. 2022; 7(6): 229–238. doi: 10.29413/ABS.2022-7.6.23]
3. Заяц В.В. Сравнительный анализ результатов применения технологий латеральной экстраартикулярного тенодеза при анатомической антеградной пластике передней крестообразной связки. Журнал им. Н. В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. 2021;10(1):66–72. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-1-66-72n> [Zayats V.V. Comparative Analysis of the Results of Lateral Extra-Articular Tenodesis in Anatomical Anterograde Plasty of the Anterior Cruciate Ligament. Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care. 2021;10(1):66–72. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-1-66-72>]
4. Гончаров Е. Н., Гончаров Н. Г., Безуглов Э. Н., Ветошкин А. А., Резуненко И. А., Оганесян С. Х., Коваль О. А. Сравнение результатов восстановления передней крестообразной связки коленного сустава с использованием ауто трансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы и из связки надколенника с двумя костными блоками // Гений ортопедии. 2022; 28(1):53–61. DOI 10.18019/1028–4427–2022-28-1-53-61. – EDN CRBQYG. [Goncharov E. N., Goncharov N. G., Bezuglov E. N., Vetoshkin A. A., Rezunencko I. A., Oganesyans S. Kh., Koval' O. A. Sravnenie rezul'tatov vosstanovleniya perednei krestoobraznoi svyazki kolennogo sustava s ispol'zovaniem autotransplantata iz sukhzhiliya dlinnoi malobertsovoi myshtsy i iz svyazki nadkolennika s dvumya kostnymi blokami// Genii ortopedii. 2022; 28(1):53–61. DOI 10.18019/1028–4427–2022-28-1-53-61. – EDN CRBQYG.]
5. Гончаров Е. Н., Коваль О. А., Дубров В.Э., Безуглов Э. Н., Алевкин А. А., Гончаров Н. Г. Среднесрочные результаты одномоментного восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава у спортсменов// Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):62–71. DOI 10.21823/2311–2905–2020-26-1-62-71. [Goncharov E. N., Koval' O. A., Dubrov V.E., Bezuglov E. N., Alekhin A. A., Goncharov N. G. Srednesrochnye rezul'taty odnomomentnogo vosstanov-
6. Лычагин А. В., Алиев Р. И., Богатов В. Б., Чурбанов С.Н., Тимашев П. С., Музыченков А. В., Гаркави А.В., Петров П. И., Липина М. М. Применение сухожилия длинной малоберцовой мышцы при пластике передней крестообразной связки: биомеханические свойства трансплантата, корреляционные взаимосвязи// Российский журнал биомеханики. 2020; 24(4):505–512. DOI 10.15593/RZh-Biomeh/2020.4.08. [Lychagin A. V., Aliev R. I., Bogatov V. B., Churbanov S.N., Timashev P. S., Muzychenkov A. V., Garkavi A.V., Petrov P. I., Lipina M. M. Primenenie sukhzhiliya dlinnoi malobertsovoi myshtsy pri plastike perednei krestoobraznoi svyazki: biomekhanicheskie svoistva transplantata, korrelyatsionnye vzaimosvyazi// Rossiiskii zhurnal biomekhaniki. 2020; 24(4):505–512. DOI 10.15593/RZhBiomeh/2020.4.08.]
7. Сапрыкин А. С., Гвоздев М. А., Рябинин М. В., Корнилов Н. Н. Причины ревизионных вмешательств после пластики передней крестообразной связки: систематический обзор. Сибирский научный медицинский журнал. 2021; 41 (3): 4–11. doi: 10.18699/SSMJ20210301 [Saprykin A.S., Gvozdev M.A., Ryabinin M.V., Kornilov N.N. The reasons for revision surgery after reconstruction of the anterior cruciate ligament: a systematic review. Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal. 2021; 41 (3): 4–11. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20210301.]
8. Пупынин Д.Ю., Лычагин А. В., Грицюк А.А., Результаты применения динамической внутрисвязочной стабилизации при разрыве передней крестообразной связки. Кафедра травматологии и ортопедии. 2022. № 4(50). С. 45–51 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2022-4-45-51>. : [Pupynin D.Y., Lychagin A.V., Gritsyuk A.A., The results of the application of dynamic intraligamentous stabilization in case of rupture of the anterior cruciate ligament. Department of Traumatology and Orthopedics. 2022. № 4. pp. 45–51 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2022-4-45-51>.]
9. Орлецкий А.К. Оперативные методы лечения хронической посттравматической нестабильности коленного сустава: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Москва, 1994. 48 с. [Orletskii A.K. Operativnyye metody lecheniya khronicheskoi posttravmaticheskoi nestabil'nosti kolennogo sustava: avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Moskva, 1994. 48 p.]
10. Tajima, Takuya; Yamaguchi, Nami; Morita, Yudai; Nagasawa, Makoto; Ota, Tomomi; Nakamura, Yoshihiro; Yokoe, Takuji; Chosa, Etsuo. Clinical and Radiographic Outcomes of Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction for Asian Patients with Bone-Patellar Tendon-Bone and Gracilis Tendon Grafts: A Matched-Control Comparison. The Journal of Knee Surgery, (2020), s-0040-1710376-. doi:10.1055/s-0040-1710376.
11. Marques F da S, Barbosa PHB, Alves PR, et al. Anterior Knee Pain After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2020;8(10). doi:10.1177/2325967120961082.
12. Migliorini, F, Torsiello, E., Trivellas, A. et al. Bone-patellar tendon-bone versus two- and four-strand hamstring tendon autografts for ACL reconstruction in young adults: a Bayesian network meta-analysis. Sci Rep 13, 6883 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33899-1>.
13. Bram, J. T. et al. How do race and insurance status affect the care of pediatric anterior cruciate ligament injuries? Clin. J. Sport Med.

30(6), e201–e206. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000706> (2020).

14. Keyhani, S., Esmailiejah, A. A., Mirhoseini, M. S., Hosseininejad, S. M. & Ghanbari, N. The Prevalence, zone, and type of the meniscus tear in patients with anterior cruciate ligament (ACL) injury; does delayed ACL reconstruction affects the meniscal injury? Arch. Bone Jt. Surg. 8(3), 432–438. <https://doi.org/10.22038/abjs.2019.39084.2076> (2020).

15. Kawashima, I., Tsukahara, T., Sakai, T. et al. Delayed anterior cruciate ligament reconstruction increases the incidence of medial meniscal bucket handle tears and medial compartment chondral injuries in patients aged 40 years and older. Arch Orthop Trauma Surg 141, 971–975 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03745-4>.

#### Информация об авторах:

**Пупынин Дмитрий Юрьевич** – главный врач ГАУЗ «ГКБ№4» г. Оренбурга; 460000, г. Оренбург, улица Постникова, д. 11e-mail: d16873@yandex.ru

**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

**Автор, ответственный за переписку:** Грицюк Андрей Анатольевич, телефон 8-916-614-76-66, e-mail: drgaamma@gmail.com

#### Information about authors:

**Pupynin Dmitry Yuryevich** – chief physician of GAUZ «GKB No. 4», Orenburg; e-mail: d16873@yandex.ru

**Alexey Vladimirovich Lychagin** – Doctor of Medical Sciences, professor, Head of Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, e-mail: dr.lychagin@mail.ru

**Andrey Anatolyevich Gritsyuk** – Doctor of Medical Sciences, professor at Department of traumatology, orthopedics, and disaster surgery.

**Corresponding author:** Andrey Anatolyevich Gritsyuk phone: +7 916 614 76 66, e-mail: drgaamma@gmail.com

<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-47-55>

УДК 617.3



© О.С. Туфанова, А.Р. Касимова, А.П. Антипов, Л.О. Анисимова, О.П. Козлова, С.А. Божкова, 2023

Оригинальная статья / Original article

## АКТИНОМИКОЗ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ И ПЕРИПРОТЕЗНАЯ ИНФЕКЦИЯ АКТИНОМИКОТИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

О.С. ТУФАНОВА<sup>1</sup>, А.Р. КАСИМОВА<sup>1,2</sup>, А.П. АНТИПОВ<sup>1</sup>, Л.О. АНИСИМОВА<sup>1</sup>, О.П. КОЗЛОВА<sup>3</sup>, С.А. БОЖКОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центра травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена Минздрава РФ, 195427, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова Минздрава РФ, 197022, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова Минздрава РФ, 191015, Санкт-Петербург, Россия

### Аннотация

**Введение.** Остеомиелит длинных трубчатых костей конечностей и перипротезная инфекция (ППИ) актиномикотического происхождения встречается крайне редко. Подавляющее число публикаций посвящено актиномикотическому остеомиелиту нижней челюсти, костей лицевого отдела черепа, грудины и позвонков. Трудности в диагностике приводят к отсрочке назначения этиотропной терапии и ухудшению прогноза для таких больных. **Цель исследования** – оценить частоту выявления актиномицетов у пациентов с остеомиелитом длинных трубчатых костей и перипротезной инфекции и повысить информированность практикующих врачей об актиномикозе у пациентов ортопедического профиля. **Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ частоты выделения *Actinomyces* spp. от пациентов, которые находились на лечении в отделениях центра с 01.01.2010 по 31.12.2022. Представлен клинический случай актиномикотического остеомиелита у пациентки, находившейся на лечении в отделении гнойной остеологии в 2022 г. **Результаты.** За исследуемый период было выявлено 98 положительных результатов посевов у 46 пациентов. Этиологическая значимость подтверждена у 11 из них (возбудитель идентифицирован в 3 и более образцах). Из них актиномикоз с крупных суставов и длинных трубчатых костей нижней конечности был выявлен у 6 пациентов, из которых было 2 мужчин, 4 женщин в возрасте от 45 до 85 лет. Все пациенты имели клинические и лабораторные признаки инфекционного процесса, им было проведено хирургическое вмешательство и назначена этиотропная антибактериальная терапия. В результате актиномикотического процесса ремиссия была достигнута у 5 пациентов, информация об исходе у 1 пациента не известна. **Обсуждение.** Актинмикотический остеомиелит длинных трубчатых костей – редкая форма заболевания, при которой часто возникают ошибки в диагностической и лечебной тактике. В литературе встречаются лишь описание единичных клинических случаев, причем частота встречаемости перипротезной инфекции данной этиологии выше, чем поражение нативных суставов. **Заключение.** В ходе исследования было выявлено всего 6 случаев актиномикотического поражения длинных трубчатых костей и перипротезной инфекции за 12 лет, благодаря правильной лечебной тактике удалось добиться ремиссии инфекционного процесса.

**Ключевые слова:** актиномикоз, остеомиелит, перипротезная инфекция, костный актиномикоз, антибактериальная терапия

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

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

**Для цитирования:** Туфанова О.С., Касимова А.Р., Антипов А.П., Анисимова Л.О., Козлова О.П., Божкова С.А., АКТИНОМИКОЗ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ И ПЕРИПРОТЕЗНАЯ ИНФЕКЦИЯ АКТИНОМИКОТИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 2(52). С. 47–55 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-47-55>

**Этическая экспертиза.** Пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании и дали согласие на обработку и публикацию клинического материала.

## ACTINOMYCOSIS OSTEOMYELITIS OF THE EXTREMITY AND PERIPROSTHETIC JOINT INFECTION CAUSED BY ACTINOMYCETES

OLGA S. TUFANOVA<sup>1,A</sup>, ALINA R. KASIMOVA<sup>1,2,B</sup>, ALEXANDER P. ANTIPOV<sup>1,C</sup>, LARISA O. ANISIMOVA<sup>1,D</sup>, OLGA P. KOZLOVA<sup>3,E</sup>, SVETLANA A. BOZHKOVA<sup>1,F</sup>

<sup>1</sup> Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, 195427, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University», 197022, Saint Petersburg, Russia



<sup>3</sup>North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 191015, Saint Petersburg, Russia

**Introduction.** Osteomyelitis of the long tubular bones of the extremities and periprosthetic infection (PPI) of actinomycotic origin is extremely rare. Most publications are devoted to actinomycotic osteomyelitis of the lower jaw, bones of the facial skull, sternum and vertebrae. Difficulties in diagnosis lead to a delay in the appointment of etiotropic therapy and a worsening of the prognosis for such patients. **The purpose of the study.** To evaluate the frequency of detection of actinomycetes in patients with osteomyelitis of long tubular bones and periprosthetic infection and to raise awareness of practitioners about actinomycosis in orthopedic patients. **Materials and methods.** A retrospective analysis of the frequency of isolation of *Actinomyces* spp. from patients who were treated in the departments of the center from 01.01.2010 to 31.12.2022. A clinical case of actinomycotic osteomyelitis in a patient who was treated in the department of purulent osteology in 2022 is presented. **Results.** Actinomycotic osteomyelitis of long tubular bones is a rare localization of the process, leading to frequent errors in diagnostic and therapeutic tactics. There are only descriptions of isolated clinical cases in the literature, and the incidence of periprosthetic infection of this etiology is higher than the lesion of native joints. **Conclusion.** Actinomycosis, osteomyelitis, periprosthetic infection, bone actinomycosis, antibacterial therapy

**Keywords:** actinomycosis, osteomyelitis, periprosthetic infection, bone actinomycosis, antibacterial therapy

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

**Funding:** the study had no sponsorship

**For citation:** Tufanova O.S., Kasimova A.R., Antipov A.P., Anisimova L.O., Kozlova O.P., Bozhkova S.A., ACTINOMYCOSIS OSTEOMYELITIS OF THE EXTREMITY AND PERIPROSTHETIC JOINT INFECTION CAUSED BY ACTINOMYCETES. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023 № 2. pp. 47–55 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-47-55>

## Введение

Актиномицеты являются нормальными обитателями человеческого организма: они колонизируют поверхности зубов, слюнных желез, миндалин, входят в состав физиологической микробиоты кишечника, цервикального канала и влагалища [1; 2]. В результате снижения иммунной реактивности организма, нарушения целостности кожи и слизистых оболочек происходит локальное скопление актиномицетов, что может привести к развитию актиномикоза [3; 4]. Значимым фактором риска развития инфекционного процесса является наличие ассоциации актиномицетов с другими микроорганизмами, в 99% случаев актиномикоз – это микст-инфекция, где актиномицеты играют ведущую роль [5].

Выделяют несколько форм актиномикоза: шейно-лицевой, органов грудной полости, брюшной полости (висцеральный) центральной нервной системы (встречается крайне редко), а также кожи, подкожно-жировой клетчатки, фасций, мышц и костных структур [2]. Для этого заболевания характерно медленно прогрессирующее течение, неспецифическая клиническая картина, что приводит к поздней диагностике и несвоевременно начатому лечению [6; 7]. Диагностика актиномикоза основывается на выявлении в материале из очагов поражения возбудителя при культуральном исследовании и/или нахождении характерных тканевых форм – друз (гранул) при микроскопии или гистологическом исследовании из отделяемого раны, гнойных полостей и пораженных структур, с удаленных конструкций и интраоперационного материала [8–11].

В настоящее время данные о распространенности актиномикоза опорно-двигательного аппарата (в том числе протезированных суставов) крайне ограничены. Подавляющее число публикаций посвящено актиномикотическому остеомиелиту

нижней челюсти, костей лицевого отдела черепа, грудины и позвонков. Информация о первичном остеомиелите костей конечностей и перипротезной инфекции данной этиологии крайне скудна и представлена статьями, описывающими отдельные клинические случаи [12; 13].

**Цель работы** – оценить частоту выявления актиномицетов у пациентов с остеомиелитом длинных трубчатых костей и перипротезной инфекции и повысить информированность практикующих врачей об актиномикозе у пациентов ортопедического профиля.

## Материалы и методы

Выполнен ретроспективный анализ частоты выделения *Actinomyces sp.* от пациентов, которые находились на лечении в отделениях центра с 1.01.2010 по 31.12.2022. Эпидемиологический анализ результатов бактериологических исследований интраоперационного материала (тканевые биоптаты, металлоконструкция, синовиальная жидкость, гематома) выполняли с применением программы «Система микробиологического мониторинга Микроб-2». Далее из перечня были исключены пациенты, с сомнительной этиологической значимостью возбудителя, а также пациенты, у которых инфекционный процесс не затрагивал кости (инфекция кожи и мягких тканей). В результате в исследование были включены 6 пациентов в возрасте от 45 до 78 лет. Данные лабораторного и инструментального обследования получены из медицинской документации.

Полученные данные регистрировали в виде электронных таблиц, визуализацию структуры данных и их анализ проводили с помощью программы MS Office Excel, 2007 (Microsoft, США), IBM SPSS STATISTICS (версия 26). Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному

распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка (при числе исследуемых менее 50). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывали с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3). Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Подробно описан клинический пример, пациентки пролеченной в отделении гнойной остеологии в 2022 году. Все пациенты при госпитализации подписали информированное добровольное согласие на публикацию результатов их лечения.

### Результаты

За период 1.01.2010 по 31.12.2022 года было выявлено 98 случаев выделения *Actinomyces sp.* от 46 пациентов. Этиологическая значимость установлена у 11 пациентов, из них у 6 – диагностирован актиномикоз крупных суставов и длинных трубчатых костей. Доля пациентов мужского пола составила 33,4% (n=2). Медиана возраста составила 62,5 [Q1-Q3:52-78] года.

У всех пациентов на момент госпитализации был активный инфекционный процесс: у 4-х – диагностирована перипротезная инфекция (ППИ) тазобедренного (n=2) или коленного сустава (n=2) и в двух случаях – гонит. При поступлении у двух пациентов отмечался повышенный уровень лейкоцитов и СОЭ, медиана уровня лейкоцитов при поступлении составила –  $8,8 \cdot 10^9/\text{л}$  [Q1-Q3:5,3-11,8], медиана уровня СОЭ при

поступлении составила 58 мм/час [Q1-Q3:7-67]. У трех пациентов отмечалось – повышение уровня СРБ, медиана данного показателя при поступлении составила 49 мг/л [Q1-Q3:27-78]. Основные характеристики пациентов представлены в таблице 1.

При дооперационном микробиологическом исследовании суставного аспирата ни у кого из пациентов не было получено роста *Actinomyces sp.* Все пациенты были прооперированы, в ходе операции проводился забор материала (тканевые биоптаты, удаленная металлоконструкция, синовиальная жидкость) для проведения микробиологического исследования. В 67% случаев (n=4) актиномицеты являлись единственным выделенным возбудителем, в остальных – выявлены полимикробные ассоциации со *Staphylococcus epidermidis* и *Campylobacter ureolyticus* в диагностически значимом титре. У 5 пациентов актиномицеты были выделены из интраоперационно полученных тканевых биоптатов, у одного – из гематомы. 5 пациентов получали этиотропную антибактериальную терапию в соответствии с современными рекомендациями по ведению пациентов с актиномикозом.

На момент выписки у всех пациентов инфекционный процесс был купирован. Трём пациентам в последующем был выполнен 2-й этап лечения ППИ (ревизионное эндопротезирование (ЭП) сустава), одной пациентке выполнен артрорез с последующим удалением аппарата внешней фиксации (АВФ) через 6 месяцев. Клинический исход 1 пациента не известен (контакт невозможен ввиду давности госпитализации и отсутствия контактных телефонов).

Таблица 1

Основные характеристики пациентов

| Пациент | Год  | Пол | Возраст | Локализация | Диагноз                  | Анализы при поступлении     |             |           | Выполненная операция                       | Источник выделения МО | Вид микроорганизма           | Исход      |
|---------|------|-----|---------|-------------|--------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|--|-----------------------|------------------------------|------------|
|         |      |     |         |             |                          | WBC, $\times 10^9/\text{л}$ | СОЭ, мм/час | СРБ, мг/л |  |                       |                              |            |
| С       | 2022 | ж   | 63      | КС          | Гонит, остеомиелит бедра | 8,8                         | 67          | 27        | РХО, спейсер<br>Артрорез КС                | ТБ                    | <i>A. radingae</i>           | Ремиссия   |
| С       | 2017 | ж   | 85      | КС          | Рецидив ППИ              | 5,3                         | 58          | 92        | РХО, спейсер                               | ТБ                    | <i>A. israelii</i>           | Ремиссия   |
| У       | 2016 | м   | 45      | КС          | Рецидив ППИ              | 12,9                        | 2           | 78        | РХО, установка спейсера                    | гематома              | <i>A. viscosus serovar 2</i> | Ремиссия   |
| К       | 2016 | ж   | 62      | ТБС         | Рецидив ППИ              | -                           | -           | -         | РХО, спейсер                               | ТБ                    | <i>A. israelii</i>           | Ремиссия   |
| К       | 2014 | м   | 52      | КС          | Болезнь Гоффа            | 11,8                        | 7           | 0,5       | Удаление тела Гоффа из связки надколенника | ТБ                    | <i>A. viscosus serovar 2</i> | Ремиссия   |
| Ф       | 2013 | ж   | 78      | ТБС         | Рецидив ППИ              | 4,0                         | 74          | 49        | РХО, спейсер                               | ТБ                    | <i>A. odontoliticus</i>      | Нет данных |

WBC – white blood cells (лейкоциты)  
СОЭ – скорость оседания эритроцитов  
СРБ – С-реактивный белок  
МО – микроорганизм

РХО – радикальная хирургическая обработка  
КС – коленный сустав  
ТБС – тазобедренный сустав  
ТБ – тканевые биоптаты

### Клинический пример

Пациентка С. 64 года (рост 174 см, вес 61 см) поступила с жалобами на боль в области левого коленного сустава и наличие свищей в нижней трети бедра 11.07.2022 г. Со слов пациентки впервые боли в области левого бедра появились в детском возрасте, около 50 лет назад, когда ей впервые выставлен диагноз гематогенный остеомиелит бедренной кости. В условиях стационара была выполнена санирующая операция с наложением кокситной повязки. Первый рецидив гнойно-воспалительного процесса развился спустя 13 лет, в связи с чем была выполнена радикальная хирургическая обработка гнойного очага. Впоследствии обострения случались 1-2 раза в год, стала отмечать появление свищей в области послеоперационных рубцов, неоднократно выполняли РХО. За последний год характер свищевого отделяемого изменился на гнойный, увеличился его объем, в связи с чем пациентка была госпитализирована в профильный стационар.

При поступлении в области левого бедра определяли умеренно болезненный инфильтрат плотной консистенции, множественные послеоперационные рубцы, в нижней трети левого бедра 3 свищевых хода с гнойным отделяемым, симптом флюктуации отрицательный. Снижение объема движений в левом коленном суставе до 5°. Лабораторно при поступлении: повышение уровня маркеров воспаления: СРБ 27 мг/л, СОЭ 67 мм/час, фибриноген 5,35 мг/л; признаки анемии хронического воспаления: гемоглобин 110 г/л, гематокрит 0,33. Пациентке выполнена рентгенография (рис.1) и компьютерная томография левого КС.



Рисунок 1. Рентгенограмма левого КС при поступлении: хронический остеомиелит левого бедра с участком периостита по задней поверхности левой бедренной кости в средней и нижней трети, деструкция мыщелков бедренной и большеберцовой костей, левосторонний гонит.

По результатам обследования был поставлен диагноз: хронический гематогенный остеомиелит 3А левого бедра. Комбинированная контрактура левого коленного сустава. Левосторонний гонит. Из сопутствующей патологии: хроническая анемия легкой степени, хронический поверхностный гастрит вне обострения.

20.07.2022 пациентке была выполнена РХО очага остеомиелита левого бедра, левого коленного сустава, установлены антимикробные спейсеры левого коленного сустава (рис. 2) и левой бедренной кости (в виде бус), импрегнированные ванкомицином, выполнено дренирование левого коленного сустава по Редону.



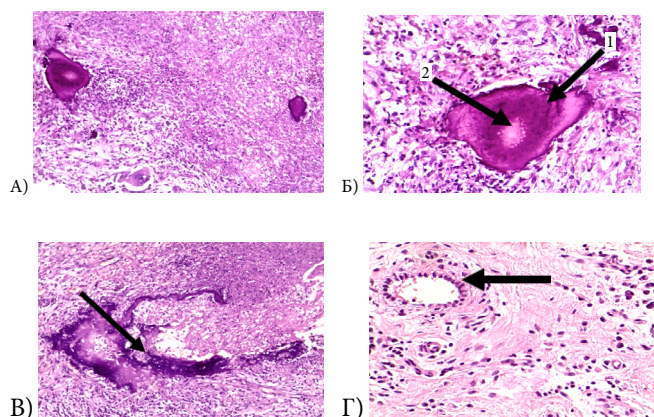
Рисунок 2. Рентгенограмма после установки спейсеров коленного сустава (артикулирующий) и бедренной кости (в виде бус) слева.

Интраоперационно выявлены признаки выраженного гнойного процесса, остеомиелита бедренной и большеберцовой костей, резкий зловонный запах при вскрытии канала бедренной кости. Проведен забор интраоперационного материала для проведения микробиологического и гистологического исследования. Объем интраоперационной кровопотери составил 300 мл. Со дня хирургического вмешательства проводилась стандартная эмпирическая антибактериальная терапия: ванкомицин 1,0 г 2 раза в сутки и левофлоксацин 0,5 г 2 раза в сутки внутривенно капельно в течение 8 суток. В послеоперационном периоде отмечали обильное геморрагическое отделяемое в объеме 150 мл ежедневно в течение 4 суток по дренажу и далее после его удаления – между швов. В связи с нарастанием анемии 3-х кратного были выполнены гемотрансфузии эритроцитарной массы, назначены внутривенные препараты железа и эритропоэтин.

На 8-ые сутки были получены результаты бактериологического исследования, согласно которым во всех 5 тканевых биоптатах был выявлен рост *Actinomyces radingae* и *Campylobacter ureolyticus*. По результатам микробиологического исследования врачом-клиническим фармакологом была проведена сме-

на антибактериальной терапии на цефоперазон/сульбактам 4,0 г 2 раза в день и доксициклин 0,1 г 2 раза в день.

При гистологическом исследовании послеоперационного материала: рыхлая волокнистая соединительная ткань представлена преимущественно организующимся фибрином и грануляционной тканью, богатой сосудами, встречаются единичные мелкие костные секвестры. В центре одного из них наблюдали рассасывание костной ткани, признаки хронического гранулематозного воспаления с очагами гнойного расплавления и наличием одиночных актиномикотических друз, округлые оксифильные тельца и заметны мелкие базофильные зерна с отходящими от них нитями мицелия. Встречались костные секвестры без актиномикотических друз, а также остатки рассасывающихся обызвествленных секвестров в виде очажков кальциноза причудливой формы (рис. 3).



**Рисунок 3.** Микрофотографии тканевых биоптатов из области очага остеомиелита бедренной кости. Окраска гематоксилином и эозином. Цифровой микроскоп EVOS, увеличение x20 - А, В, Г, x40 - Б. А - Костный секвестр, в толще - актиномикотические друзы, Б - 1. Друзы актиномикетов в костном секвестре, 2. Очаг рассасывания костной ткани в центре секвестра, В - Кальцификат на месте рассасывающегося секвестра с причудливым обызвествлением и рассасыванием костной ткани, Г - Сосуд с сочными, активными клетками эндотелия в окружении плазмноклеточной инфильтрации

На 9е сутки после операции зафиксировали отрицательную лабораторную динамику (нарастание СРБ со 112 мг/л до 200 мг/л) на фоне сохраняющегося геморрагического отделяемого, что расценили как рецидив инфекционного процесса. Было принято решение о проведении ревизионного хирургического вмешательства.

На 16-ые сутки после операции выполнили повторное хирургическое вмешательство – радикальная хирургическая обработка очага остеомиелита, удаление спейсеров левого коленного сустава и из канала бедренной кости, формирование артродеза левого коленного сустава в АВФ (рис.4). Объем интраоперационной кровопотери составил 250 мл. Антибактериальная терапия, назначенная со дня хирургического вмешательства, была скорректирована: цефоперазон/сульбактам и доксици-

клин были отменены, назначены ампициллин/сульбактам 3,0 г 3 раза в сутки, клиндамицин 0,9 г 3 раза в сутки до выписки из стационара.



**Рисунок 4.** Рентгенограмма после формирования артродеза левого коленного сустава в АВФ.

В интраоперационных посевах тканевых биоптатов, забранных во время повторной операции, роста патогенной микрофлоры выявлено не было, что, вероятнее всего, было связано с проводимой антибактериальной терапией. В послеоперационном периоде на фоне антибактериальной терапии, обезболивания, местного лечения, коррекции анемии и физической реабилитации была достигнута положительная динамика. Рана заживала первично, контроль стабильности АВФ проводили 1раз в неделю. Общая продолжительность антибактериальной терапии от момента поступления составила 26 суток, признаков нежелательных реакций на лекарственные средства не было. На 9е сутки со дня повторного хирургического вмешательства пациентка была выписана на амбулаторное лечение с рекомендациями принимать амоксициллин/клавулановую кислоту 1000 мг 2 раза в сутки и клиндамицин 300 мг 3 раза в день 2 месяца, обратиться на консультации в НИИ медицинской микологии им. П. Н. Кашкина, г. СПб с целью назначения длительной АБ терапии. Там ей был назначен амоксициллин в дозе 2 г в сутки длительно.

При динамическом наблюдении через 1, 3, 7 месяцев по данным контрольного осмотра общее самочувствие пациентки было удовлетворительным. Болевой синдром отсутствовал, показатели клинико-диагностических исследований были в пределах возрастной нормы. На компьютерной томографии

области коленного сустава костно-травматических изменений в зоне сканирования выявлено не было. С учетом хронического рецидивирующего гнойно-воспалительного процесса провели оценку субпопуляционного состава лимфоцитов, уровня циркулирующих иммунных комплексов, основных классов иммуноглобулинов, фагоцитарной активности нейтрофилов, исследование макрофагальной активности (НСТ-тест). Отклонений от нормы получено не было. Общая продолжительность антибактериальной терапии составила 7 месяцев.

Демонтаж АВФ был рекомендован после формирования артродеза коленного сустава по результатам контрольных рентгенограмм, но не ранее, чем через 6 мес. По результатам контрольного осмотра пациентки через 4 и 6 месяцев с момента оперативного лечения данных за рецидив хронического инфекционного процесса не выявлено, уровень СРБ при последнем осмотре 5,4 мг/л, после чего в профильном отделении по месту жительства АВФ был демонтирован.

### Обсуждение

Актиномикоз различных локализаций распространен во всех странах мира, при этом заболеваемость не зависит от возраста, социального статуса и соматического состояния пациентов [14]. В среднем частоту актиномикоза в развитых странах оценивают в 6 случаев на 10 000 населения, чаще он выявляется в крупных городах [6]. Однако заболевание распространено гораздо чаще, чем его фактически диагностируют. Это связано с особенностями его клинической картины, имитирующей неспецифические воспалительные процессы, туберкулез, неопластический процесс [15]. Это в свою очередь приводит к поздней диагностике, несвоевременному лечению, распространению объема поражения органов и тканей и нередко паллиативным, повторным оперативным вмешательствам, длительной нетрудоспособности, инвалидизации пациентов. Актиномикоз не имеет специфической клинической картины. При любой форме заболевания патогномичными клиническими признаками являются плотный инфильтрат не имеющий четких анатомических границ, образование гнойных полостей, свищей с сукровичным отделяемым [6; 10]. В основе диагностики актиномикоза лежит выделение в материале из очага поражения возбудителя при бактериологическом исследовании или наличие актиномикотической друзы в микропрепаратах при гистологическом исследовании [8; 9].

Лечение больных актиномикозом должно быть комплексное и включать применение высокодозной антибактериальной терапии, хирургическое удаление очагов поражения, лечение фоновых заболеваний и снижение выраженности факторов риска. Актиномицеты чувствительны к широкому спектру антибактериальных препаратов. Препаратами первой линии терапии являются пенициллины, альтернативные препараты – эритромицин, тетрациклин, доксициклин, клиндамицин, цефалоспорины и карбапенемы [16].

Актиномикотический остеомиелит костей конечностей — это одна из самых редких форм этого заболевания [17]. В литературе описан случай успешного лечения остеомиелита бедренной кости у 52 летней пациентки с иммунодефицитом. Процесс был купирован после выполнения радикальной хирургической обработки очага и назначения антибактериальной терапии [18]. Lipton M. с коллегами описали случай остеомиелита большеберцовой кости у 50-ти летнего мужчины, успешно пролеченного пенициллинами [12]. В нашем центре мы наблюдали 2 случая актиномикоза коленного сустава и костей его образующих. Тактика лечения этих пациентов соответствовала общемировой практике. В одном случае пациент выписан на амбулаторное лечение с рекомендацией принимать антибактериальную терапию, рецидива инфекции не было. Во втором случае было принято решение об установке антимикробного спейсера с ванкомицином, с последующим выполнением артродеза КС. После состоявшегося артродеза пациентке выполнен демонтаж АВФ, наблюдается стойкая ремиссия. В нашем центре не было пациентов с первичным актиномикозом верхней конечности. Публикаций, описывающих актиномикоз длинных костей верхней конечности также не найдено.

Перипротезная инфекция вызванная актиномицетами более частая патология, чем первичный остеомиелит. Самое крупное исследование было проведено Rames Dagher с соавторами: за 47 лет было выявлено 11 случаев. В большинстве случаев был идентифицирован *Actinomyces odontolyticus*. Средний возраст пациентов составил 71 год, а средний срок от первичного эндопротезирования до дебюта перипротезной инфекции составил 162 дня, при этом у 6 пациентов в анамнезе были эпизоды ППИ, вызванного иными микроорганизмами. Восемью пациентам была проведена двухэтапная санация очага инфекции с проведением антибиотикотерапии пенициллинами с благоприятным исходом [19].

Также опубликованы отдельные клинические случаи перипротезной инфекции актиномикотической этиологии. Чаще инфекционный процесс выявляли у пациентов после ТЭП тазобедренного сустава (5 случаев) [13; 20–22]. У 3 из 5 пациентов анамнезе были ревизионные вмешательства на суставе [13; 20; 21], у 2 — внутривенная наркомания [20; 21]. У одного из пациентов был диагностирован актиномикоз шейно-лицевой области, при этом глубокая инфекция в области хирургического вмешательства манифестировала у него на 37 сутки после первичного эндопротезирования [22]. Также был описан случай перипротезной инфекции после первичного эндопротезирования плечевого сустава, которая развилась через месяц после хирургического вмешательства [23].

В нашем исследовании были 2 пациента с перипротезной инфекцией коленного и 2 — тазобедренного суставов. У всех пациентов возбудитель был выделен при посеве интраоперационного материала, что в очередной раз подтверждает необходимость микробиологического исследования тканевых биоптатов и удаленных металлоконструкций. Все пациенты получали

адекватную антибактериальную терапию на госпитальном и амбулаторном этапах. Трoим выполнен второй этап лечения ППИ – удаление антимикробного спейсера, реимплантация эндопротеза.

Описанный нами клинический пример подтверждает мнение различных авторов о том, что актиномикоз — это заболевание, при котором воспалительный процесс медленно протекает, но неуклонно прогрессирующий [4; 7]. Длительность заболевания нашей пациентки составила почти 50 лет, за которые ей проводились неоднократные санирующие вмешательства. При этом по мере прогрессирования заболевания рецидивы инфекционного процесса (с формированием свищей с отделяемым) учащались. Такое течение процесса соответствует литературным данным, для костных форм характерно образование гнойных полостей со множеством свищевых ходов [14].

Актиномицеты часто присутствуют в очаге инфекции в ассоциации с другими микроорганизмами [3; 5]. В клиническом примере, описанном нами, в интраоперационных посевах была выявлена микробная ассоциация *Actinomyces radingae* и *Campylobacter ureolyticus* во всех 5 тканевых биоптатах, что позволяет говорить о высокой этиологической значимости этих возбудителей в инфекционном процессе. Еще у двух пациентов актиномицеты присутствовали в ассоциации с грамположительными микроорганизмами.

Лечение костного актиномикоза — это обязательное сочетание хирургического вмешательства и антибактериальной терапии [24]. В нашем клиническом примере пациентка со дня хирургического вмешательства получала эмпирическую антибактериальную терапию ванкомицином и левофлоксацином, в спектр которой не входят актиномицеты, в результате чего развился рецидив инфекционного процесса. После проведенного ревизионного вмешательства и назначения этиотропной антибактериальной терапии (ампициллин-сульбактам, клиндамицин), у нее отмечалась положительная динамика и на 9 сутки после ревизионного вмешательства она была выписана на амбулаторное лечение с рекомендациями продолжать АБТ.

Практикующим врачам необходимо знать о возможности развития актиномикотической ортопедической инфекции (остеомиелита и ППИ) и иметь настороженность в ее отношении. Кроме того, при подозрении на первичный костный туберкулез необходимо корректно выполнять дифференциальную диагностику с другими патологиями, так как противотуберкулезные препараты не активны в отношении *Actinomyces sp.*

### Заключение

Актиномикотический остеомиелит – это хроническая инфекция с неуклонно прогрессирующим течением. Стоит учитывать возможность развития актиномикоза сустава и/или кости при указании в анамнезе на травму области поражения,

протезирования при наличии неспецифической клинической картины, отсутствия ответа на лечение короткими курсами антибактериальной терапии. В ходе проведенного исследования были выявлены 6 пациентов с актиномикотическим поражением длинных трубчатых костей и перипротезной инфекцией за 12 лет. Все пациенты были прооперированы и получили этиотропную антибактериальную терапию в соответствии с современными клиническими рекомендациями, в результате чего ремиссии инфекционного процесса удалось добиться у 5 из них (исход у 1 пациента не известен). Своевременно поставленный диагноз и правильное лечение способствуют благоприятному прогнозу у таких больных.

### Список источников / References

1. Paulo C. O., Jordão S., Correia-Pinto J., Ferreira F., Neves I. Actinomycosis, a Lurking Threat: A Report of 11 Cases and Literature Review. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 2018; 51: 07–13. DOI: 10.1590/0037-8682-0215-2017.
2. Яшнов А.А. и др. Актиномикоз человека современное представление // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2018; № 4: 196-201 [Yashnov A.A. [et al.] Human actinomycosis modern representation Modern science: actual problems of theory and practice. Series: Natural And Technical Sciences. 2018; № 4: 196-201]
3. Al-Obaidy K., Alruwaili F., Al Nemer A., Alsulaiman R., Alruwaili Z., Shawarby M. A. Primary Gastric Actinomycosis: Report of a Case Diagnosed in a Gastroscopic Biopsy. BMC Clin. Pathol. 2015; 2(15). DOI: 10.1186/s12907-015-0002-8.
4. Valour F., Sénéchal A., Dupieux C., Karsenty J., Lustig S., Breton P., Gleizal A., Boussel L., Laurent F., Braun E., Chidiac C., Ader F., Ferry T. Actinomycosis: Etiology, Clinical Features, Diagnosis, Treatment, and Management Infect. Drug Resist. 2014;7:183–197. DOI: 10.2147/IDR.S39601.
5. Heitman Joseph., Mandell I.E., Bennett I.E., Dolin R. Principles and Practice of Infectious Diseases, Mycopathologia. 2000; 1(149).
6. Sung H. Y., Lee I. S., Kim S. I., Jung S. E., Kim S. W., Kim S. Y., Chung M. K., Kim W. C., Oh S. T., Kang W. K. Clinical Features of Abdominal Actinomycosis: A 15-Year Experience of a Single Institute. J. Korean Med. Sci. 2011; 26 (7): 932–937. DOI: 10.3346/jkms.2011.26.7.932.
7. Zamani F., Sohrabi M. Clinical, Endoscopic, and Histopathological Aspects of Sigmoid Actinomycosis; a Case Report and Literature Review. Middle East J. Dig. Dis. 2015; 7 (1): 41–44.
8. Bennhoff D. F. Actinomycosis: Diagnostic and Therapeutic Considerations and a Review of 32 Cases. The Laryngoscope. 1984, 94 (9): 1198–1217. DOI: 10.1288/00005537-198409000-00013.
9. Brook I. Actinomycosis: Diagnosis and Management. South. Med. J. 2008, 101 (10): 1019–1023. DOI: 10.1097/SMJ.0b013e3181864c1f.
10. Wong V. K., Turmezei T. D., Weston V. C. Actinomycosis. BMJ. 2011; 343, d6099. DOI: 10.1136/bmj.d6099.
11. Volante M., Contucci A. M., Fantoni M., Ricci R., Galli, J. Cervicofacial Actinomycosis: Still a Difficult Differential Diagnosis. Acta Otorhinolaryngol. Ital. Organo Uff. Della Soc. Ital. Otorinolaringol. E Chir. Cervicofacc. 2005, 25 (2): 116–119.

12. Lipton M., Sonnenfeld G. Actinomyces Meyeri Osteomyelitis: An Unusual Cause of Chronic Infection of the Tibia. Clin. Orthop. 1980, No. 148: 169–171.

13. Wüst J., Steiger U., Vuong H., Zbinden R. Infection of a Hip Prosthesis by Actinomyces Naeslundii. J. Clin. Microbiol. 2000, 38 (2): 929–930. DOI: 10.1128/JCM.38.2.929-930.2000.

14. Wallace R. J., Musher D. M. Actinomycosis: An Update. Int. J. Dermatol. 1977, 16 (3): 185–187. DOI: 10.1111/j.1365-4362.1977.tb01849.x.

15. García-García A., Ramírez-Durán N., Sandoval-Trujillo H., Romero-Figueroa M. D. S. Pelvic Actinomycosis. Can. J. Infect. Dis. Med. Microbiol. J. Can. Mal. Infect. Microbiol. Med. 2017, 2017, 9428650. DOI: 10.1155/2017/9428650.

16. Гилберт Д., Чемберс Г., Элиопулос Дж., Саар М., Павиа Э., Блэк Д., Фридман Д., Ким К., Шварц Б. (Ред.). Антимикробная Терапия По Джею Сэнфорду 3-е Рус. Изд. / Пер. с Англ. В. А. Ананича, Н. В. Первуховой. 2019: 784 [Chambers G., Iliopoulos J., Sahak M., Pavia E., Black D., Friedman D., Kim K., Schwartz B.(ed.). Antimicrobial therapy according to Jay Sanford / D. Gilbert, 3rd Russian ed./translated from English by V. A. Ananich, N. V. Pervukhova. 2019: 784]

17. Козлова О. П., Мирзабалаева А.К., Клишко Н. Н. Актиномикоз Органов Брюшной Полости И Малого Таза. Проблемы Медицинской Микологии. 2014, №3:16. [Kozlova O.P. Actinomycosis Of The Abdominal Cavity And Pelvis, Problems Of Medical Mycology. 2014; №3:16]

18. Ryu D. J., Jeon Y. S., Kwon H. Y., Choi S. J., Roh T. H., Kim M. K. Actinomycotic Osteomyelitis of a Long Bone in an Immunocompetent Adult: A Case Report and Literature Review. BMC Musculoskelet. Disord. 2019, 20(1): 185. DOI: 10.1186/s12891-019-2576-2.

19. Dagher R., Riaz T., Tande A. J., Osmon D. R., Jagtiani A., Steckelberg J. M., Mabry T., Berbari E. F. Prosthetic Joint Infection Due to Actinomyces Species: A Case Series and Review of Literature. J. Bone Jt. Infect. 2019; 4 (4): 174–180. DOI:10.7150/jbji.35592.

20. Zaman R., Abbas M., Burd E. Late Prosthetic Hip Joint Infection with Actinomyces Israelii in an Intravenous Drug User: Case Report and Literature Review. J. Clin. Microbiol. 2002; 40 (11): 4391–4392. DOI: 10.1128/JCM.40.11.4391-4392.2002.

21. Redmond S. N., Helms R., Pensiero A. A Case of Actinomyces Prosthetic Hip Infection. Cureus 2020; 12 (7), e9148. DOI: 10.7759/cureus.9148.

22. Rieber H., Schwarz R., Krämer O., Cordier W., Frommelt L. Actinomyces Neuii Subsp. Neuii Associated with Periprosthetic Infection in Total Hip Arthroplasty as Causative Agent. J. Clin. Microbiol. 2009; 47 (12): 4183–4184. DOI: 10.1128/JCM.01249-09.

23. Chen B. C., Kobayashi T., Ford B., Sekar P. Late Prosthetic Shoulder Joint Infection Due to Actinomyces Neuii in an Adult Man. BMJ Case Rep. 2020; 13 (9), e236350. DOI: 10.1136/bcr-2020-236350.

24. Бурова С.А., Якобашвили Я.И., Сапунова Т.И., Локшина И.М. Хирургическое лечение актиномикоза // Успехи медицинской микологии. 2004; Т. 4: 246. [Burova S.A., Yakobashvili Ya.I., Sapunova T.I., Lokshina I.M. Surgical treatment of actinomycosis // Successes of medical mycology. 2004. Vol. 4: 246.]

## Информация об авторах:

**Ольга Сергеевна Туфанова** – врач-клинический фармаколог отделения клинической фармакологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центра травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена» Минздрава РФ, ул. Байкова, 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-4891-4963>, [katieva@mail.ru](mailto:katieva@mail.ru)

**Алина Рашидовна Касимова** – кандидат медицинских наук, врач-клинический фармаколог отделения клинической фармакологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центра травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена» Минздрава РФ, ул. Байкова, 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия, доцент кафедры клинической фармакологии и доказательной медицины ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава РФ, Санкт-Петербург, 197022, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-6284-7133>, [kasi-alina@yandex.ru](mailto:kasi-alina@yandex.ru)

**Александр Павлович Антипов** – врач-травматолог ортопед отделения гнойной хирургии №4, лаборант исследовательского научного отделения профилактики и лечения раневой инфекции, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центра травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена» Минздрава РФ, ул. Байкова, 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-9004-5952>, [a.p.antipov@yandex.ru](mailto:a.p.antipov@yandex.ru)

**Лариса Осиповна Анисимова** – кандидат медицинских наук, научный сотрудник отделения профилактики и лечения раневой инфекции ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центра травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена» Минздрава РФ, ул. Байкова, 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия. <https://orcid.org/0000-0003-0119-1155>, [anisana@mail.ru](mailto:anisana@mail.ru)

**Ольга Павловна Козлова** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры клинической микологии аллергологии и иммунологии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава РФ, ул. Кирочная 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-2467-4945>, [Olgakozlova0@gmail.com](mailto:Olgakozlova0@gmail.com)

**Светлана Анатольевна Божкова** – доктор медицинских наук, заведующая отделением клинической фармакологии, заведующая отделением профилактики и лечения раневой инфекции ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центра травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена» Минздрава РФ, ул. Байкова, 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>, [clinpharm-rniito@yandex.ru](mailto:clinpharm-rniito@yandex.ru)

## Information about authors:

**Olga S. Tufanova** – clinical pharmacologist department of clinical pharmacology Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, street Academician Baykova house 8, Saint Petersburg, 195427, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-4891-4963>, [katieva@mail.ru](mailto:katieva@mail.ru)

**Alina R. Kasimova** – PhD in Medicine, clinical pharmacologist department of clinical pharmacology Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, street Academician Baykova house 8, Saint Petersburg, 195427, Russia, Associate professor at the Department of Clinical pharmacology and Evidence-based Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University», L'va Tolstogo str. 6-8, Saint Petersburg, 197022, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-6284-7133>, [kasi-alina@yandex.ru](mailto:kasi-alina@yandex.ru)

**Alexandr P. Antipov** – orthopedic traumatologist of the purulent surgery Department No. 4, laboratory assistant researcher of the scientific department of prevention and treatment of wound infection, Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, street Academician Baykova house 8, Saint Petersburg, 195427, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-9004-5952>, [a.p.antipov@yandex.ru](mailto:a.p.antipov@yandex.ru)

**Larisa O. Anisimova** – PhD in Medicine, researcher of the Department of prevention and treatment of wound infection, Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, street Academician Baykova house 8, Saint Petersburg, 195427, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-0119-1155>, [anisanat@mail.ru](mailto:anisanat@mail.ru)

**Olga P. Kozlova** – PhD in Medicine, Associate Professor at the Department of Clinical Mycology Allergology and Immunology North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Kirochnaya street, 41, Saint Petersburg, 191015, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-2467-4945>, [Olgakozlova0@gmail.com](mailto:Olgakozlova0@gmail.com)

**Svetlana A. Bozhkova** – Doctor of Medicine, Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Head of the Scientific Department of Prevention and Treatment of Wound Infection and the Department of Clinical Pharmacology, Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, street Academician Baykova house 8, Saint Petersburg, 195427, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>, [clinpharm-rniito@yandex.ru](mailto:clinpharm-rniito@yandex.ru)

#### Вклад авторов:

**Туфанова Ольга Сергеевна** – исследование, написание текста рукописи,

**Касимова Алина Рашидовна** – исследование, написание текста рукописи,

**Антипов Александр Павлович** – исследование, написание текста рукописи,

**Анисимова Лариса Осиповна** – проведение гистологического исследования интраоперационного материала

**Козлова Ольга Павловна** – контроль - критический пересмотр текста рукописи, утверждение окончательного варианта рукописи для публикации

**Божкова Светлана Анатольевна** – критический пересмотр текста рукописи, утверждение окончательного варианта рукописи для публикации



## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ



<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-56-61>

УДК 617.3

© А.В. Лычагин, А.А. Грицюк, А.З. Арсомаков, О. В. Пиманчев, А. А. Керимов, 2023

Клинический случай / Case report

### ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАНЕНИЙ: ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТАКТИКА ПРИ ПОВТОРНЫХ РАНЕНИЯХ

А.В. ЛЫЧАГИН<sup>1</sup>, А.А. ГРИЦЮК<sup>1</sup>, А.З. АРСОМАКОВ<sup>2</sup>, О. В. ПИМАНЧЕВ<sup>3</sup>, А. А. КЕРИМОВ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ингушский государственный университет", 386001, г. Магас, Республика Ингушетия, Россия

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медико-хирургический Центр им. Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 105203, г. Москва, Россия

<sup>4</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, 105094, г. Москва, Россия

#### Аннотация

Работа посвящена анализу диагностики и тактики хирургического лечения на основе клинического случая повторного огнестрельного пулевого ранения области искусственного локтевого сустава.

Пациент, мужчина 23 лет, получил огнестрельное ранение с разрушением костей образующих локтевой сустав, которому после заживления ран мягких тканей было выполнено тотальное цементное эндопротезирование локтевого сустава, послеоперационный период протекал гладко и пациент вернулся к профессиональной деятельности. Однако через 4 года после эндопротезирования получает повторное огнестрельное пулевое сочетанное ранение груди и конечностей, при этом одна из пуль попадает в эндопротез локтевого сустава и остается в мягких тканях. Цель оказания первичной хирургической помощи заключалась в ПХО ран и дренировании плевральной полости. После стабилизации состояния и заживления ран, проведено физикальное и инструментальное обследования, выявлено, что протез не поврежден и выполнено открытое удаление пули с благоприятным исходом.

**Заключение** Диагностическая и хирургическая тактика при лечении слепых огнестрельных ранений и ранений суставов после первичной артропластики становится все более важным, поскольку число пациентов с огнестрельными ранениями конечностей продолжает расти. Иностранное тело (пуля) в теле пациента требует четкого диагностического и хирургического подхода. Частота не удаленных или вынужденно оставленных пуль в последние годы возросла, в то время как существующие протоколы лечения устарели либо отсутствуют. Существующая литература, посвященная огнестрельным ранениям и лечению оставшейся пули, представляет собой преимущественно небольшие исследования с малой мощностью, поэтому необходимо продолжить клинические исследования посредством проведения хорошо контролируемых когортных и многоцентровых исследований.

**Ключевые слова:** огнестрельные ранения конечностей, клинический случай повторного огнестрельного ранения, тактика лечение огнестрельных ранений.

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Лычагин А.В., Грицюк А.А., Арсомаков А.З., Пиманчев О.В., Керимов А.А., ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАНЕНИЙ: ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТАКТИКА ПРИ ПОВТОРНЫХ РАНЕНИЯХ. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 2(52). С. 56–81 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-56-61>

**Этическая экспертиза.** Пациент подписал добровольное информированное согласие на участие в исследовании и дал согласие на обработку и публикацию клинического материала. Исследование одобрено этическим комитетом.

### FEATURES OF MODERN GUN SHOT WOUNDS: SURGICAL TACTICS FOR REPEATED WOUNDS

ALEXEY V. LYCHAGIN<sup>1</sup>, ANDREY A. GRITSYUK<sup>1</sup>, ADAM Z. ARSOMAKOV<sup>2</sup>, OLEG V. PIMANCHEV<sup>3</sup>, ARTUR A. KERIMOV<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russia (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ingush State University", 386001 Magas, Republic of Ingushetia Russian Federation

<sup>3</sup> Federal State Budgetary Institution "National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, 105203, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Federal State Budgetary Institution «Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko» of the Ministry of defense of the Russian Federation, 105094, Moscow, Russia

#### Abstract

The work is devoted to the analysis of diagnostics and tactics of surgical treatment based on a clinical case of a repeated gunshot bullet wound in the artificial elbow joint.

The patient, a 23-year-old man, received a gunshot wound with destruction of the bones forming the elbow joint, who, after healing of soft tissue wounds, underwent total cement arthroplasty of the elbow joint, the postoperative period was uneventful, and the patient returned to professional activities. However, 4 years after the endoprosthesis replacement, he received a repeated gunshot bullet combined wound of the chest and limbs, while one of the bullets hit the elbow joint endoprosthesis and remained in the soft tissues. The purpose of providing primary surgical care was debridement of wounds and drainage of the pleural cavity. After stabilization of the condition and healing of wounds, a physical and instrumental examination was conducted, it was revealed that the prosthesis was not damaged, and an open removal of the bullet was performed with a favorable outcome.

Conclusion Diagnostic and surgical management of blind gunshot and joint injuries after primary arthroplasty is becoming increasingly important as the number of patients with extremity gunshot wounds continues to rise. A foreign body (bullet) in the patient's body requires a clear diagnostic and surgical approach. The incidence of non-removed or involuntarily abandoned bullets has increased in recent years, while existing treatment protocols are outdated or non-existent. The existing literature on gunshot wounds and residual bullet treatment is small, low-powered studies, so clinical studies need to be continued through well-controlled cohort and multicenter studies.

**Key words:** gunshot wounds of extremities, clinical case of repeated gunshot wound, tactics of treatment of gunshot wounds

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

**Funding:** the study had no sponsorship

**For citation:** Lychagin A.V., Gritsyuk A.A., Arsomakov A.Z., Pimanchev O.V., Kerimov A.A., FEATURES OF MODERN GUN SHOT WOUNDS: SURGICAL TACTICS FOR REPEATED WOUNDS. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023. № 2 pp. 56–61 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-56-61>

#### Актуальность

Огнестрельные ранения представляют проблему оказания хирургической помощи, которая обусловлена спецификой повреждения и оказания медицинской помощи. Огнестрельные переломы костей конечностей являются наиболее частыми тяжелыми повреждениями в современных боевых действиях и методы их лечения постоянно совершенствуются [1-4]. Пулевые ранения наиболее часто встречаются при ранениях мирного времени [5]. Огнестрельные ранения крупных суставов конечностей еще более редкая патология, однако, лечение таких ранений создает немало различных серьезных проблем [6].

Многочисленные исследования показывают, что оставшиеся внутрисуставные фрагменты пуль могут увеличить риск абсорбции тяжелых металлов и вызывать хроническую интоксикацию [7, 8, 9]. Кроме того, инфицированные пули или осколки, оставшиеся в суставной сумке, могут повредить хрящ, вызвать ограничение подвижности сустава, привести к синовиту и остеоартриту [10, 11]. В отдаленном периоде оставшиеся не удаленные пули могут вызывать такие осложнения как гнойная инфекция, хронический болевой синдром и миграция пули в области сосудисто-нервных образований с их повреждением [12].

Огнестрельные пулевые ранения, проникающие в полость сустава после тотальной артропластики, еще более редкое повреждение. В доступной научной литературе авторы нашли одно сообщение Fournier M.N. et al. (2019), в котором авторы сообщают о клиническом случае огнестрельного пулевого ранения тазобедренного сустава, через 2 года после тотального эндопротезирования по поводу асептического некроза головки бедренной кости. Пациенту была выполнена артроскопия, выявлено отсутствие значимого повреждения элементов эндопротеза, проведена санация и частичное удаление пули, в связи с ее разрушением и фрагментацией. Исход лечения был благоприятный, несмотря на то, что пациент был на длительной иммуносупрессивной терапии по поводу язвенного колита [13].

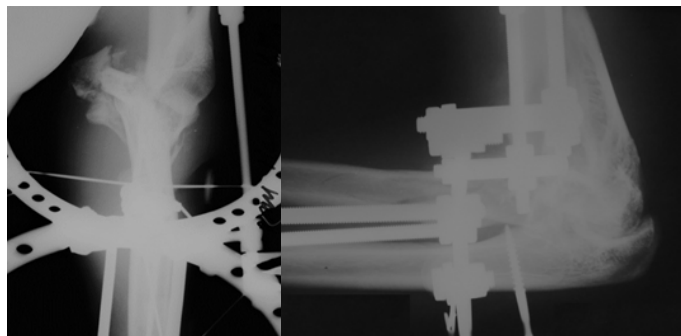
Таким образом, при анализе литературы, учитывая высокую частоту огнестрельных ранений конечностей, несмотря на редкость ранений в области искусственных суставов, имеет место проблема тактики и объема диагностических исследований, показания и выбор метода хирургического лечения.

Клинический пример: Пациент Н, 23 лет, в 2017 г. получил огнестрельное осколочное ранение левой верхней конечности, многооскольчатый внутрисуставной перелом дистального метаэпифиза плечевой кости и обеих костей левого предплечья в верхней трети (G-A IIIA) (Рисунок 1).



**Рисунок 1** - Раненый Н, 23 лет, рентгенограмма левого локтевого сустава: многооскольчатый перелом нижней трети плечевой кости и обеих костей предплечья в верхней трети

Раненому выполнены первичная хирургическая обработка и фиксация верхней конечности аппаратом внешней фиксации гибридного характера, репозиция с анатомическим восстановлением суставных поверхностей не удалась учитывая тяжелый характер перелома (Рисунок 2).



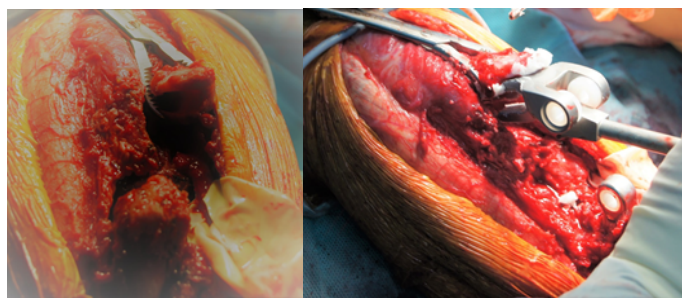
**Рисунок 2** - Раненый Н, 23 лет, рентгенограммы левого локтевого сустава после гибридного внеочагового остеосинтеза

После заживления ран мягких тканей учитывая неосложненный характер раневого процесса (Рисунок 3), отсутствие перспективы анатомического восстановления костей локтевого сустава, решено выполнить тотальное эндопротезирование.



**Рисунок 3** - Раненый Н, 23 лет, вид левой верхней конечности после демонтажа аппарата внеочаговой фиксации

При выполнении тотального эндопротезирования локтевого сустава в области дистальной трети плечевой кости и проксимальной трети костей предплечья выраженный рубцовый процесс, выполнены атипичные резекции мышечков плечевой кости, головки лучевой и проксимальной суставной поверхности локтевой костей для установки протеза (Рисунок 4). Компоненты протеза установлены с помощью костного цемента с гентамицином.



**Рисунок 4** - Раненый Н, 23 лет, интраоперационный вид: а - перелом дистальной трети плечевой кости левой верхней конечности, б - этап цементирования плечевой ножки эндопротеза локтевого сустава

Рана зажила первичным натяжением, пациент прошел курс реабилитации и вернулся к выполнению обязанностей военной службы. При контрольном осмотре через 4 года после ранения рубец без признаков воспаления, объем движений в локтевом суставе 70°-180°, безболезненные, на контрольных рентгенограммах отчетливая остеоинтеграция вокруг эндопротеза с незначительно избыточной оссификацией,

которая не отражается на функционировании конечности (Рисунок 5).

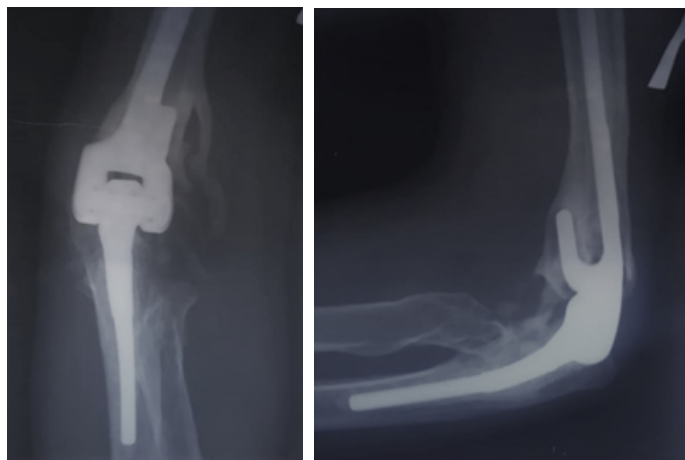


Рисунок 5 - Раненый Н, 27 лет, рентгенограммы левого локтевого сустава через 4 года после эндопротезирования левого плечевого сустава

В августе 2022 года пациент Н. получил огнестрельное сочетанное множественное пулевое ранение левой половины груди и левых конечностей, сквозное проникающее ранение левой половины грудной клетки с гемопневмотораксом, сквозное пулевое ранение мягких тканей левого бедра и слепое пулевое ранение левого локтевого сустава. Раненому на этапе эвакуации выполнено: первичная хирургическая обработка ран груди, с дренированием левой плевральной полости, первичная обработка ран левого бедра и левого локтевого сустава, однако удалять инородное тело (пулю) в области эндопротеза хирурги не стали, посчитав это вопросом оказания специализированной хирургической помощи. После стабилизации состояния, купирования гемопневмоторакса, и заживления ран мягких тканей бедра и области локтевого сустава решено вернуться к вопросу об инородном теле в области локтевого сустава.

Пациент консультирован по каналам телемедицины с оперировавшим хирургом. Жалоб на момент консультации раненый не имел, однако при движениях и пальпации отмечал ощущение инородного тела в области задней поверхности левого локтевого сустава. По данным рентгенографии и МСКТ, структуры и функционирование эндопротеза локтевого сустава не нарушены, пуля не разрушена, находится в мягких тканях вне полости и контакта с имплантатами локтевого сустава. По данным УЗИ сосудов и нервов левой верхней конечности патологии не выявлено, при движениях тенденции к смещению пули не выявлено (Рисунок 6).

Однако учитывая близкое расположение к кожным покровам (хорошо пальпируется после купирования отека), возможность ее инфицирования или миграции, а также неприятные ощущения больного при движениях, решено было открытым малоинвазивным доступом пулю извлечь, без каких-либо других

манипуляций, что было сделано. Раны зажили без признаков воспаления, и пациент вернулся к повседневной деятельности.



Рисунок 6 - Раненый Н, 28 лет: огнестрельное сочетанное пулевое ранение левой половины груди и левых конечностей: а - вид раны левой половины груди и конечностей через месяц после ранения, б - рентгенограммы левого локтевого сустава с пулей в мягких тканях

### Обсуждение

Эндопротезы суставов являются сложными механическими устройствами, чаще всего состоящими из нескольких частей и могут иметь несколько модификаций, которые имеют специфический вид при рентгенографическом исследовании. Какие-либо особенности нормального вида и функционирования эндопротеза являются областью специфических знаний специалистов, которые занимаются лечением пациентов с данной патологией. В доступной литературе мы нашли единственный случай проникающего ранения искусственного сустава [13].

Искусственный локтевой сустав не является исключением, имеет несколько модификаций и имеет сложное строение (Рисунок 7). Поэтому различные повреждения в области протеза сустава требуют вмешательства или по крайней мере консультации специалиста ортопеда. Инородное тело само или его части могут повредить протез и вызвать его поломку, либо попасть в движущийся механизм и нарушить его работу. Однако если этого не происходит, то необходимо удалить инородное тело (пулю или другой ранящий снаряд) и назначить правильную реабилитацию.



Рисунок 7 - Устройство локтевого сустава

Удаление пули или фрагментов ранящего снаряда возможно открытым путем, особенно если есть необходимость ревизии сустава или замены компонентов, либо артроскопически, что значительно менее травматично, но ограничивает возможности обзора имплантата.

Рентгенография на обычной пленке, сделанная в нескольких проекциях, может показать компоненты пули, идентифицировать переломы и дать информацию о внутренней траектории пули и месте ее нахождения [14]. Магнитно-резонансная томография (МРТ) противопоказана, учитывая металлическую природу обычных снарядов [15]. Компьютерная томография дает необходимого качества изображения с более высоким разрешением и большей чувствительностью, что позволяет обнаруживать рентгенопрозрачные материалы, такие как волокно, бумага или пластик. Повреждения сосудов можно идентифицировать с помощью цифровой субтракционной ангиографии или КТ-ангиографии [16]. При подозрении на миграцию следует выполнить ультразвуковое исследование или интраоперационную рентгеноскопию, чтобы визуализировать точное местоположение снаряда до того, как будет сделан разрез или при миграции во время операции [17-18].

Показания к удалению ранящих снарядов при первичной хирургической обработке достаточно ясны, но в случаях слепых ранений при неосложненном заживлении раны и отсутствии опасности повреждения структур сустава или сосудисто-нервных структур постоянно обсуждаются и окончательно не решены [19]. Вопросы клинических рекомендаций по оставлению пули и дальнейшему наблюдению так же далеки от окончательного решения [20].

### Заключение

Диагностическая и хирургическая тактика при лечении слепых огнестрельных ранений и ранений суставов после первичной артропластики становится все более важным, поскольку число пациентов с огнестрельными ранениями конечностей продолжает расти. Инородное тело (пуля) в теле пациента требует четкого диагностического и хирургического подхода. Частота не удаленных или вынужденно оставленных пуль в последние годы возросла, в то время как существующие протоколы лечения устарели либо отсутствуют. Существующая литература, посвященная огнестрельным ранениям и лечению оставшейся пули, представляет собой преимущественно небольшие исследования с малой мощностью, поэтому необходимо продолжить клинические исследования посредством проведения хорошо контролируемых когортных и многоцентровых исследований.

### Список литературы / References:

1. Шаповалов В.М., Хоминец В.В. Особенности применения внешнего и последовательного остеосинтеза у раненых с огнестрельными переломами длинных костей конечностей // Травматология и

ортопедия России. 2010;16(1): 7–13. [Shapovalov V.M., Khominets V.V. Osobennosti primeneniya vneshnego i posledovatel'nogo osteosinteza u ranenyykh s ognestrel'nymi perelomami dlinnykh kostei konechnosti // Travmatologiya i ortopediya Rossii. 2010;16(1): 7–13.]

2. Брижань Л.К., Давыдов Д. В., Хоминец В.В., Керимов А. А., Арбузов Ю. В., Чирва Ю.В. Применение комплекта стержневого военно-полевого (КСВП) в двухэтапном последовательном остеосинтезе у раненых с огнестрельными переломами костей конечностей // Гений ортопедии. 2015;3:26–30. [Brizhan' L.K., Davydov D. V., Khominets V.V., Kerimov A. A., Arbuзов Yu. V., Chirva Yu.V. Primenenie kompleksa sterzhnevoгo voenno-polevogo (KSVP) v dvukhetapnom posledovatel'nom osteosinteze u ranenyykh s ognestrel'nymi perelomami kostei konechnosti // Genii ortopedii. 2015;3:26–30.]

3. Брижань Л.К., Давыдов Д. В., Хоминец В.В., Керимов А. А., Арбузов Ю. В., Чирва Ю.В., Пыхтин И.В. Современное комплексное лечение раненых и пострадавших с боевыми повреждениями конечностей // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова 2016;11(1):74-80. [Brizhan' L.K., Davydov D. V., Khominets V.V., Kerimov A. A., Arbuзов Yu. V., Chirva Yu.V., Pykhtin I.V. Sovremennoe kompleksnoe lechenie ranenyykh i postradavshikh s boevymi povrezhdeniyami konechnosti // Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra im. N.I. Pirogova 2016;11(1):74-80.]

4. Хоминец В.В., Щукин А. В., Михайлов С. А., Фоос И. Особенности лечения раненых с огнестрельными переломами длинных костей конечностей методом последовательного внутреннего остеосинтеза // ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2017;12(3):12–22. [Khominets V.V., Shchukin A. V., Mikhailov S. A., Foos I. Osobennosti lecheniya ranenyykh s ognestrel'nymi perelomami dlinnykh kostei konechnosti metodom posledovatel'nogo vnutrennego osteosinteza // POLITRAUMA / POLYTRAUMA, 2017;12(3):12–22.]

5. Lyons JG. Epidemiology of ballistic fractures in the United States: A 20-year analysis of the Firearm Injury Surveillance Study. *Injury*. 2022 Nov;53(11):3663-3672. doi: 10.1016/j.injury.2022.09.011. Epub 2022 Sep 14. PMID: 36130861.

6. Nguyen MP, Reich MS, O'Donnell JA, Savakus JC, Prayson NF, Golob JF Jr, McDonald AA, Como JJ, Vallier HA. Infection and Complications After Low-velocity Intra-articular Gunshot Injuries. *J Orthop Trauma*. 2017 Jun;31(6):330-333. doi: 10.1097/BOT.0000000000000823. PMID: 28230571.

7. Shultz CL, Schrader SN, Garbrecht EL, DeCoster TA, Veitch AJ. Operative versus nonoperative management of traumatic arthrotomies from civilian gunshot wounds. *Iowa Orthop J*. 2019;39(1):173-177.

8. Linden MA, Manton WI, Stewart RM, Thal ER, Feit H. Lead poisoning from retained bullets. Pathogenesis, diagnosis, and management. *Ann Surg*. 1982;195(3):305-313. doi:10.1097/00000658-198203000-00010.

9. Dillman RO, Crumb CK, Lidsky MJ. Lead poisoning from a gunshot wound. Report of a case and review of the literature. *Am J Med*. 1979;66(3):509-514. doi:10.1016/0002-9343(79)91083-0.

10. Jabara JT, Gannon NP, Vallier HA, Nguyen MP. Management of civilian low-velocity gunshot injuries to an extremity. *J Bone Joint Surg Am*. 2021;103(11):1026-1037. doi:10.2106/jbjs.20.01544.

11. Rehman MA, Umer M, Sepah YJ, Wajid MA. Bullet-induced synovitis as a cause of secondary osteoarthritis of the Hip joint: a case report and review of literature. *J Med Case Rep.* 2007;1(1):171. doi:10.1186/1752-1947-1-171.
12. Fackler ML. Wound ballistics: a review of common misconceptions. *JAMA.* 1988;259(18):2730-2736. doi:10.1001/jama.1988.03720180056033.
13. Fournier MN, Rider CM, Olinger CR, Dabov GD, Mihalko WM, Mihalko MJ. Arthroscopic Treatment of a Low-Velocity Gunshot Injury to a Primary Total Hip Arthroplasty: A Case Report. *JBJS Case Connect.* 2019 Jan-Mar;9(1):e18. doi: 10.2106/JBJS.CC.18.00204. PMID: 30920997.
14. Pinto A, Russo A, Reginelli A, et al. Gunshot wounds: ballistics and imaging findings. *Semin Ultrasound CT MRI.* 2019;40(1):25-35. doi:10.1053/j.sult.2018.10.0188.
15. Veselko M, Trobec R. Intraoperative localization of retained metallic fragments in missile wounds. *J Trauma Acute Care Surg.* 2000;49(6):1052-1058. doi:10.1097/00005373-200012000-0001357.
16. Hanna TN, Shuaib W, Han T, Mehta A, Khosa F. Firearms, bullets, and wound ballistics: an imaging primer. *Injury.* 2015;46(7):1186-1196. doi:10.1016/j.injury.2015.01.03459.
17. Meena S, Singla A, Saini P, Mittal S, Chowdhary B. Spontaneous migration of bullet from arm to forearm and its ultrasound guided removal. *J Ultrasound.* 2013;16(4):223-225. doi:10.1007/s40477-013-0041-x63.
18. De Los Cobos D, Powers A, Behrens JP, Mattei TA, Salari P. Surgical removal of a migrating intraspinal bullet: illustrative case. *J Neurosurg.* 2021;1(22). doi:10.3171/case21132.
19. Dienstknecht T, Horst K, Sellei RM, Berner A, Nerlich M, Hardcastle TC. Indications for bullet removal: overview of the literature, and clinical practice guidelines for European trauma surgeons. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2012;38(2):89-93. doi:10.1007/s00068-011-0170-x.
20. Nguyen MP, Savakus JC, O'Donnell JA, et al. Infection rates and treatment of low-velocity extremity gunshot injuries. *J Orthop Trauma.* 2017;31(6):326-329. doi:10.1097/bot.000000000000082766.

#### 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;

**Арсмаков Адам Зеудтинович** – кандидат медицинских наук, заведующий кафедрой госпитальной хирургии ФГБОУ ВО ИнГУ, e-mail: arsamakov-a@mail.ru

**Пиманчев Олег Вячеславович** – кандидат медицинских наук, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии Института усовершенствования врачей (ИУВ), заведующий Центром травма-

тологии и ортопедии ФГБУ «НМХЦ им. Н. И. Пирогова» Минздрава России, e-mail: Pimanchev@mail.ru;

**Керимов Артур Асланович** – кандидат медицинских наук, заведующий начальником центра травматологии и ортопедии ФГБУ «ГВКГ им. Н. Н. Бурденко» Минобороны России, e-mail: Kerartur@ya.ru

**Автор, ответственный за переписку:** Грицюк Андрей Анатольевич, телефон 8-916-614-76-66, e-mail: drgaamma@gmail.com

#### Information about authors:

**Lychagin Alexey Vladimirovich** – Doctor of Medical Sciences, professor, Head of Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, email: dr.lychagin@mail.ru

**Gritsyuk Andrey Anatolyevich** – Doctor of Medical Sciences, professor at Department of traumatology, orthopedics, and disaster surgery.

**Arsomakov Adam Zeudtinovich** – Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Hospital Surgery, IngGU, e-mail: arsamakov-a@mail.ru

**Pimanchev Oleg Vyacheslavovich** – Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics Institute for Postgraduate Medical Education (IPM), Head of the Center for Traumatology and Orthopedics of the Pirogov National Medical and Surgical Center, e-mail: pimanchev@mail.ru;

**Kerimov Artur Aslanovich** – Candidate of Medical Sciences, Head of the Center for Traumatology and Orthopedics of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko, e-mail: kerartur@ya.ru

**Corresponding author:** Gritsyuk Andrey Anatolyevich phone: +7-916-614-76-66, email: drgaamma@gmail.com

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ



<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-62-72>

УДК 617.3

© П.Г. Гуреев, С.В. Дианов, 2023

Обзор литературы / Literature review

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ОБУВИ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ

П.Г. ГУРЕЕВ<sup>1,2</sup>, С.В. ДИАНОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России, 414000, Астрахань, Россия

<sup>2</sup> ГБУЗ Астраханской области Городская Клиническая Больница №3, им.С.М. Кирова, 414038, Астрахань, Россия

#### Аннотация

**Актуальность:** Современная хирургия переднего отдела стопы по поводу деформаций чаще всего сопровождается ношением специальной послеоперационной обуви. Модели и типы подобной обуви отличаются друг от друга. До сих пор не найден консенсус по назначению вида обуви с целью разгрузки переднего отдела стопы.

**Цель исследования:** Изучение актуальных подходов в принятии решений о назначении послеоперационной обуви пациентам с деформацией переднего отдела стоп.

**Материал и методы:** был выполнен обзор литературы в системе PubMed, eLibrary с ключевыми словами «forefoot postoperative shoes», «forefoot relief shoes», «foot relief shoes», «hallux valgus shoes», «обувь для разгрузки переднего отдела стопы», «послеоперационная обувь стопа». Среди всех статей подробно проанализировано 18 публикаций, посвященных обуви для разгрузки переднего отдела стопы.

**Результаты и обсуждение.** Исследования на здоровых добровольцах в своем большинстве свидетельствуют о большей эффективности в снижении давления под передним отделом стопы обуви с обратным наклоном подошвы. Итогом клинического изучения явилось отсутствие разницы в исходах операций у пациентов, носивших обувь с обратным наклоном подошвы или плоскую ригидную обувь. Не изучено влияние обуви на суставы нижних конечностей, положение таза, корпуса. Тема выбора послеоперационной обуви требует не только дискуссии, но и дальнейшего научного поиска.

**Ключевые слова:** деформация стопы; послеоперационная обувь; обувь для разгрузки переднего отдела стопы.

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Гуреев П.Г., Дианов С.В., ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ОБУВИ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 2(52). С. 62–72 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-62-72>

### THE USE OF POSTOPERATIVE SHOES AFTER SURGICAL CORRECTION DEFORMITIES OF THE FOREFOOT

PAVEL G. GUREEV<sup>1,2</sup>, SERGEY V. DIANOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Astrakhan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, 414000, Astrakhan, Russia

<sup>2</sup> State Budgetary Healthcare Institution of the Astrakhan region City Clinical Hospital No. 3, named after S. M. Kirov, 414038, Astrakhan, Russia

#### Abstract

**Relevance:** Modern surgery of the forefoot for deformities is most often accompanied by the special footwear. The models and types of such shoes differ from each other. There is still no consensus what type of shoes needed for the purpose of unloading the forefoot.

**Purpose of the study:** To study current approaches in decision-making on the appointment of postoperative shoes to patients with deformity of the forefoot.

**Material and methods:** a literature review was performed in the PubMed, eLibrary system with the keywords "forefoot postoperative shoes", "forefoot relief shoes", "foot relief shoes", "hallux valgus shoes", "shoes for unloading the forefoot", "postoperative foot shoes". Among all the articles, 18 publications on shoes for unloading the forefoot were selected for detailed analysis.

**Results and discussion.** Studies on healthy volunteers, for the most part, indicate greater effectiveness in reducing the pressure under the forefoot of shoes with a reverse wedge of the sole. The result of clinical studies was the absence of a difference in the outcomes of operations in patients who wore shoes with a reverse wedge or flat rigid shoes. The effect of shoes on the joints of the lower extremities, the position of the pelvis, and the body has not been studied. The topic of choosing forefoot relief shoes requires not only discussion, but also further scientific research.

**Key words:** foot deformity; postoperative shoes; forefoot relief shoes.

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

**Funding:** the study had no sponsorship

**For citation:** Gureev P.G., Dianov S.V., THE USE OF POSTOPERATIVE SHOES AFTER SURGICAL CORRECTION DEFORMITIES OF THE FOREFOOT. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023. № 2 pp. 62–72 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-62-72>

## Введение

### Текст

Современная хирургия переднего отдела стопы по поводу деформаций чаще всего сопровождается ношением специальной послеоперационной обуви, и редко требует иммобилизации гипсовыми или целокастовыми повязками. Нагрузка на ногу разрешается в день операции или начиная со следующего дня. Это важное достижение, которое позволяет пациенту не прибегать к помощи костылей и значительно облегчает послеоперационный период, а также позволяет хирургу прибегнуть к одновременной хирургии обеих стоп [1]. Срок ношения послеоперационной обуви обычно составляет 4–6 недель [2].

Выяснено, что при нормальных обстоятельствах, во время стояния босиком, на переднюю часть стопы приходится 28% несущей нагрузки [3, 4]. Этот факт нельзя не учитывать.

Изначально, эволюционное развитие хирургии переднего отдела стоп пошло двумя разными путями. Возникло два кардинально разных подхода к реабилитации пациентов после операций. Это связано с методом хирургического лечения. Приверженцы школы чрескожной (чреспрокольной) хирургии стопы основывались на самокоррекции положения костей стопы после остеотомий под нагрузкой веса пациента, в связи с чем начали назначать обувь на плоской подошве [5,6]. При этом подошва должна быть жесткой, чтобы исключить повышенную нагрузку при перекате стопы на носок, по сути исключив задний толчок из цикла шага.

Вторая же школа хирургии стопы пошла путем открытой хирургии, - через разрезы. Остеотомии выполнялись под прямым визуальным контролем и сопровождалась фиксацией металлическими винтами, спицами, пластинами и пр. Учитывая, что задуманная коррекция осуществлялась непосредственно во время операции и послеоперационный период не предполагал изменения положения костей в произведенных остеотомиях, - для снижения нагрузки на передний отдел стопы была предложена обувь с наклонной подошвой [7,8,9]. Подобная

обувь переносила большую часть давления во время шага на заднюю и среднюю части стопы, освобождая переднюю часть от нагрузки. Эффективность подобной обуви признана в том числе и в России [10,11].

Однако, даже в стане традиционной открытой хирургии стопы существуют реабилитационные протоколы, подразумевающие ношение различных моделей послеоперационной обуви.

Graff утверждает, что после операции SCARF сразу возможна полная нагрузка на передний отдел стопы и специальной обуви не требуется [12].

Basile и соавт. после модифицированной операции Lapidus разрешают полную нагрузку в иммобилизационном ботинке [13]. Blitz также рассматривает возможность полной нагрузки после операции Lapidus, в особенности при условии использования современных имплантов [14].

На современном этапе, поняв преимущества открытой и миниинвазивной хирургии, возникла потребность в комбинировании хирургических методик. В связи с чем происходит диссонанс в послеоперационной тактике: какую послеоперационную обувь назначать – на плоской или наклонной подошве? Консенсус по данному вопросу не достигнут.

**Цель работы:** Изучить актуальные подходы в принятии решений о назначении послеоперационной обуви пациентам с деформацией переднего отдела стоп по данным литературы

При поиске статей на портале Pubmed по фразе «forefoot postoperative shoes», - найдено 105 научных статей, с 1973 по 2022 годы, по фразе «forefoot relief shoes» найдено 47 статей с 1981 по 2022 годы, «foot relief shoes» - 151, «hallux valgus shoes» - 251. На сайте eLIBRARY по фразе «Обувь для разгрузки переднего отдела стопы» - 818 публикаций, «послеоперационная обувь стопа» - 1709 публикаций. Большинство статей опубликованы после 1990 года. В русскоязычных источниках не найдено статей направленного сравнения различных моделей послеоперационной обуви для разгрузки переднего отдела стопы после его хирургической коррекции, а также статей изучающих конкретную модель или тип обуви.



Среди всех статей отобрано 18 публикаций, посвященных обуви для разгрузки переднего отдела стопы.

Дизайн исследований, чаще всего предполагал сравнение давления в обуви различного образца на здоровых участниках, реже исследования походки. Еще реже исследование давления на трупных моделях, а также клинические исследования.

В статье Douglas и соавт. приводится сравнение внутриобувного давления стопы в различных вариантах обуви. Измерение давления производилось при помощи внутриобувных стелек с датчиками давления F-scan. Сравнивались восемь дизайнов обуви:

- обувь на деревянной плоской подошве;
- обувь на ригидной плоской подошве без рокера soft darco;
- обувь на ригидной наклонной подошве Ortho Wedge;
- обувь на ригидной рокерной подошве Regular Darco;
- обувь на ригидной подошве с рокером в носочной части и легкой фиксации голеностопного сустава Total Darco;
- обувь с жесткой фиксацией голеностопа до средней трети голени с ригидной рокерной подошвой Equalizer Premium Low Top Walker;
- обувь с жесткой фиксацией голеностопа до верхней трети голени с ригидной рокерной подошвой Equalizer Premium High Top Walker;
- обувь с жесткой фиксацией голеностопа до верхней трети голени с ригидной рокерной подошвой и возможностью увеличения контакта за счет нагнетания воздуха в ткань обуви Aircast Walker.

Результатам исследования: Значительное снижение пикового давления на переднюю часть стопы произошло с помощью обуви с жесткой фиксацией голеностопа и рокерной подошвой и в обуви с ригидной наклонной подошвой (Equalizer Premium, Aircast и Ortho Wedge). Среднее сокращение составило более 51,2%. Аналогичным образом, было обнаружено снижение пикового давления на переднюю часть стопы при использовании деревянной послеоперационной обуви, и всех других типов обуви на плоской ригидной подошве (a Darco shoe, a Soft Darco, and a Total Darco). Однако среднее сокращение составило не более 27% [15].

В другом исследовании на 16-ти здоровых молодых женщинах Eric Fuller и соавт. сравнивали распространенную обувь Darco на плоской подошве с изогнутой подошвой в носочной части с обувью WalkWell, которая имеет жесткую плоскую перекатную подошву 11° для передней части стопы, начинающееся с 67% длины обуви. Давление измеряли Pedar in-shoe сенсорами. Результаты исследования показали, что при использовании послеоперационной обуви с жесткой рокерной подошвой (WalkWell) по сравнению с обычно используемой послеоперационной обувью (Darco) произошло значительное снижение пикового давления и времени нагрузки на переднюю часть стопы [16].

В исследовании на здоровых людях P. Vause и соавт. представлены результаты нагрузки в изобретенной авторами обуви с высоким задним и передним рокерами. На пяти испытуемых исследовано давление стоп в изобретенной обуви. Давление из-

мерялось внутриобувными педобарографами Mega-Scan, Type FastScan. Результаты показали снижение подошвенной нагрузки на переднюю часть стопы на 70% и на 62% на сустав Шопара при переносе полного веса тела. Использование костылей еще больше снижало нагрузку. По мнению исследователей, дизайн подошвы позволяет пациенту стоять и ходить с хорошим балансом [17].

T. Lorei и соавт. провели исследование, задавшись целью сравнить специальную обувь для хирургии передней части стопы с наклонной подошвой (Darco's Ortho wedge) с ригидной послеоперационной обувью на плоской подошве (Darco's Medical Surgical). Измерения распределения подошвенного давления использовались для оценки разгрузки влияния условий эксплуатации обуви. Для дальнейшего сравнения было измерено давление в стандартном башмаке (Air Triax от Nike).

Результаты показали, что вся проанализированная обувь уменьшает нагрузку в медиальной области передней части стопы. Обувь Medical Surgical обеспечила максимальное снижение давления под медиальной передней частью стопы, но средняя часть и латеральная передняя часть подвергалась значительно более высоким нагрузкам. Ortho Wedge уменьшила нагрузку под пальцами и передней частью и разгрузила область средней части стопы.

Авторы исследования пришли к выводу, что обувь на ригидной плоской подошве Medical Surgical уменьшает давление под передней частью, но не в такой степени, как Ortho Wedge. В заключение констатировалось, что послеоперационная обувь с наклонной подошвой OrthoWedge продемонстрировала наилучшие результаты среди протестированных ботинок по снижению давления и передаче нагрузки под передней частью стопы [18].

A. Notni и соавт. задали вопрос: существуют ли различия в степени разгрузки передней части стопы в различных ботинках для разгрузки передней части стопы, предлагаемых на немецком рынке?

Было протестировано шесть различных пар обуви с разгрузкой передней части стопы. (рис.1)

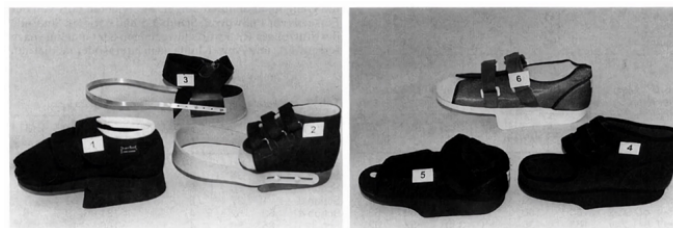


Рисунок 1. Протестированные модели обуви с разгрузкой передней части стопы.

1. Обувь для снятия напряжения передней части стопы, разработанная доктором Л. С. Баруком (L.S.Barouk);
2. Разгрузочная обувь для передней части стопы с защитным ремешком;
3. Обувь на метасан эрсеновой подошве (Metasan);
4. Ортопедическая обувь для активной разгрузки передней части стопы;
5. Ортопедическая лечебная обувь;
6. Ортопедическая лечебная послеоперационная обувь.

Десять испытуемых носили обувь одного размера, имели нормальную анатомию стопы и нормальную походку. Время контакта, площадь контакта, максимальное давление и интеграл давления-времени оценивались в шести различных областях подошвы.

Для измерения давления использовалось динамическое устройство Fast SCAN by MEGA SCAN. Датчик помещался внутрь исследуемой обуви.

Снижение давления под передним отделом наблюдалось во всех образцах обуви. 3 вида обуви показали наиболее благоприятные параметры. Средство для ходьбы Metasan, удерживающее переднюю часть свободно свисающей, снизило давление почти до нуля по сравнению с ходьбой босиком. Разгрузочная обувь для переднего отдела с защитным ремешком позволила снизить давление впереди со 100 до 20%. Обувь, изобретенная Л.С. Баруком (L.S.Barouk) также снизила давление со 100 до 20% и обеспечила более безопасную походку за счет подъема впереди расположенного сегмента. Во всех образцах находящийся впереди край ботинка не подвергался пиковой нагрузке.

Обувь 4, 5 и 6 показала сопоставимые значения максимального давления в области авангардного сегмента стопы, что соответствовало снижению давления примерно на 50% по сравнению с ходьбой босиком.

Однако, значения давления в области предплюсны были значительно выше у всех видов обуви чем при ходьбе босиком. Авторы сделали вывод, что все протестированные модели обуви для снятия нагрузки с плюсневых костей и пальцев не подходят для функционального последующего лечения костно-корректирующих вмешательств в области предплюсне-плюсневых суставов. Вся протестированная обувь действительно уменьшала давление под пальцами ног и под плюсневыми костями [19].

Reinhard и соавт. в 2011 году опубликовали статью: Биомеханика послеоперационной обуви: распределение подошвенного давления, характеристики ношения и критерии проектирования.

Цель этого исследования состояла в том, чтобы определить распределение подошвенного давления, характеристики ношения и эффективность снижения давления пяти различных типов обычно используемой послеоперационной обуви. Кроме того, авторы хотели модифицировать обувь, которая показала наиболее благоприятные результаты.

Восемь здоровых человек среднего возраста 26 лет приняли участие в исследовании. Изучалось распределение подошвенного давления в пяти различных типах послеоперационной обуви (рис. 2 – рис. 3)

Давление оценивали с использованием стелек Mediologic®. Кроме того, авторы учитывали субъективный комфорт испытуемых в определенном типе обуви. Тип Darco flat®, а также тип Wocker® показали очень высокое пиковое давление под медиальной передней частью по сравнению с другими. Несмотря на то, что Darco VFE® обеспечивал самое низкое пиковое давление в области первого пальца, на медиальную область передней части стопы воздействовали большие силы.



Рисунок 2. Исследуемые типы послеоперационной обуви, вид сбоку.

1 - Rathgeber® normal, 2- Rathgeber® modified, 3- Darco® VFE, 4- Darco® flat, 5- Wocker®

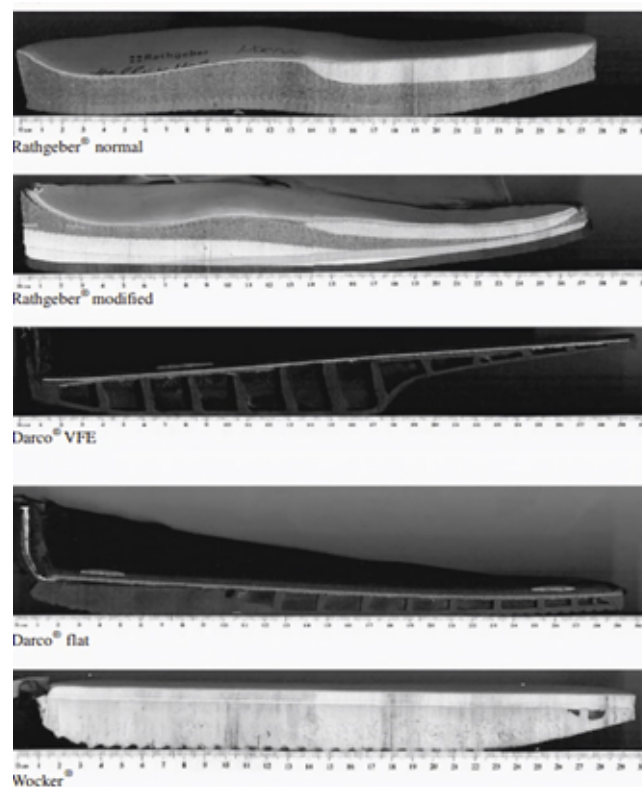


Рисунок 3. Исследуемые типы послеоперационной обуви. Вид подошвы на разрезе. Название моделей обуви указаны на рисунке.

Модели Rathgeber® продемонстрировали наиболее благоприятные результаты испытаний в отношении сил, действующих на первый палец и плюсну, соответственно.

Модифицированная модель Rathgeber® показала наиболее благоприятные результаты в отношении распределения подошвенного давления, а также субъективных характеристик износа. Поэтому он был выбран для дальнейших модификаций. После добавления дополнительного слоя высокоэластичного и пружинистого материала для амортизации в области первого пальца, разгрузка переднего отдела и износостойкость показали улучшенные результаты.

Авторы пришли к выводу, что амортизирующий материал в области первого пальца в послеоперационной обуви минимизирует нагрузку на дистальный отдел плюсны и пальцы, поэтому повышает комфорт пациента.

Исследователи подчеркнули, что работа была проведена со здоровыми испытуемыми с целью оценки характеристик послеоперационной обуви. Возможно, было бы более уместно исследовать пациентов, перенесших операцию по поводу вальгусной деформации 1-го пальца стопы [20].

Р.-А. Deleu и соавт. целью своего исследования ставили оценку эффективности послеоперационной обуви второго поколения типа Varouk (рис. 4).



Рисунок 4. Обувь второго поколения типа Varouk.

Для участия в этом исследовании была набрана выборка из 35 здоровых добровольцев (17 женщин, 18 мужчин). Динамическую нагрузку на стопу оценивали с помощью измерения подошвенного давления в обуви.

Результаты: Послеоперационная разгрузочная обувь для передних отделов второго поколения Varouk снижала давление на переднюю часть стопы во всех испытаниях. У всех 35 добровольцев наблюдалось снижение среднего пикового давления на 79-96% ( $p < 0,001$ ) в передней части стопы, за исключением головки пятой плюсневой кости. Что объяснялось авторами

разной дистанцией от головок плюсневых костей до переднего края каблучной части обуви (рис. 5)

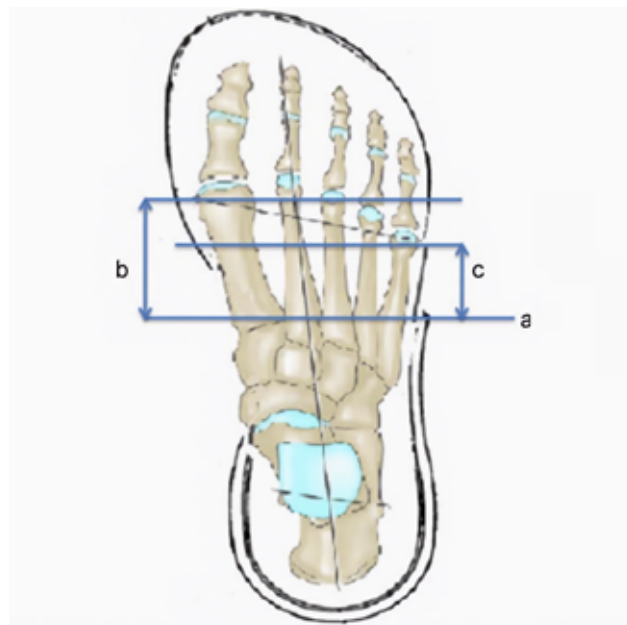


Рисунок 5. Анатомичный вид стопы в обуви Varouk. Линия (a) показывает переднюю границу каблучной части обуви; (b) - расстояние между головкой первой плюсневой кости и передней границей каблучной части обуви; (c) - расстояние между головкой пятой плюсневой кости и передней границей каблучной части обуви.

Значительное увеличение пиковых значений давления наблюдалось в области пятки. Аналогичные результаты были получены для интегральных значений давления и времени [21].

Sasanka и соавт. задались вопросом изучения проблемы комплаентности пациента в ношении послеоперационной обуви. Целью этого исследования было изучение факторов, связанных с пациентом, которые могли бы повлиять на пациента и его удовлетворенность использованием обуви с наклонной подошвой после остеотомий первой плюсневой кости как стабильной, так и нестабильной конфигурации по поводу вальгусной деформации 1-го пальца.

Авторы ретроспективно рассмотрели серию операций одного хирурга у 64 пациентов, которым была проведена операция на переднем отделе стопы и которые впоследствии были реабилитированы с использованием обуви с наклонной подошвой и разгрузкой переднего отдела стопы. Средний возраст пациентов составил 47,5 лет (22-73 года). Авторы обнаружили, что соблюдение требований при использовании послеоперационной обуви ниже у пожилых пациентов. Это может быть связано с плохой адаптацией при наличии ранее существовавшего остеоартрита [22].

Joanne S. Paton и соавт. исследовали, изменяет ли послеоперационная обувь с разгрузкой передней части стопы активность

мышц голеностопного сустава и статическое поструральное покачивание, и изменяются ли какие-либо эффекты при ношении обуви с высокой подошвой на противоположной стороне.

Осанка, активность мышц голеностопного сустава и поструральное покачивание сравнивались у 14 здоровых участников, которые носили обувь с разгрузкой переднего отдела стопы, контрольную обувь с контралатеральным подъемом или без него.

Ношение обуви с разгрузкой переднего отдела стопы переместило центр тяжести кзади, увеличило активность передней большеберцовой мышцы и уменьшило активность подошвенного сгибания в голеностопном суставе. Эти изменения уменьшились, когда был добавлен контралатеральный подъем обуви. Не было обнаружено никакой разницы в осанке между условиями ношения обуви.

Пиковое давление на передние отделы всегда снижалось при ношении обуви с разгрузкой.

Авторы пришли к выводам, что нестабильность в голеностопном суставе может усиливаться у пациентов со слабыми мышцами передней поверхности (например, при диабетической нейропатии), которым необходимо носить разгрузочные устройства для лечения язвы. А добавление контралатерального подъема обуви, потенциально может быть полезным для поддержания стабильности во время разгрузки передней части стопы у этой группы пациентов [23].

Paolo Caravaggi и соавт. провели фундаментальное исследование, на которое ссылаются многие авторы статей на подобную тематику. Десяти здоровым участницам женского пола (28,2 ± 10,0 лет) было предложено ходить в трех различных типах обуви: для левой / правой ноги: контроль / полуботинок с наклонной подошвой, контроль / полная подошва с наклонной стелькой и контроль / контроль.

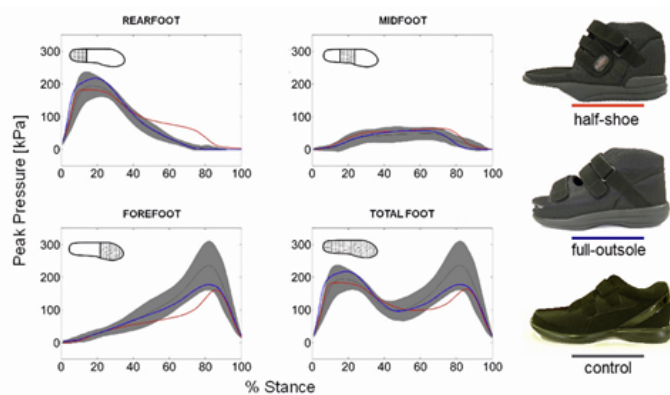


Рисунок 6. Красная линия - полуботинок с наклонной подошвой; Синяя линия - полная подошва с наклонной стелькой; Черная линия - контроль.

Полный анализ походки был получен в трех испытаниях ходьбы для каждого участника в каждом состоянии. Одновременно система сенсорных стелек регистрировала подошвенное давление в разные области стопы.

Группа в полуботинках с наклонной подошвой показала самую медленную скорость ходьбы и самую короткую длину шага.

Подошвенная нагрузка на переднюю часть стопы была значительно снижена (максимальное усилие в % от массы тела: полуботинок с наклонной подошвой = 62,1; полная подошва = 86,9; контроль = 93,5;  $p < 0,001$ ). В задней части стопы среднее давление было самым высоким в обуви с полной подошвой. Кинематика голеностопного сустава в сагиттальной плоскости в обуви с полной подошвой имела рисунок, более похожий на контрольный. (рис. 6)

Выводы: Полуботинок с наклонной подошвой оказался значительно более эффективным в снижении подошвенной нагрузки на передние отделы, чем ботинок с полной перекаточной подошвой, который предназначен для уменьшения нагрузки на переднюю часть стопы за счет использования стельки с более толстым профилем спереди, чтобы поддерживать сегмент в небольшом изгибе назад. Однако, полуботинок с наклонной подошвой также изменял пространственно-временные параметры походки, вызывая большие кинематические изменения в проксимальных суставах нижних конечностей со снижением двигательной активности в последней фазе шага.

В итоге авторы пришли к выводу, что в то время как параметры походки, зафиксированные в обуви с полной подошвой, поощряют дальнейшее развитие подобной обуви, дополнительно необходимо провести исследования, чтобы подтвердить, является ли степень снижения давления, достижимая при использовании конструкции с полной подошвой, клинически подходящей также для послеоперационных групп пациентов [24].

Shelain Patel и соавт. провели проспективное сравнительное исследование, целью которого было сравнить эффекты обуви с обратным наклоном подошвы и обуви без наклона подошвы с переходной жесткостью после коррекции вальгусной деформации 1-го пальца стопы. Была изучена когорта из 80 человек, перенесших операцию SCARF в одном учреждении. Первые 40 стоп (средний возраст пациентов 45 (18-67) проходили реабилитацию в обуви с обратным наклоном подошвы и следующие 40 стоп (средний возраст пациентов 48 (20-68) реабилитировались в обуви на ригидной плоской подошве.

Между группами не существовало демографических различий. Данные были собраны через 2 недели, 6 недель и 6 месяцев. Для оценки клинического исхода использовался Манчестерско-Оксфордский опросник для стопы и опросник о боли в спине, а рентгенограммы были просмотрены 2 хирургами-ортопедами для контроля потери коррекции. При использовании обуви на ригидной плоской подошве не наблюдалось переломов или потери коррекции. Авторы пришли к выводу, что обе конструкции обуви давали одинаковые функциональные и рентгенологические результаты для стопы, но обувь на ригидной плоской подошве вызывала меньше боли в спине и была комфортнее для пациента [25].

Trnka и соавт. провели оценку силовых пластин 4 конструкций обуви при 6 остеотомиях плюсневой кости в 60 трупных образцах. Среднее давление на первую плюсневую кость составило 367 кПа в обычной ботинке, 328 кПа в послеоперационной обуви Darco на плоской подошве, 402 кПа в обуви на деревянной подошве и 290 кПа в обуви с обратным наклоном подошвы. Средняя нагрузка до отказа без обуви для каждой остеотомии была определена: серповидная остеотомия 199,56 кПа; проксимальная шевронная остеотомия 205,3 кПа; Лудлофф - 372,0 кПа; SCARF - 428,4 кПа; двухплоскостной замыкающий клин - 508,8 кПа; и May - 530,0 кПа. Исходя из этого, авторы пришли к выводу, что обувь с обратным наклоном подошвы следует использовать у пациентов с остеопенической костью или перенесших проксимальную серповидную или шевронную остеотомию, но в остальных случаях безопасны другие конструкции обуви, например, обувь на ригидной плоской подошве [26].

Paul M.C. Dearden и соавт. констатировали, что обычной клинической практикой является использование обуви на плоской подошве или с обратным изгибом для защиты стопы в течение 6 недель после операции по поводу вальгусной деформации или ригидности стопы. Существует мало доказательств того, есть ли какая-либо разница между этими 2 видами послеоперационной обуви, как в удовлетворенности пациентов, так и в клинических исходах.

В связи с чем авторы провели исследование, в котором приняли участие сто пациентов, перенесших остеотомию SCARF или артродез первого плюснефалангового сустава. Пациенты были рандомизированы 50:50 для использования послеоперационной обуви с плоской подошвой (рис. 7) или с обратным изгибом (рис. 8).



Рисунок 7. Послеоперационная обувь с плоской подошвой



Рисунок 8. Послеоперационная обувь с обратным изгибом

Пациенты, перенесшие вспомогательные оперативные техники на малых лучах, не были исключены. Удовлетворенность пациентов оценивалась по визуальной аналоговой шкале оценки боли и опросником удовлетворенности. Рентгенограммы были пересмотрены через 1 год с учетом различий в частоте сращения или рецидива деформации. В группе обуви с обратным изгибом было 47 пациентов, а в группе плоской обуви - 43. Не было замечено никакой разницы в первичной операции на передней части стопы, сопутствующих техник операций, возрасте на момент операции или предоперационном показателе боли.

Через 6 недель не было выявлено существенной разницы в показателях послеоперационной боли. Группа пациентов, использовавшая обувь на ригидной плоской подошве с большей вероятностью была удовлетворена своей общей подвижностью (86,0% против 61,7%;  $P = 0,01$ ) и своей стабильностью в обуви (90,7% против 69,6%;  $P = 0,03$ ). Не было отмечено существенной разницы между группами по частоте рецидивов и несращения.

Обе формы послеоперационной обуви были эффективны в обеспечении мобилизации пациентов и в предотвращении неблагоприятных исходов. Пациенты с большей вероятностью были удовлетворены плоской послеоперационной обувью из-за улучшенной стабильности и простоты мобилизации [27].

Ester Navarro-Canoa и соавт. провели сравнительное исследование на кадаверном материале. Цель этого исследования состояла в том, чтобы определить, как меняется распределение нагрузки по мере увеличения усилия, прикладываемого к стопе, с ортопедической обувью и без нее. Кроме того, авторы сравнили разные модели обуви.

Датчики давления были помещены под головку первой плюсневой кости и пятку двадцати образцов свежих трупных стоп взрослого человека. Были выбраны две модели ортопедической обуви: на плоской ригидной подошве и с обратным изгибом. Постепенно применялись нагрузки по 10 кг, до 60 кг.

Анализ (без обуви против ортопедической обуви) показал, что давление без обуви было значительно выше, чем с любой ортопедической обувью ( $P < 0,005$ ).

Статистически значимых различий между моделями обуви не выявлено ( $P = 0,402$ ) [28].

Annette Eidmann и соавт. в свежей работе 2022 года исследовали влияние частичной нагрузки на подошвенные максимальные усилия при использовании трех различных типов послеоперационной обуви.

У 20 здоровых добровольцев были исследованы три различных режима переноса веса (20 кг, 40 кг, полный вес). Сенсорные стельки использовались для измерения пиковых усилий передней части стопы, средней части стопы, пятки и всей стопы с использованием четырех видов обуви (обувь на ригидной жесткой подошве, обувь с наклоном подошвы кзади для разгрузки передней части стопы, обувь с фиксацией голеностопного сустава и рокерной подошвой, а также стандартные кроссовки).

Вся терапевтическая обувь значительно уменьшила пиковые нагрузки на переднюю и среднюю часть стопы по сравнению с

контрольной обувью; наибольшее снижение было достигнуто с помощью обуви с наклоном подошвы кзади (-70 % на передней части стопы) [29].

Carl и соавт. сравнивали конструкции обуви для разгрузки переднего отдела стопы двух типов. Кроме того, в исследовании проектировалось ненадлежащее использование обуви с попыткой специальной нагрузки передней части стопы испытуемыми.

Десяти здоровым добровольцам было предложено выполнить пять проб на беговой дорожке с самостоятельно выбранными скоростями. В первом испытании средние значения пикового давления в обуви и стельках массового производства были оценены и приняты за 100%. Два разных дизайна обуви (А - короткий каблук - короткая подошва Varouk, В - короткий каблук - полная наклонная подошва Hannover) (рис. 9) сравнивались в двух испытаниях, каждое из которых имело обычный и порочный характер походки (попытка перенести вес на переднюю часть стопы).

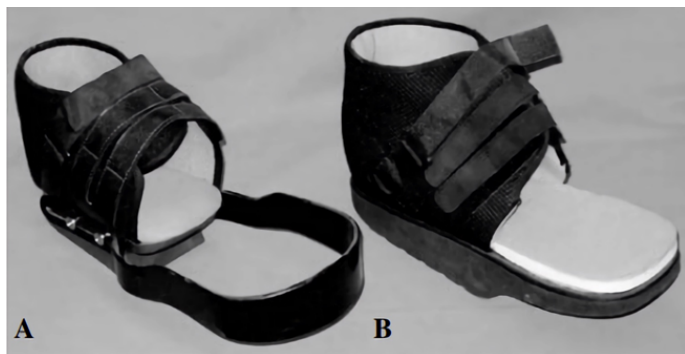


Рисунок 9. А - короткий каблук - короткая подошва без поддержки среднего и переднего отделов стопы Varouk, В - короткий каблук - полная наклонная подошва с поддержкой среднего и переднего отделов стопы Hannover.

Значения подошвенного давления были получены с помощью внутриобувной системы стелек Pedar (Novel Inc., Мюнхен, Германия). Для анализа педобарографические снимки были разделены на среднюю часть стопы (от 31% до 60% от общей длины стельки) и переднюю часть стопы (от 61% до 100% от общей длины стельки).

При использовании обуви на короткой подошве, передняя и средняя части стопы выводились из-под нагрузки в 100% как при обычном, так и при порочном использовании. При ношении обуви с цельной подошвой в обычном режиме привело к значительному снижению ( $p < 0,01$ ) среднего пикового давления под передней частью стопы ( $34 \pm 13\%$  оставшегося) и средней части стопы ( $47 \pm 13\%$  оставшегося). Несоответствующее использование обуви с полной подошвой приводит к значительному увеличению значений пикового давления ( $p < 0,01$ ), чем при нормальной походке в обуви массового производства, под передней частью стопы, но не под средней частью стопы. Авторы пришли к выводу, что обувь без поддержки средней и передней частей стопы может быть более

безопасной при неправильном использовании, чем обувь с цельной подошвой [30].

Fuchs и соавт. в исследовании 2020 года изучили распределение подошвенного давления и характеристики ношения трех разгрузочных ботинок для передней части стопы, а именно Mailand, OrthoWedge и Podalux в здоровой популяции (рис. 10). Двадцать испытуемых ходили в рандомизированном порядке в трех разгрузочных ботинках для передней части стопы и эталонной обуви в течение шести минут. Система Pedar использовалась для измерения давления в 7 регионах. Пиковое давление и интеграл по времени давления были проанализированы в качестве показателей распределения давления. Кроме того, характеристики износа учитывались с использованием цифровой рейтинговой шкалы. Обувь с наклонной подошвой Mailand и OrthoWedge значительно снизила пиковое давление: более чем на 80% под первым пальцем и более чем на 45% под головкой первой плюсневой кости ( $p < 0,001$ ). Обувь на горизонтальной ригидной перекатной подошве Podalux не показала значительного снижения пикового давления под передней частью стопы по сравнению с эталонной обувью. Под малыми пальцами, в области головок 4 и 5 плюсневых костей и в области пятки обувь Podalux показала даже значительное увеличение пикового давления ( $p = 0,001$ ). Что же касается характеристик ношения, то обувь Podalux и обувь контроля показали значительно лучшие результаты, чем два других разгрузочных ботинка для передней части стопы ( $p < 0,01$ ). Следующим шагом авторы планируют выполнение исследования в популяции пациентов [31].



Рисунок 10. А - обувь полной наклонной подошвой OrthoWedge, В - обувь полной наклонной подошвой Mailand, С - обувь с горизонтальной ригидной перекатной подошвой Podalux, D - обувь контроля Adidas

Michalik и соавт. исследовали воздействие различных конструкций обуви для разгрузки передней части стопы на походку, таз и позвоночник.

Обувь Ortho-Wedge и Relief Dual® (рис. 11) оценивались в этом исследовании во время стояния и при ходьбе. Изменения положения таза и позвоночника измерялись с помощью системы поверхностной топографии (Растрстереография) и инструментальной беговой дорожки. Фазы походки определялись автоматически с помощью встроенной в беговую дорожку нажимной пластины.

Обе сравниваемые модели обуви привели к значительному увеличению наклона таза, скручивания таза, бокового отклонения и вращения корпуса ( $p < 0,001$ ) в положении стоя. Между обеими моделями обуви наклон таза и боковое отклонение ( $p < 0,05$ ) достоверно различались. Во время ходьбы обе модели обуви оказывали значительное влияние на позвоночник и таз

( $p < 0,05$ ), однако между моделями были обнаружены лишь незначительные различия. Все параметры походки были изменены больше при ношении обуви Ortho-Wedge. Длина шага была значительно больше при ношении Relief Dual ( $p < 0,005$ ).



**Рисунок. 11** Традиционная обувь Ortho-Wedge с отрицательным клином (левое изображение); разгрузочная обувь для передней части стопы «Relief Dual®», содержащая многослойную систему подошвы (правое изображение).

Авторы сделали вывод, что обувь для разгрузки передней части стопы приводит к значительным изменениям положения таза и позвоночника во время стояния и при ходьбе. Поэтому рекомендуется использовать компенсирующий башмак на противоположной стороне. Однако на параметры походки больше повлияла традиционная обувь Ortho-Wedge. Конструкция и форма подошвы Relief Dual обеспечивают более физиологичный перекал стопы [32].

### Выводы.

Проведенный анализ литературных данных говорит о неоднородности и несогласованности выбора послеоперационной обуви в практической медицине. Исследования на здоровых добровольцах в своем большинстве говорят о большей эффективности в снижении давления под передним отделом стопы обуви с обратным наклоном подошвы. Однако, внимание уделяется не только наклону подошвы, но и толщине подошвы в передней части, а именно уровню, на котором заканчивается контакт подошвы с поверхностью опоры. Т.е. насколько передний отдел стопы находится в «подвешенном» состоянии над поверхностью. Особенно тщательное внимание этому уделялось в исследованиях с 1990 г по 2010 г. В противовес этому научные работы более поздних лет сравнивают модели обуви с обратным наклоном подошвы и с ригидной плоской подошвой или с плоской подошвой и наклонной стелькой. При этом исследования проводятся как на здоровых добровольцах, так и имеют клинический характер. Обоснование к этому могут служить данные научных изысканий, полученные путем испытаний на трупных моделях. А именно, исследование пикового давления при котором происходит разрушение прочности фиксации тех или иных видов остеотомий 1-й плюсневой кости. Итогом немногочисленных клинических исследований явилось отсутствие разницы в исходах операций у пациентов, носивших обувь с обратным наклоном подошвы или плоскую ригидную обувь.

Доказано, что обувь с наклонной подошвой влияет на дискомфорт и боль в спине и менее удобна. Имеются данные, что, изменяя наклон таза обувь влияет на походку испытуемого.

Учитывая, что на рынке послеоперационной обуви широко распространены модели с обратным наклоном подошвы и на плоской подошве, можно утверждать, что это говорит одновременно об ограниченности выбора, а также эффективности и терапевтической достаточности именно подобных типов обуви. Мнения хирургов, оперирующих деформации переднего отдела стопы неоднородны, четких правил в выборе модели обуви и сроках реабилитации в ней нет.

Большинство пациентов адаптируются к дизайну обуви с обратным наклоном подошвы и справятся с ним, хотя возникает вопрос - необходим ли дизайн обуви с обратным наклоном подошвы вообще?

Крайне мало исследований посвящено исследованию параметров походки в послеоперационной обуви и после ее использования. Не изучено влияние обуви на суставы нижних конечностей, положение таза, корпуса.

Тема выбора послеоперационной обуви требует не только дискуссии, но и дальнейшего научного поиска.

### Список литературы / References:

1. Распутин Д.А. Хирургическое лечение и послеоперационное ведение больных с поперечной распластанностью стопы. Журнал: Наука и инновации в медицине 2017;3(7):55-57 [Rasputin D.A. Surgical treatment and postoperative management of patients with transverse foot splay. Journal: Science and Innovations in Medicine 2017;3(7):55-57].
2. Д. В. Ильченко, А. С. Карандин, А. А. Карданов, А. В. Королев. Современное состояние проблемы реабилитации после оперативного лечения деформаций первого луча стопы (обзор литературы). Московский хирургический журнал 2016;1(47):26-29 [D. V. Il'chenko, A. S. Karandin, A. A. Kardanov, A. V. Korolev. The current state of the problem of rehabilitation after surgical treatment of deformities of the first ray of the foot (literature review). Moscow Surgical Journal 2016;1(47):26-29]
3. Nyska, M., McCabe, C., Linge, K., Laing, P., & Klenerman, L. Effect of the shoe on plantar foot pressures. Acta Orthopaedica Scandinavica, 1995;1(66):53-56. doi:10.3109/17453679508994640
4. Hessert, M. J., Vyas, M., Leach, J., Hu, K., Lipsitz, L. A., & Novak, V. Foot pressure distribution during walking in young and old adults. BMC Geriatrics, 2005;1(5). doi:10.1186/1471-2318-5-8
5. Бережной С. Ю. Чрескожные операции в лечении статических деформаций переднего отдела стопы. Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Москва 2014. 299 с. [Berzhoi S. Y. Percutaneous operations in the treatment of static deformities of the forefoot. Dissertation for the degree of Doctor of Medical Sciences. Moscow 2014. 299 p.]
6. Bauer, T., de Lavigne, C., Biau, D., De Prado, M., Isham, S., & Laffénètre, O. Percutaneous Hallux Valgus Surgery: A Prospective Multicenter Study of 189 Cases. Orthopedic Clinics of North America, 2009;4(40):505-514. doi:10.1016/j.ocl.2009.05.002

7. Barouk, L. S., & Barouk, P. The Scarf first metatarsal osteotomy in the correction of hallux valgus deformity. *Interactive Surgery*, 2007;1(2):2–11. doi:10.1007/s11610-007-0023-9
8. Barouk L.S. *Forefoot Reconstruction*. 2nd ed. Paris: Springer-Verlag, 2005. 388 p.
9. Barouk L.S. Scarf osteotomy for hallux valgus correction. Local anatomy, surgical technique and combination with other forefoot procedures // *Foot Ankle Clin*. 2000; 3(5):55-58.
10. P.B. Прянишников, В.Е. Воловик, А.Г. Рыков. Современный подход к лечению приобретенных статических деформаций стоп. *Здравоохранение дальнего востока*. 2016;3(69):66-69 [R.V. Pryanishnikov, V.E. Volovik, A.G. Rykov. A modern approach to the treatment of acquired static deformities of the feet. *Healthcare of the Far East*. 2016;3(69):66-69]
11. Ежов М.Ю. Особенности мини-инвазивной коррекции первого луча стопы при лечении пациентов с hallux valgus. *Современные проблемы науки и образования*. 2013;3:109 [Ezhov M.Yu. Features of mini-invasive correction of the first ray of the foot in the treatment of patients with hallux valgus. *Modern problems of science and education*. 2013;3:109]
12. W. Graff. Resumption of immediate full support after Scarf osteotomy of the first metatarsal: prospective study of 224 cases. *AFCP, Marseille* 2003.
13. Basile, P., Cook, E. A., & Cook, J. J. Immediate Weight Bearing Following Modified Lapidus Arthrodesis. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 2010;5(49):459–464. doi: 10.1053/j.jfas.2010.06.003
14. Blitz, N. M. Early Weightbearing of the Lapidus Bunionectomy. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 2012;3(29):367–381. doi: 10.1016/j.cpm.2012.04.009
15. Douglas J. Glod, DPM, FACFAS1 Patrick Fettingner, DPM2 Robert W. Gibbons, DPM, FACFAS; A Comparison of Weightbearing Pressures in Various Postoperative Devices, *The Journal of Foot and Ankle Surgery* 1996;2(35):149-154.
16. Eric Fuller, DPM, Stephen Schroeder, BS, Jenifer Edwards, BS. Reduction of Peak Pressure on the Forefoot with a Rigid RockerBottom Postoperative Shoe. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 2001;10(91):501-507.
17. P. Bause, H. Schmieg, E. G. Suren. The Heilbronn roll-off shoe. A novel forefoot strain-minimizing orthosis based on biomechanical principles. *Orthopedic surgeon*, Springer-Verlag 2001;30:251-255.
18. T. Lorei, H. Klärner, D. Rosenbaum. Influence of Postoperative Shoes on Plantar Pressure Patterns. *Z Orthop* 2006;144:153–157. doi: 10.1055/s-2006-921572
19. A. Notni R. A. Fuhrmann. Plantar Pressure Distribution in Forefoot Relief Orthese. *Z. Orthop*. 1999;137:280-283.
20. Reinhard Schuh, Hans-Joerg Trnka, Anton Sabo, Martin Reichel, Karl-Heinz Kristen. Biomechanics of postoperative shoes: plantar pressure distribution, wearing characteristics and design criteria: a preliminary study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2011;131:197–203 doi: 10.1007/s00402-010-1127-y
21. P.-A. Deleu, T. Leemrijse, B. Vandeleene, P. Maldague, B. Devos Bevernage. Plantar pressure relief using a forefoot offloading shoe. *Foot and Ankle Surgery* 2010;16:178–182.
22. Sasanka Sekhar Sarmah, Fahad Siddique Hossain and Viren Mishra. Effectiveness of the Reverse Camber Shoe in Postoperative Hallux Valgus Surgery. *Foot Ankle Spec* 2012;5:245. doi: 10.1177/1938640012451314
23. Joanne S. Paton, Katherine Thomason, Karl Trimble, James E. Metcalfe, Jonathan Marsden. Effect of a Forefoot Off-loading Postoperative Shoe on Muscle Activity, Posture, and Static Balance. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2013;1(103):36-42.
24. Paolo Caravaggi, Alessia Giangrande, Lisa Berti, Giada Lullini and Alberto Leardini. Pedobarographic and kinematic analysis in the functional evaluation of two post-operative forefoot offloading shoes *Journal of Foot and Ankle Research* 2015;8:59 doi: 10.1186/s13047-015-0116-
25. Shelain Patel, Parag Garg, M. Ali Fazal, Muhammad S. Shahid, Derek H. Park, Pinak S. Ray. A Comparison of Two Designs of Postoperative Shoe on Function, Satisfaction, and Back Pain After Hallux Valgus Surgery. *FRCS (Tr&Orth. Foot & Ankle Specialist*. 2018;10(20):1-5 doi: 10.1177/1938640018782608.
26. Trnka HJ, Parks BG, Ivanic G, et al. Six first metatarsal shaft osteotomies: mechanical and immobilization comparisons. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;381:256-265.
27. Paul M.C. Dearden, Robbie I. Ray, Peter W. Robinson, Caroline R. Varrall, Thomas J. Goff, Karren A. Fogarty, Andrew P. Wines. Clinical and Radiological Outcomes of Forefoot Offloading Versus Rigid Flat Shoes in Patients Undergoing Surgery of the First Ray. *Foot & Ankle International*. 2019;0(00):1-6 doi: 10.1177/1071100719858621
28. Ester Navarro-Canoa, Kerbi Alejandro Guevara-Noriegab, Gustavo Lucar-Lopez, Francisco Reinac, Ana Carrerac. A comparison of two designs of postoperative shoe for hallux valgus surgery: A biomechanical study in a cadaveric model. *Foot and Ankle Surgery*. 2020;1422:1-5. doi: 10.1016/j.fas.2020.02.010 1268-7731
29. Annette Eidmann, Wiebke Vinke, Axel Jakuscheit, Maximilian Rudert, Ioannis Stratos. The influence of partial weight bearing on plantar peak forces using three different types of postoperative shoes. *Foot Ankle Surg* 2022;28(8):1384-1388. doi: 10.1016/j.fas.2022.07.007
30. Carl, H.-D., Pfander, D., & Swoboda, B. Assessment of Plantar Pressure in Forefoot Relief Shoes of Different Designs. *Foot & Ankle International*, 2006;27(2):117–120. doi:10.1177/107110070602700208
31. Fuchs, M. C. H. W., Hermans, M. M. N., Kars, H. J. J., Hendriks, J. G. E., & van der Steen, M. C. Plantar pressure distribution and wearing characteristics of three forefoot offloading shoes in healthy adult subjects. *The Foot*. 2020;45:101744. doi:10.1016/j.foot.2020.101744
32. Michalik, R., Siebers, H., Claßen, T., Gatz, M., Rohof, B., Eschweiler, J., Betsch, M. Comparison of two different designs of forefoot off-loader shoes and their influence on gait and spinal posture. *Gait Posture*. 2019;69:202-208. doi:10.1016/j.gaitpost.2019.02.007

#### Информация об авторах:

**Гуреев Павел Геннадьевич** – аспирант кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России, 414000, Астрахань, ул. Бакинская, 121, Россия; врач травматолог-ортопед, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Астраханской области Городская Клиническая



Больница №3, им.С.М. Кирова, 414038, Астрахань, ул. Хибинская 2, Россия, e-mail paulgureev@gmail.com

**Дианов Сергей Вячеславович** – доцент, д.м.н., заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России, 414000, Астрахань, ул. Бакинская, 121, Россия, e-mail sdianov@mail.ru

**Автор, ответственный за переписку:** Гуреев Павел Геннадьевич

#### Information about authors:

**Pavel G. Gureev** – postgraduate at the Department of Traumatology and Orthopedics of the Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 121 Bakinskaya str., Astrakhan, 414000, Russia; Orthopedic surgeon, State Budgetary Healthcare Institution of the Astrakhan region City Clinical Hospital No. 3, named after S. M. Kirov, 2 Khibinskaya str., Astrakhan, 414038, Russia. e-mail paulgureev@gmail.com

**Sergey V. Dianov** – MD, Associate Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics of the Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 121 Bakinskaya str., Astrakhan, 414000, Russia. E-mail: sdianov@mail.ru, e-mail sdianov@mail.ru

**Corresponding author:** Pavel G. Gureev

<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-73-83>

УДК 617-089.844

© В.Ю. Мuryлев, В.Г. Германов, Н.Е. Ерохин, Г.А. Куковенко, С.С. Алексеев, П.М. Елизаров, А.Г. Жучков, А.В. Музыченков, 2023

Обзор литературы / Literature review



## ОДНОМЫШЦЕЛКОВОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ (МЕДИАЛЬНОГО ОТДЕЛА) КОЛЕННОГО СУСТАВА И ЕГО МЕСТО В СОВРЕМЕННОСТИ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

**В.Ю. МУРЫЛЕВ<sup>1,2</sup>, В.Г. GERMANOV<sup>1</sup>, Н.Е. ЕРОХИН<sup>1,2</sup>, Г.А. КУКОВЕНКО<sup>1,2</sup>, С.С. АЛЕКСЕЕВ<sup>2</sup>, П.М. ЕЛИЗАРОВ<sup>1,2</sup>, А.Г. ЖУЧКОВ<sup>2</sup>, А.В. МУЗЫЧЕНКОВ<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

<sup>2</sup> ГБУЗ Городская клиническая больница имени С.П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы, 125284, Москва, Россия

### Аннотация

**Введение.** Одномышцелковое эндопротезирование коленного сустава (ОЭКС, оно же ОМ ЭП) на протяжении многих лет занимает ведущее место в структуре парциального эндопротезирования (ПЭКС), являясь хирургическим методом лечения изолированно пораженного отдела коленного сустава у пациентов, обратившихся за медицинской помощью на более ранних стадиях заболевания остеоартрозом (ОА). Парциальное эндопротезирование возвращает себе былую популярность и интерес со стороны многих оперирующих врачей пользуясь неотъемлемыми преимуществами, которые позволяют восстановить непосредственно поврежденный компартмент и сохранить нормальную анатомию коленного сустава в интактных отделах, что улучшает прогноз таких пациентов и демонстрирует хорошие среднесрочные и долгосрочные результаты.

**Материалы и методы.** В обзоре литературы собрана информация, как о современных тенденциях и векторах развития ОЭКС, так и освещена история становления и развития одного из методов парциального эндопротезирования коленного сустава. Цель обзора – на основании анализа отечественной и зарубежной литературы рассмотреть и представить современные данные об одномышцелковом эндопротезировании медиального отдела коленного сустава. В ходе работы было проанализировано более 25000 статей из отечественных и зарубежных баз данных научного цитирования.

**Обсуждение и выводы.** Частичная артропластика претерпела много изменений, модификаций и преобразований, которые коснулись, как технического усовершенствования конструкций и хирургического инструмента, так и переосмысления роли и значимости парциального эндопротезирования в современном времени, что позволило добиться хороших клинических результатов и удовлетворенности пациентов. В этом обзоре проведен анализ публикаций, собрана информация об этапах развития и становления этого метода хирургического лечения, хотя сохраняется консерватизм взглядов и противоречивость мнений о концепции ОЭКС, что демонстрирует сохраняющийся интерес и актуальность частичной артропластики и в настоящее время.

**Ключевые слова:** эндопротезирование коленного сустава, одномышцелковое эндопротезирование, парциальное эндопротезирование.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Мuryлев В.Ю., Германов В.Г., Ерохин Н.Е., Куковенко Г.А., Алексеев С.С., Жучков А.Г., ОДНОМЫШЦЕЛКОВОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ (МЕДИАЛЬНОГО ОТДЕЛА) КОЛЕННОГО СУСТАВА И ЕГО МЕСТО В СОВРЕМЕННОСТИ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР). *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 2(52). С. 73–83 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-73-83>

## UNICOMPARTMENTAL KNEE ARTHROPLASTY AND ITS PLACE IN MODERNITY (LITERATURE REVIEW)

**VALERY YU. MURYLEV<sup>1,2</sup>, VALERY G. GERMANOV<sup>1</sup>, NIKOLAY E. EROKHIN<sup>1,2</sup>, GRIGORY A. KUKOVENKO<sup>1,2</sup>, SEMEN S. ALEKSEEV<sup>2</sup>, PAVEL M. ELIZAROV<sup>1,2</sup>, ALEXANDER G. ZHUCHKOV<sup>2</sup>, ALEKSEY V. MUZYCHENKOV<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the

<sup>2</sup> Russia (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia  
Botkin Hospital, 125894, Moscow, Russia

**Abstract**

**Introduction.** For many years, unicompartmental knee arthroplasty (UKA) has occupied a leading place in the structure of partial arthroplasty, being a surgical method of treating an isolated affected part of the knee joint in patients who sought medical help at earlier stages of osteoarthritis (OA). Partial arthroplasty regains its former popularity and interest on the part of many operating doctors, taking advantage of the inherent advantages that allow you to restore the directly damaged compartment and preserve the normal anatomy of the knee joint in intact departments, which improves the prognosis of such patients and demonstrates good medium- and long-term results.

**Materials and methods.** The literature review contains information on both current trends and vectors of ACS development, and also highlights the history of the formation and development of one of the methods of partial knee replacement. The purpose of the review is based on the analysis of domestic and foreign literature to review and present up-to-date data on the arthroplasty of the medial knee joint with one condyle. In the course of the work, more than 25,000 articles from domestic and foreign scientific citation databases were analyzed.

**Discussion and conclusions.** Partial arthroplasty has undergone many changes, modifications and transformations, which have affected both the technical improvement of structures and surgical instruments, and the rethinking of the role and significance of partial arthroplasty in modern times, which has allowed to achieve good clinical results and patient satisfaction. This review analyzes publications, collects information about the stages of development and formation of this method of surgical treatment, although conservatism of views and contradictory opinions about the concept of UKA remain, which demonstrates the continuing interest and relevance of partial arthroplasty at the present time.

**Keywords:** knee replacement, unicompartmental knee arthroplasty, partial knee replacement

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

**Funding:** the study had no sponsorship

**For citation:** Murylev V.Y., Germanov V.G., Erokhin N.E., Kukovenko G.A., Alekseev S.S., Zhuchkov A.G., UNICOMPARTMENTAL KNEE ARTHROPLASTY AND ITS PLACE IN MODERNITY (LITERATURE REVIEW). *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023. № 2. pp. 73–83 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-73-83>

**Введение**

Активный образ жизни и стремление его продлить, как можно дольше, а также способность поддерживать уровень физической активности на достаточно высоком уровне даже несмотря на преклонный возраст – является неотъемлемой частью комфортной жизни многих современных людей пожилого возраста. Различные жалобы на боль в коленных суставах и ограничение движений, которые чаще всего вызваны остеоартрозом (ОА), способны повлиять на качество жизни, нанести ущерб мобильности и понизить уровень самообслуживания возрастных пациентов. В своем исследовании L. Murphy с соавторами показывают, что каждый год у 6% популяции появляются симптомы болей в коленных суставах, а пожилые люди старше 75 лет подвергаются еще большему риску развития ОА [1]. А с 2010 по 2020 годы в Российской Федерации по данным статистики, которую приводит Н.Г. Кашеварова, отмечается более чем двухкратное увеличение количества людей, суставы которых поражены ОА [2].

Остеоартроз коленного сустава (гонартроз), в подавляющем большинстве случаев, требует комплексного подхода в лечении с применением различных схем и алгоритмов, направленных на купирование болевого синдрома и улучшение движений в суставе. Влиять и лечить ОА можно разными методами и способами, такими как немедикаментозные процедуры и воздействия, используется широкий спектр лекарственных препаратов, а в терминальных стадиях применяется хирургическое лечение [3,4].

Гонартроз с преимущественным поражением одного из отделов коленного сустава на сегодняшний день поддается

нескольким вариантам оперативного лечения, таким как артроскопическая санация, отличающаяся своей малоинвазивностью. Применяются более радикальные хирургические техники – корригирующие околоуставные остеотомии (высокие тиббиальные остеотомии) [5] и различные виды артропластики, к которым относятся парциальное эндопротезирование коленного сустава (ПЭКС), а при полном дегенеративном поражении коленного сустава — тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС). Эффективность применения корригирующих остеотомий в большинстве случаев зависит от процентного соотношения и степени поражения коленного сустава ОА, поэтому несмотря на неплохие демонстрирующиеся долгосрочные результаты, показания к ним ограничены. В своей работе Н.А. Zuiderbaan [6] отмечает, что более широкий спектр показаний к операции, хорошие функциональные результаты и данные послеоперационной выживаемости компонентов эндопротеза привели к увеличению использования одномыщелкового эндопротезирования коленного сустава (ОЭКС), в то время как использование остеотомий у пациентов с изолированным остеоартрозом медиального отдела снижается. W.B. Smith с соавторами [7] в своем исследовании показал, что наибольшая эффективность и лучший клинический результат достигается при выполнении остеотомий проксимального отдела бедренной кости у молодых пациентов, в то время как ОЭКС медиального отдела предпочтительнее для пожилых пациентов.

Общепризнанным методом выбора лечения и купирования болевого синдрома, а также восстановления функции коленного сустава у больных с терминальной стадией ОА является эндопротезирование коленного сустава. В настоящее время широкое применение и использование получили методики

как тотального, так и парциального эндопротезирования коленного сустава, частью которого является одномышечковое. Метаанализ данных 14076 пациентов из национального регистра эндопротезирования Англии и Уэльса в 2015 г. показал значительно превосходящие результаты парциального эндопротезирования коленного сустава по сравнению с тотальным. Эти результаты подтверждаются анализом шкал-опросников, а также отдельной оценкой таких показателей, как способность самостоятельного обслуживания, независимость от посторонней помощи в домашней работе. 298 пациентов продемонстрировали способность вернуться к занятиям спортом, отметили уменьшение тревожности в общем психоэмоциональном состоянии, а также снижение дискомфорта в прооперированном коленном суставе, что позволило с течением времени достичь феномена «забытого колена» [8,9].

**Цель** – проанализировать данные отечественной и зарубежной литературы для определения роли одномышечкового эндопротезирования медиального отдела коленного сустава.

#### Материалы и методы

Поиск публикаций проводился по электронным медицинским базам данных NCBI, PubMed, eLIBRARY по ключевым словам «эндопротезирование коленного сустава», «одномышечковое эндопротезирование», «парциальное эндопротезирование». Предпочтение отдавалось научным

публикациям за последние 10 лет, которые находятся в открытом доступе.

Критерии включения:

- статьи на английском или русском языке;
- наличие полного текста статьи с указанием количественных и качественных данных.

Критерии исключения:

- не полнотекстовые публикации, клинические случаи, неопубликованные работы, тезисы;
- исследования, имеющие признаки дублирования (схожий протокол исследования, группы и число пациентов и др.); в случае обнаружения дублирующих статей выбирали более позднюю по дате публикации;
- исследования с малым количеством клинических наблюдений (менее 10), сроком наблюдения менее 6 мес.

Поисковый запрос на русском языке выполняли, по ключевым словам: «эндопротезирование коленного сустава», «одномышечковое эндопротезирование», «парциальное эндопротезирование». Для поиска в зарубежных источниках использовали ключевые словосочетания: «knee replacement», «unicompartmental knee arthroplasty», «partial knee replacement».

Полные тексты статей были оценены на предмет их пригодности для включения в систематический обзор. Из рассмотренных в ходе анализа публикаций были отобраны наиболее релевантные источники, указанные в списке литературы.

Процесс отбора статей для анализа представлен на рисунке 1.

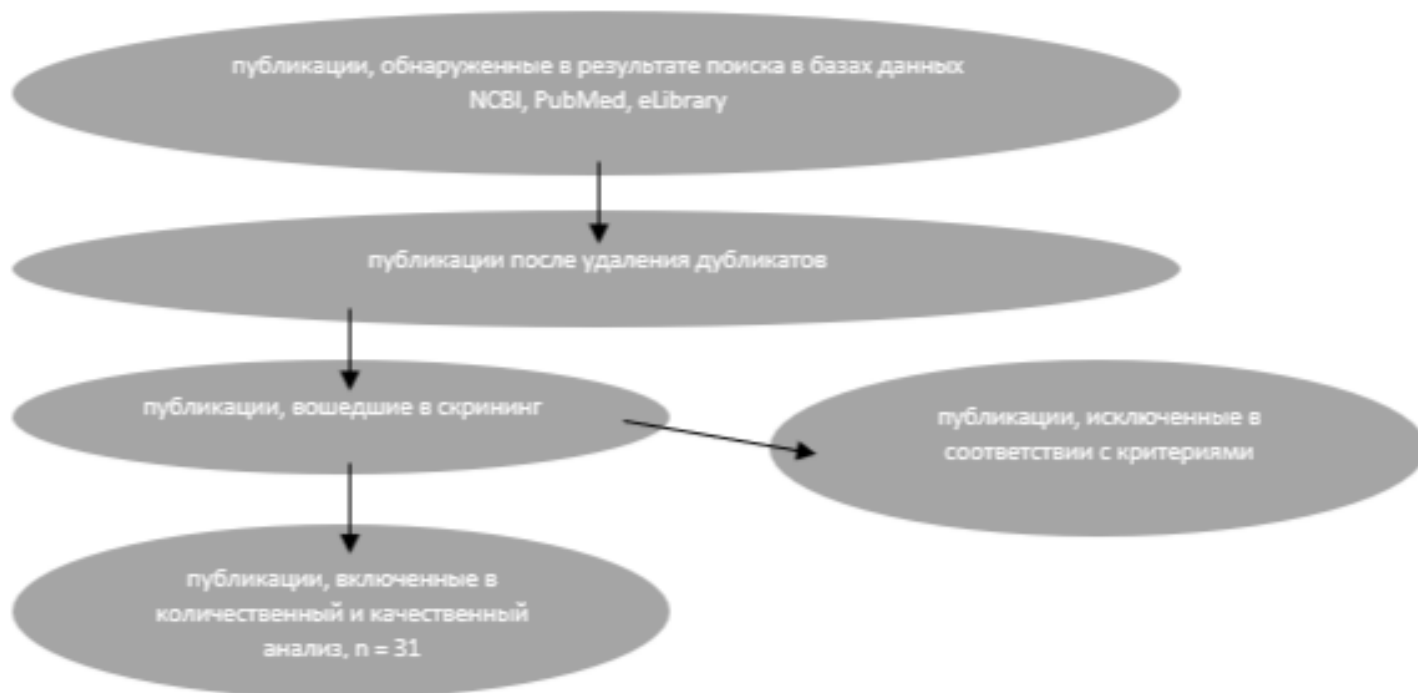


Рис. 1. Блок-схема отбора публикаций

### История одномыщелкового эндопротезирования коленного сустава.

Популярность, распространение и широкое применение парциальное эндопротезирование (ПЭКС) коленного сустава приобрело не сразу, а претерпело неоднократные изменения конструкций, биомеханики и хирургической техники, что позволяет охарактеризовать кривую эволюции ПЭКС волнообразной, приобретающей новые и новые особенности и модификации. История частичной замены поврежденного отдела коленного сустава начинается еще в середине прошлого века. Так в своих работах от 1940 г. Campbell и Boyd, а затем и в 1942 г. Smith-Petersen предложили использовать для замещения мыщелков бедра колпачковые металлические однополюсные эндопротезы, а в 1950 г. O.Marquardt продемонстрировал имплантат для одного из мыщелков большеберцовой кости [10]. Эти хирургические вмешательства сопровождались неудовлетворительными результатами из-за выраженного болевого синдрома в послеоперационном периоде, вследствие асептического расшатывания конструкций.

Первым упоминанием в истории о частичной замене одного отдела коленного сустава является операция, проведенная в 1954 году, которую выполнили D.L. MacIntosh and G.A. Hunter. [11] В своей работе MacIntosh с соавторами описывает операцию по замене наружного отдела коленного сустава акриловым эндопротезом (имплантом) у пациентки с ревматоидным артритом и вальгусной деформацией ноги, что позволило изменить ось конечности и дать натяжение медиальной коллатеральной связке. На момент операции пациентке было семьдесят три года, выполненное оперативное пособие позволило убрать болевой синдром, добиться кинематического выравнивания оси нижней конечности и смогло прослужить в течение двенадцати лет. В дальнейшем от акриловых эндопротезов коленного сустава было принято решение отказаться.

Другие упоминания парциального эндопротезирования можно найти в работах американского ученого D.C. McKeever. В 1960 году в своих исследованиях и разработках он предложил улучшенный эндопротез тибияльного плато, который он использовал у 40 пациентов. Однополюсный большеберцовый компонент эндопротеза, который он применял, был модифицирован Т-образным килем для улучшения фиксации, что позволило развить функциональный результат операции, проблема асептического расшатывания осталась не решенной в среднесрочной перспективе [12].

Первые модульные одномыщелковые эндопротезы коленного сустава были разработаны в конце 1960-х начале 1970-х годов. Можно найти многочисленные упоминания похожих конструкций, целью которых была парциальная замена отдела коленного сустава.

В 1969–1971 годах в больнице St Georg в Гамбурге Vuchholz разработал свою модель эндопротеза, которая была способна заместить один отдел коленного сустава. Имплант состоял из

двояковыпуклого металлического бедренного компонента и плоского тибияльного плато из полиэтилена высокой плотности. Об этом повествует J. Mackinnon с соавторами в своем исследовании, где рассказывается о 100 пациентах, которым выполнили 115 операций и установили этот эндопротез, из которых 86% пациентов остались удовлетворенным клиническими результатами. Ученые повествуют, что не обнаружили статистически значимой разницы между полом пациентов или между эндопротезированием медиального и латерального отделов [13]. N.J. Olsen с соавторами [14], а также E. Engelbrecht приводят аналогичные удовлетворительные результаты использования эндопротеза этой конструкции [15].

В исследовании N.E. Shaw и R.K. Chatterjee можно найти упоминание еще одной конструкции (Manchester knee в 1971 году), при помощи которой выполнялось парциальное эндопротезирование коленного сустава. Этот эндопротез представлял собой одномоментную установку на оба мыщелка бедренной кости серповидных суставных поверхностей, которые скользили по двум разным не сообщающимся тибияльным плато. Такая артропластика позволяла оставить нетронутым связочный баланс коленного сустава, и изменить натяжение коллатеральных связок путем варьирования толщины медального и латерального большеберцовых компонентов. Отличные и хорошие результаты получены по результатам пятидесяти одной операции у 85,4% [16].

Примерно в одно время, а именно в 1972 году, об эндопротезе похожей конструкции и клиническом опыте его применения у 32 пациентов рассказывает L.Marmor в своем исследовании [17]. В его работе описаны пациенты, которым он выполнил замену только внутреннего отдела коленного сустава, а также пациенты, которым выполнена замена медального и латерального отделов коленного сустава. В полиэтиленовом большеберцовом компоненте не было углубления/вырезки, что позволяло выполнять ротационные движения.

В 1971 году F.H. Gunston представил концепцию эндопротеза у которого пораженные суставные поверхности мыщелков бедренной кости и плато большеберцовой кости замещаются отдельными протезами-имплантатами, фиксируемыми цементом. Боковые и крестообразные связки сохраняют для обеспечения стабильности сустава [18].

На основе изобретения F.H. Gunston в 1972 году в Ливерпуле M.E. Savendish и J.T.Wright усовершенствовали бимыщелковый протез, который имплантировался через два небольших разреза, как для менискэктомии, расположенные по обе стороны от надколенника. В обеих конструкциях тибияльное плато было изготовлено из полиэтилена высокой плотности и фиксировалось на костном цементе [19]. Данные о 89% семилетней выживаемости второго поколения ливерпульского эндопротеза представлены в работе S.J. Walker с соавторами. [20].

В истории развития и совершенствования ПЭКС можно найти разные этапы становления и эволюции. В литературе можно найти данные, подтверждающие создание двухкомпо-

нентного протеза путем соединения сначала двух бедренных одномышечковых компонентов, а потом и присоединения двух большеберцовых [21], который в дальнейшем был преобразован в трёхкомпонентную конструкцию, где применялось эндопротезирование надколенника. 1974 год ознаменован успешным введением и применением несвязанного тотального мышечкового эндопротеза, у которого бедренный компонент был металлический, а большеберцовый – из высокомолекулярного полиэтилена, фиксированные к костной ткани при помощи полиметилметакрилата [22].

Одномышечковый эндопротез модели Oxford впервые был использован в 1982 году, а в 1987 году были внесены коррективы и доработана модель, которая была представлена в 1998 году. По данным регистров эндопротезирования разных стран ОЭКС медиального отдела эндопротезом Oxford phase III цементной фиксации с подвижным скользящим полиэтиленовым вкладышем является одной из самых популярных моделей частичной артропластики коленного сустава.

#### **Структура одномышечкового эндопротезирования и критерии отбора пациентов.**

По данным шведского регистра эндопротезирования: можно отметить положительную ежегодную тенденцию на протяжении с 2014 по 2019 годы, как возобновляется популярность и увеличивается количество выполняемых первичных операций парциального эндопротезирования по отношению к общему числу операций первичного тотального эндопротезирования. Количество ОЭКС медиального отдела составляет 10,5%. Самыми популярными по количеству операций парциального эндопротезирования являются ОЭКС медиального отдела 10,5% и ОЭКС латерального отдела 0,4%, составляющие от общего числа выполненных тотальных первичных артропластик коленного сустава. После многолетнего снижения использование ОЭКС увеличилось с 2014 года и в 2019 году составило 10,8% первичных артропластик коленного сустава. Самой популярной моделью устанавливаемых имплантов для парциальной артропластики в процентном соотношении от общего числа является эндопротез фирмы Zimmer Biomet модель Oxford phase III, что составило 69%. В подавляющем большинстве случаев используется эндопротез модели Oxford цементной фиксации [23].

По данным австралийского регистра число первичного парциального эндопротезирования составляет 7,6% от количества операций первичного тотального эндопротезирования. В данном регистре выделяют 5 категорий или разновидностей парциального эндопротезирования в зависимости от типов использованных имплантов. Самым распространенным, занимающим первое место, является одномышечковое эндопротезирование коленного сустава, что составляет 92,8% от числа всех операций первичного парциального эндопротезирования (ПЭКС). На втором месте располагается эндопротезирование

пателлофemorального отдела коленного сустава 6,6%, включающее в себя замену надколенника и/или замену межмыщелкового возвышения бедренной кости, направленную на лечение пателлофemorального артроза. Одномышечковый эндопротез модели Oxford phase III на протяжении последних 4 лет, 2017 по 2020гг., является одним из трех наиболее часто используемых протезов [24].

ОЭКС медиального отдела является самым популярным вариантом хирургического лечения переднемедиального остеоартроза коленного сустава [25]. На протяжении многих лет становления и развития методики одномышечкового эндопротезирования неоднократно претерпевали изменения показания и противопоказания этой хирургической техники.

Отбор пациентов для выполнения ОЭКС медиального отдела осуществляется по следующим критериям, которые можно найти в разнообразных классификациях: OA коленного сустава I–II ст. по классификации Н.С. Косинской (1961) [26], IV–V ст. по классификации Ahlbäck (1968) [27]; III–IV ст. по классификации Kellgren — Lawrence (1963) [28–29] с преимущественным поражением переднемедиального отдела. Так же к показаниям для выбора данной хирургической тактики лечения OA являются: выраженное истончение хряща в переднемедиальном отделе внутреннего мыщелка большеберцовой кости, интактность связочного аппарата коленного сустава, при удовлетворительном состоянии контралатерального отдела. Перед началом проведения ОЭКС оценивается объем движений в коленном суставе, его способность и возможность полного разгибания, а также исключаются пациенты со сгибательными контрактурами более 10° и варусной деформации более 10°.

Парциальное эндопротезирование коленного сустава (ПЭКС) в отличие от тотального эндопротезирования преследует собой цель частичной замены исключительно поврежденного отдела коленного сустава на более ранних сроках, что позволяет сохранить больший объем «нативной» костной ткани и природный связочный баланс (анатомические связки коленного сустава), а ОЭКС позволяет восстановить нормальную кинематику и функцию коленного сустава при деформирующим остеоартрозе (ДОА), поражающем структуры медиального или латерального отдела коленного сустава.

К противопоказаниям для применения хирургической методики ОЭКС медиального отдела коленного сустава можно отнести такие, как одномоментное поражение нескольких отделов коленного сустава, стойкое ограничение двигательной функции, а именно выраженная сгибательная или разгибательная контрактуры коленного сустава. Неудовлетворительным получится результат частичного эндопротезирования при нестабильности и наличии повреждений связочного аппарата коленного сустава, а также неблагоприятный исход ожидается при некупируемом инфекционном процессе или при другом декомпенсированном хроническом заболевании.

В работах отечественных ученых можно найти подтверждение того, что спектр показаний к выполнению частичной

артропластики с течением времени расширяется, хирургическая техника совершенствуется, что позволяет более успешно применять этот метод оперативного лечения. Прослеживается тенденция к увеличению количества выполняемых одномыщелковых эндопротезирований в год, демонстрируются хорошие среднесрочные результаты и выживаемость имплантов, при небольшом проценте осложнений. Подтверждение этого можно найти в опросах и данных различных оценочных шкал, при помощи которых выражалось мнением пациентов, удовлетворенных проведенным лечением, благодаря функциональному восстановлению и улучшению качества жизни [30-32].

Несмотря на вышесказанное А.С. Филь с соавторами демонстрирует результаты интересного исследования, что 54% отечественных ортопедов крупного центра, где постоянно выполняют операции по эндопротезированию коленного сустава, зная все известные преимущества метода хирургического лечения пациентов с поражением только одного отдела сустава, не считают ОЭКС рациональнее, чем ТЭКС и игнорируют его [33].

#### **ТЭКС или ОЭКС? Сравнение функциональных результатов.**

На протяжении всей истории развития ПЭКС многие ученые сравнивают ОЭКС и первичное ТЭКС, что привело к совершенствованию конструкций ОЭКС, как следствие улучшению клинических результатов, и более тщательному подбору пациентов.

Н.А. Zuiderbaan с соавторами продемонстрировал результаты 130 пациентов, разделенных на две группы, из которых 65 пациентам выполнено ОЭКС медиального отдела, а другим 65 — ТЭКС. Сравнение проводилось по «шкале забытого сустава» (Forgotten Joint Score (FJS)). Сравнительный анализ показал, что результаты, средний показатель и большее количество набранных баллов по шкале FJS в группе пациентов с ОЭКС медиального отдела через 1 год после операции значительно выше, чем в группе пациентов после первичного ТЭКС. Аналогичная тенденция и значительная разница показателей опросника FJS сохранялись и при контрольном 2-летнем наблюдении в пользу группы пациентов после ОЭКС [34].

Группа авторов во главе с А. V. Wiik сравнила и сделала выводы касаемые максимальной скорости ходьбы после ОЭКС и ТЭКС. Пациентов разделили на две группы по 23 человека, каждая из которых была максимально сопоставима по антропометрическим показателям, ИМТ и клинорентгенологической картине. Для сравнения использовались еще две группы: в первую входили 14 еще не оперированных пациентов с остеоартрозом коленного сустава, во вторую — 14 нормальных контрольных пациентов без заболеваний опорно-двигательного аппарата. Оказалось, что через 12 месяцев и более с момента операции, пациенты с ТЭКС шли значительно быстрее, чем пациенты с гонартрозом до операции, а пациенты после ОЭКС шли на 10% быстрее, чем пациенты после ТЭКС, хотя и не так быстро,

как в контрольной группе. Приведены данные, что длина шага была на 5% больше, а время стояния на 7% короче после ОЭКС — и то, и другое было намного ближе к норме, чем при ТЭКС. ОЭКС медиального отдела обеспечивает нормальную походку через год после операции в отличие от ТЭКС [35].

В перекрестном исследовании B. Friesenbichler с соавторами представлены данные 18 пациентов с ОЭКС, 18 пациентов с ТЭКС и 18 здоровых лиц из контрольной группы. Пациенты с ОЭКС медиального отдела продемонстрировали лучшие краткосрочные результаты силы четырехглавой мышцы бедра и лучшую функцию походки, чем пациенты с ТЭКС. Так же наблюдалось уменьшение болевого синдрома и скованности, по данным шкал. Пациенты после выполнения ОЭКС медиального отдела могут иметь меньше функциональных нарушений в ранние сроки после операции по сравнению с теми, кому выполнилось ТЭКС. Результаты пациентов после ОЭКС сопоставимы со здоровой контрольной группой, пациенты восстанавливаются в более быстрые сроки и у них меньше страдает биомеханика походки [36].

Данные, представленные в исследовании G. Peersman показывают, что кинематика ненагруженного колена после ОЭКС с подвижным вкладышем очень похожа на кинематику нативного колена, в то время как при использовании вкладыша чрезмерной величины будет изменяться ось конечности на вальгус и повреждаться контрлатеральный отдел коленного сустава [37].

Из-за менее инвазивной техники выполнения операции и меньшей степени хирургической агрессии у пациентов в возрасте старше 75 лет, перенесших ОЭКС, наблюдалось более быстрое улучшение и выздоровление на начальном периоде по сравнению с пациентами после первичного ТЭКС, при сохранении сопоставимых осложнений и среднесрочной выживаемости. ОЭКС следует рассматривать, как вариант для пациентов пожилого возраста, которые подобраны с учетом всех показаний для ОЭКС [38].

Изолированное эндопротезирование медиального отдела коленного сустава с подвижным полиэтиленовым вкладышем следует рассматривать, как вариант лечения пациентов моложе 50 лет, страдающих переднемедиальным остеоартрозом коленного сустава. Об этом рассказывает N.J. Greco с соавторами в своем исследовании, в котором было включено 340 коленных суставов, средний возраст пациентов составил 46,5 лет, а средний период наблюдения — 6,1 года. Прооперированные пациенты продемонстрировали значительное улучшение диапазона движений, оценки активности, клинических показателей и функциональных показателей по результатам разных шкал. Хотя 20 пациентам и потребовалась повторная операция, прогнозируемая выживаемость составила 96% через 6 лет и 86% через 10 лет. Асептическое расшатывание произошло у 7 пациентов в среднем через 5,6 года после операции, в то время как 4 пациентам потребовалась конверсия в ТЭКС из-за прогрессирования артроза контрлатерального отдела в среднем через 6,6 года [39].

F. Huang в своем метаанализе с участием 1861 пациента (выполнено 1996 операций), отобразил, что группа ОЭКС с фиксированным вкладышем показала лучшие послеоперационные баллы оценочных шкал, чем группа ОЭКС с подвижным вкладышем. Однако в группе ОЭКС с мобильным вкладышем была более низкая частота износа полиэтилена, чем в группе ОЭКС с фиксированным вкладышем. Не наблюдалось существенных различий между группами в частоте ревизий и осложнений, таких как прогрессирование артрита, асептическое расшатывание и послеоперационная боль. Этот метаанализ продемонстрировал, что модели эндопротезов в обеих группах обеспечивают отличные клинические результаты и выживаемость у пациентов с изолированным артрозом внутреннего отдела коленного сустава. Группа ОЭКС с подвижным вкладышем достигла послеоперационного нейтрального выравнивания конечностей по сравнению с группой ОЭКС с фиксированным вкладышем, в то время как группа ОЭКС с фиксированным вкладышем показала более высокие функциональные показатели коленного сустава и лучшую амплитуду движений, чем группа ОЭКС с подвижным вкладышем [40].

Как отмечают в своей работе J. Swienckowski и B.J. Page, что наилучшие результаты были получены при расположении большеберцового компонента во фронтальной плоскости перпендикулярно механической оси, а также немаловажно соблюсти  $10^\circ$  наклон кзади в сагиттальной плоскости. Об этом свидетельствует предоставленная в исследовании прямая зависимость между функциональными результатами и исходами эндопротезирования [41].

#### **Выживаемость и осложнения. Влияние различных факторов на результат.**

Постоянные дискуссии вызывает вопрос выживаемости и осложнений ОЭКС и параллели проводят именно с ТЭКС.

По данным R. Chatellard с соавторами вопрос расшатывания большеберцового компонента является одной из ведущих причин, из-за которой некоторые хирурги отказываются от методики использования ОЭКС, получив противоречивые результаты. В ретроспективном исследовании представлены данные 559 операций ОЭКС медиального отдела коленного сустава. Авторы выделили факторы, снижающие выживаемость компонентов эндопротеза, к которым относятся изменение высоты суставной щели более чем на 2 мм, изменение наклона большеберцового компонента более чем на  $3^\circ$ , величина наклона более  $5^\circ$  или изменение наклона более чем на  $2^\circ$ . Остаточный механический варус  $5^\circ$  и более также несет за собой негативные последствия. Оптимальное положение имеет решающее значение для восстановления нормальной кинематики коленного сустава и предотвращения износа имплантата и повреждения соседних отделов [42].

В другом исследовании на эту тему Lum Z.C. с соавторами сравнивает результаты пациентов из 2 когорт, которым вы-

полнено 189 операций первичного ТЭКС и 201 операция ОЭКС медиального отдела. Отличительной особенностью имплантов, при помощи которых выполнена частичная артропластика, являлись – мобильный подвижный полиэтиленовый вкладыш и фиксация тиббиального компонента в большеберцовой кости при помощи двух стержней. Авторы демонстрируют более высокие функциональные результаты у пациентов, которым выполнено ОЭКС по сравнению с ТЭКС [43].

Напротив, по данным, представленным A. Horikawa с соавторами в своем ретроспективном анализе, где сравнивались клинические результаты в 2-х группах пациентов: после 50 выполненных операций ТЭКС и 28 операций ОЭКС медиального отдела коленного сустава. Подводя итоги исследования, авторы не получили никаких существенных различий между исходами ТЭКС и ОЭКС, за исключением долгосрочной выживаемости. Особенностью данного исследования можно выделить антропометрические данные японской популяции пациентов – все невысокого роста, а индекс массы тела (ИМТ) не превышает  $29 \text{ кг/м}^2$ , а в среднем  $25 \text{ кг/м}^2$  [43]. Это может означать, что обе хирургические процедуры дают отличные результаты, если мы тщательно отбираем пациентов на основе совокупности критериев: степени поражения коленного сустава остеоартрозом, возраста пациентов, их активности и функции коленного сустава.

O. Musbahi с соавторами в своем метаанализе пришел к выводу, что нет существенной разницы в результатах между пациентами с ожирением и без ожирения, перенесшими ОЭКС [45]. Ожирение не влияет на ранние результаты ОЭКС. Функциональные результаты через 2 года после операции и улучшение этих показателей были сопоставимы с пациентами с нормальным ИМТ. Кроме того, частота осложнений и ревизий были сопоставимы. Таким образом, группа авторов пришла к выводу, что пациенты с ожирением не должны быть исключены из показаний к операции ОЭКС [46].

Еще одно исследование, которое провели E. Cavaignac с соавторами, подтверждает, что вес пациентов не влияет на долгосрочную выживаемость после выполнения ОЭКС. Результаты, связывающие массу тела и ИМТ с клиническим исходом, не были статистически значимыми. В этом исследовании сравниваются результаты 290 клинических случаев, разделенных на две группы пациентов, из которых 200 с ИМТ менее  $30 \text{ кг/м}^2$ , а другие 90 более  $30 \text{ кг/м}^2$ . Так же было разделение по весу пациентов – 181 меньше 82 кг, а 109 больше 82 кг [47].

A.D. Little с соавторами проанализировал данные National Joint Registry for England and Wales (NJR) и демонстрирует, что наиболее частое количество выполнения ОЭКС одним хирургом является одна операция в год, вторым результатом является – 2 артропластики в год на одного хирурга, средним числом операций является – 5 эндопротезирований в год. Когда количество ОЭКС, выполняемых одним хирургом в год, сравнивали с частотой ревизий, было обнаружено, что у хирургов, выполнявших небольшое количество операций,



частота ревизий была очень высокой. Хирурги, проводившие одну или две ОЭКС в год, имели 4% осложнений, что соответствует примерно 60% выживаемости в течение десяти лет. Для хирургов, выполняющих менее десяти ОЭКС в год, средняя восьмилетняя выживаемость ОЭКС составила 87,9% по сравнению с 92,4% у тех, кто выполнил тридцать и более ОЭКС в год. Это исследование подтвердило важность хирургической нагрузки (количество выполняемых операций хирургом) в определении выживаемости ОЭКС и, в меньшей степени, ТЭКС. Количество в процентном соотношении и частота дополнительных хирургических вмешательств, конверсий или ревизионных операций может ошибочно трактоваться из-за общего малого числа выполненных операций ОЭКС [48, 49].

Процедура ОЭКС медиального отдела коленного сустава является сложной манипуляцией, но требует короткого периода обучения для достижения удовлетворительных хирургических результатов в руках опытного хирурга, выполняющего эндопротезирование коленного сустава. Средняя продолжительность операции, длина разреза, кровопотеря и частота послеоперационных осложнений снижаются с опытом. Основываясь на предоставленных данных и проведенном анализе, требуется 25 случаев, прежде чем будет достигнут стабильно низкий уровень неудач [50].

Подтверждение вышесказанного можно найти в результатах исследования T.Walker с соавторами, где демонстрируют, что 101 пациент, которым выполнено 118 артропластик, в возрасте до 60 лет после ОЭКС медиального отдела с подвижным вкладышем эндопротеза смогли вернуться к удовлетворительной и регулярной физической активности, при этом почти две трети пациентов достигли высокого уровня активности. Не было различий между пациентами с двусторонним или односторонним эндопротезированием ОЭКС медиального отдела в отношении полученных послеоперационных клинических результатов, подтвержденных данными шкал. Пациенты в основном принимали участие в деятельности с низкой или средней степенью активности, тогда как от деятельности с высокой степенью активности в основном отказывались. Причина снижения уровня их активности была в основном связана с решением пациентов о сохранении протеза, а не с ограниченными функциональными показателями эндопротезирования сустава. Пациенты получили высокие баллы в опроснике о состоянии здоровья, продемонстрировав уровень качества жизни, сравнимый с людьми без соматических заболеваний и выше, чем у людей с остеоартрозом [51].

### Заключение

Таким образом, с момента первого упоминания в медицинской научной литературе и введения в клиническую практику с 70-х годов прошлого века одномышечное эндопротезирование стало неотъемлемой частью хирургического лечения пациентов с изолированным поражением одного отдела коленного сустава. В настоящее время концепция парциального лечения

в очередной раз завоевывает все большую популярность, пользуясь неотъемлемыми преимуществами, которые позволяют восстановить непосредственно поврежденный компартмент и сохранить нормальную анатомию коленного сустава в интактных отделах, что улучшает прогноз таких пациентов и демонстрирует хорошие среднесрочные и долгосрочные результаты.

Частичная артропластика претерпела много изменений и преобразований, которые коснулись, как технического усовершенствования конструкций и хирургического инструмента, что позволило добиться хороших результатов. Хотелось бы отметить, что до сих пор сохраняется консерватизм взглядов и противоречивость мнений о концепции одномышечного эндопротезирования, весомая часть ортопедов задумывается о целесообразности этого оперативного способа лечения изолированного дегенеративно-дистрофического поражения коленного сустава, предпочитая ему тотальное эндопротезирование коленного сустава. Актуальным остается вопрос более детального определения и разграничения показаний и противопоказаний для выполнения частичной артропластики, а также изучение осложнений.

### Список литературы / References:

1. Murphy LB, Moss S, Do BT, Helmick CG, Schwartz TA, Barbour KE, Renner J, Kalsbeek W, Jordan JM. Annual Incidence of Knee Symptoms and Four Knee Osteoarthritis Outcomes in the Johnston County Osteoarthritis Project. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2016 Jan;68(1):55-65. doi: 10.1002/acr.22641. PMID: 26097226; PMCID: PMC4684807.
2. Кашеварова Н.Г. Остеоартроз коленных суставов: факторы риска прогрессирования заболевания при пятилетнем проспективном наблюдении. Дис. канд. мед. наук (14.01.22). Москва, 2014. 136 с. [Kashevarova N.G. Osteoartroz kolennykh sustavov: faktory riska progressirovaniya zabolovaniya pri pyatiletnem prospektivnom nablyudenii. Dis. kand. med. nauk (14.01.22). Moskva, 2014. 136 s].
3. Gregori D, Giacobelli G, Minto C, Barbeta B, Gualtieri F, Azzolina D, Vaghi P, Rovati LC. Association of Pharmacological Treatments With Long-term Pain Control in Patients With Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*. 2018 Dec 25;320(24):2564-2579. doi: 10.1001/jama.2018.19319. PMID: 30575881; PMCID: PMC6583519.
4. Pradelli L, Sinigaglia T, Migliore A, Checchia GA, Franceschi F, Frediani B, Iannone F, Romanini E. Non-Surgical Treatment of Knee Osteoarthritis: Multidisciplinary Italian Consensus on Best Practice. *Ther Clin Risk Manag*. 2021 May 28;17:507-530. doi: 10.2147/TCRM.S288196. PMID: 34093017; PMCID: PMC8170371.
5. Cao Z, Mai X, Wang J, Feng E, Huang Y. Unicompartmental Knee Arthroplasty vs High Tibial Osteotomy for Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Arthroplasty*. 2018 Mar;33(3):952-959. doi: 10.1016/j.arth.2017.10.025. Epub 2017 Dec 2. PMID: 29203354.
6. Zuiderbaan HA, van der List JP, Kleeblad LJ, Appelboom P, Kort NP, Pearle AD, Rademakers MV. Modern Indications, Results, and Global Trends in the Use of Unicompartmental Knee Arthroplasty and High Tibial Osteotomy in the Treatment of Isolated Medial Compartment Osteoarthritis.

tis. *Am J Orthop* (Belle Mead NJ). 2016 Sep/Oct;45(6):E355-E361. PMID: 27737301.

7. Smith WB 2nd, Steinberg J, Scholtes S, Mcnamara IR. Medial compartment knee osteoarthritis: age-stratified cost-effectiveness of total knee arthroplasty, unicompartmental knee arthroplasty, and high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Mar;25(3):924-933. doi: 10.1007/s00167-015-3821-3. Epub 2015 Oct 31. PMID: 26520646.

8. Liddle AD, Pandit H, Judge A, Murray DW. Patient-reported outcomes after total and unicompartmental knee arthroplasty: a study of 14,076 matched patients from the National Joint Registry for England and Wales. *Bone Joint J*. 2015 Jun;97-B(6):793-801. doi: 10.1302/0301-620X.97B6.35155. PMID: 26033059.

9. National Joint Registry. 18th Annual Report of the National Joint Registry for England, Wales and Northern Ireland. National Joint Registry 2021.

10. Marquardt, O. Kinegelenksplastik mit VLA Stahiplatte / *Zsch. G. Orthop.* – 1950. – Bd. 80. – S. 140.

11. MacIntosh DL, Hunter GA. The use of the hemiarthroplasty prosthesis for advanced osteoarthritis and rheumatoid arthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Br*. 1972 May;54(2):244-55. PMID: 5034824.

12. The classic. Tibial plateau prosthesis. By Duncan C. McKeever, 1960. *Clin Orthop Relat Res*. 1985 Jan-Feb;(192):3-12. PMID: 3881204.

13. Mackinnon J, Young S, Baily RA. The St Georg sledge for unicompartmental replacement of the knee. A prospective study of 115 cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1988 Mar;70(2):217-23. doi: 10.1302/0301-620X.70B2.3346291. PMID: 3346291.

14. Olsen NJ, Ejsted R, Krogh P. St Georg modular knee prosthesis. A two-and-a-half to six-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br*. 1986 Nov;68(5):787-90. doi: 10.1302/0301-620X.68B5.3782247. PMID: 3782247.

15. Engelbrecht E, Siegel A, ROTTGER J, Buchholz HW. Statistics of total knee replacement: partial and total knee replacement, design St. Georg: a review of a 4-year observation. *Clin Orthop Relat Res*. 1976 Oct;(120):54-64. PMID: 975667.

16. Shaw NE, Chatterjee RK. Manchester knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 1978 Aug;60-B(3):310-4. doi: 10.1302/0301-620X.60B3.681405. PMID: 681405.

17. Marmor L. The modular knee. *Clin Orthop Relat Res*. 1973 Jul-Aug;(94):242-8. doi: 10.1097/00003086-197307000-00029. PMID: 4743455.

18. Gunston FH. Polycentric knee arthroplasty: prosthetic simulation of normal knee movement. 1971. *Clin Orthop Relat Res*. 2006 May;446:11-2. doi: 10.1097/01.blo.0000214423.59829.04. PMID: 16672864.

19. Cavendish ME, Wright JT. The Liverpool Mark II knee prosthesis. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Br*. 1978 Aug;60-B(3):315-8. doi: 10.1302/0301-620X.60B3.681406. PMID: 681406.

20. Walker SJ, Sharma P, Parr N, Cavendish ME. The long-term results of the Liverpool Mark II knee prosthesis. *J Bone Joint Surg Br*. 1986 Jan;68(1):111-6. doi: 10.1302/0301-620X.68B1.3941126. PMID: 3941126.

21. Freeman MA, Levack B. British contribution to knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1986 Sep;(210):69-79. PMID: 3530580.

22. Insall J, Ranawat CS, Scott WN, Walker P. Total condylar knee replacement: preliminary report. *Clin Orthop Relat Res*. 1976 Oct;(120):149-54. PMID: 975650.

23. The Swedish Knee Arthroplasty Register – Annual Report 2020. Available from [https://www.myknee.se/pdf/SVK\\_2020\\_Eng\\_1.0.pdf](https://www.myknee.se/pdf/SVK_2020_Eng_1.0.pdf)

24. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry\_2021.

25. Holzer LA, Holzer G. The most influential papers in unicompartmental knee arthroplasty. *Knee Surg Relat Res*. 2020 Oct 9;32(1):54. doi:10.1186/s43019-020-00072-1. PMID: 33036665; PMCID: PMC7547448.

26. Косинская Н.С. Рабочая классификация и общая характеристика поражений костно-суставного аппарата / Н.С.Косинская, Д.Г.Рохлин. – Л.: Медицина, 1961. – 169 с. [Kosinskaya N.S. Rabochaya klassifikatsiya i obshchaya kharakteristika porazhenii kostno-sustavnogo apparata / N.S.Kosinskaya, D.G.Rokhlin. – L.: Meditsina, 1961. – 169 s].

27. Ahlbäck S. Osteoarthritis of the knee: a radiographic investigation. *Acta Radiol Stockholm* 1968; (suppl 277):7-72.

28. Kellgren JH, Jeffrey M, Ball J. Atlas of standard radiographs. Vol 2. Oxford: Blackwell Scientific, 1963.

29. Lawrence R. et al. Estimates of the prevalence of arthritis and selected musculoskeletal disorders in the United States / Lawrence R., Helmick C., Arnett F. et al. // *Arthr. Rheum.* – 1998. – V. 41. – P. 778 - 799.

30. Федоров Р.Э., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Частичная артропластика коленного сустава в РФ: недооцененный вид эндопротезирования, несмотря на значимые отдаленные результаты. *Opinion Leader*. 2018. EDN: PRFMJI. [Fedorov R.E., Kornilov N.N., Kulyaba T.A. Chastichnaya artroplastika kolennogo sustava v RF: nedootsenenny vid endoprotezirovaniya, nesmotrya na znachimyye otdalennyye rezul'taty. Opinion Leader. 2018. EDN: PRFMJI].

31. Анализ и тенденции развития одномышечкового эндопротезирования коленного сустава в РНИИТО им. Р.Р. Вредена. Актуальные проблемы травматологии и ортопедии сборник научных статей, посвященный 110-летию РНИИТО им. Р.Р. Вредена. Санкт-Петербург, 2016; EDN: YIUSJF. [Analiz i tendentsii razvitiya odnomyshchekovogo endoprotezirovaniya kolennogo sustava v RNIITO im. R.R. Vredena. Aktual'nyye problemy travmatologii i ortopedii sbornik nauchnykh statey, posvyashchenny 110-letiyu RNIITO im. R.R. Vredena. Sankt-Peterburg, 2016; EDN: YIUSJF].

32. Дикинов А.Б. Чугаев Д.В., Корнилов Н.Н. Оценка удовлетворенности пациентов после частичной артропластики коленного сустава. Актуальные вопросы травматологии и ортопедии. Материалы конференции молодых ученых Северо-Западного федерального округа. 2017. EDN: YTUPLZ. [Dikinov A.B. Chugayev D.V., Kornilov N.N. Otsenka udovletvorennosti patsiyentov posle chastichnoy artroplastiki kolennogo sustava. Aktual'nyye voprosy travmatologii i ortopedii. Materialy konferentsii molodykh uchenykh Severo-Zapadnogo federal'nogo okruga. 2017. EDN: YTUPLZ].

33. Филь А.С., Антипов А.П., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Целеобразна ли частичная артропластика коленного сустава: мнения ортопедов крупного центра эндопротезирования. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(3):43-55. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2021-27-3-43-55>. [Fil' A.S., Antipov A.P., Kulyaba T.A., Kornilov N.N. Tselesoobrazna li chastichnaya artroplastika kolennogo sustava: mneniya ortopedov krupnogo tsentra endoprotezirovaniya. Travmatologiya i orto-

pediya Rossii. 2021;27(3):43-55. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2021-27-3-43-55>].

34. Zuiderbaan HA, van der List JP, Khamaisy S, Nawabi DH, Thein R, Ishmael C, Paul S, Pearle AD. Unicompartmental knee arthroplasty versus total knee arthroplasty: Which type of artificial joint do patients forget? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Mar;25(3):681-686. doi: 10.1007/s00167-015-3868-1. Epub 2015 Nov 21. PMID: 26590566.

35. Wiik AV, Manning V, Strachan RK, Amis AA, Cobb JP. Unicompartmental knee arthroplasty enables near normal gait at higher speeds, unlike total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2013 Oct;28(9 Suppl):176-8. doi: 10.1016/j.arth.2013.07.036. PMID: 24099573; PMCID: PMC3809509.

36. Friesenbichler B, Item-Glatthorn JF, Wellauer V, von Knoch F, Casartelli NC, Maffiuletti NA. Short-term functional advantages after medial unicompartmental versus total knee arthroplasty. *Knee.* 2018 Aug;25(4):638-643. doi: 10.1016/j.knee.2018.04.009. Epub 2018 May 7. PMID: 29748141.

37. Peersman G, Slane J, Vuylsteke P, Fuchs-Winkelmann S, Dworschak P, Heyse T, Scheys L. Kinematics of mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty compared to native: results from an in vitro study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017 Nov;137(11):1557-1563. doi: 10.1007/s00402-017-2794-8. Epub 2017 Sep 21. PMID: 28936684.

38. Siman H, Kamath AF, Carrillo N, Harmsen WS, Pagnano MW, Sierra RJ. Unicompartmental Knee Arthroplasty vs Total Knee Arthroplasty for Medial Compartment Arthritis in Patients Older Than 75 Years: Comparable Reoperation, Revision, and Complication Rates. *J Arthroplasty.* 2017 Jun;32(6):1792-1797. doi: 10.1016/j.arth.2017.01.020. Epub 2017 Jan 24. PMID: 28215968.

39. Greco NJ, Lombardi AV Jr, Price AJ, Berend ME, Berend KR. Medial Mobile-Bearing Unicompartmental Knee Arthroplasty in Young Patients Aged Less Than or Equal to 50 Years. *J Arthroplasty.* 2018 Aug;33(8):2435-2439. doi: 10.1016/j.arth.2018.03.069. Epub 2018 Apr 9. PMID: 29705680.

40. Huang F, Wu D, Chang J, Zhang C, Qin K, Liao F, Yin Z. A Comparison of Mobile- and Fixed-Bearing Unicompartmental Knee Arthroplasties in the Treatment of Medial Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis of 1,861 Patients. *J Knee Surg.* 2021 Mar;34(4):434-443. doi: 10.1055/s-0039-1697901. Epub 2019 Sep 30. PMID: 31569258.

41. Swienckowski, J. Medial unicompartmental arthroplasty of the knee. Use of the L-cut and comparison with the tibial inset method / J. Swienckowski, B.J. Page // *Clin. Orthop.* – 1989. – Vol. 239. – P. 161–167.

42. Chatellard R, Sauleau V, Colmar M, Robert H, Raynaud G, Brilhault J; Société d'Orthopédie et de Traumatologie de l'Ouest (SOO). Medial unicompartmental knee arthroplasty: does tibial component position influence clinical outcomes and arthroplasty survival? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013 Jun;99(4 Suppl):S219-25. doi: 10.1016/j.otsr.2013.03.004. Epub 2013 Apr 24. PMID: 23622861.

43. Lum ZC, Lombardi AV, Hurst JM, Morris MJ, Adams JB, Berend KR. Early outcomes of twin-peg mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty compared with primary total knee arthroplasty. *Bone Joint J.* 2016 Oct;98-B(10 Supple B):28-33. doi: 10.1302/0301-620X.98B10.BJJ-2016-0414.R1. PMID: 27694513; PMCID: PMC5047131.

44. Horikawa A, Miyakoshi N, Shimada Y, Kodama H. Comparison of clinical outcomes between total knee arthroplasty and unicompartmental

total knee arthroplasty for osteoarthritis of the knee: a retrospective analysis of preoperative and postoperative results. *J Orthop Surg Res.* 2015 Oct 28;10:168. doi: 10.1186/s13018-015-0309-2. PMID: 26510773; PMCID: PMC4625455.

45. Musbahi O, Hamilton TW, Crellin AJ, Mellon SJ, Kendrick B, Murray DW. The effect of obesity on revision rate in unicompartmental knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021 Oct;29(10):3467-3477. doi: 10.1007/s00167-020-06297-7. Epub 2020 Oct 16. PMID: 33064192; PMCID: PMC8458170.

46. Woo YL, Chen YQ, Lai MC, Tay KJ, Chia SL, Lo NN, Yeo SJ. Does obesity influence early outcome of fixed-bearing unicompartmental knee arthroplasty? *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2017 Jan 1;25(1):2309499016684297. doi: 10.1177/2309499016684297. PMID: 28366049.

47. Cavaignac E, Lafontan V, Reina N, Pailhé R, Wargny M, Laffosse JM, Chiron P. Obesity has no adverse effect on the outcome of unicompartmental knee replacement at a minimum follow-up of seven years. *Bone Joint J.* 2013 Aug;95-B(8):1064-8. doi: 10.1302/0301-620X.95B8.31370. Erratum in: *Bone Joint J.* 2013 Nov;95-B(11):1582. Wargny, M [corrected to Wargny, M]. PMID: 23908421.

48. Liddle AD, Pandit H, Judge A, Murray DW. Effect of Surgical Caseload on Revision Rate Following Total and Unicompartmental Knee Replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 2016 Jan 6;98(1):1-8. doi: 10.2106/JBJS.N.00487. PMID: 26738897.

49. Murray DW, Liddle AD, Dodd CA, Pandit H. Unicompartmental knee arthroplasty: is the glass half full or half empty? *Bone Joint J.* 2015 Oct;97-B(10 Suppl A):3-8. doi: 10.1302/0301-620X.97B10.36542. Erratum in: *Bone Joint J.* 2015 Dec;97-B(12):1732. Liddle, A [corrected to Liddle, A D]. PMID: 26430080; PMCID: PMC4632649.]

50. Zhang Q, Zhang Q, Guo W, Liu Z, Cheng L, Yue D, Zhang N. The learning curve for minimally invasive Oxford phase 3 unicompartmental knee arthroplasty: cumulative summation test for learning curve (LC-CUSUM). *J Orthop Surg Res.* 2014 Sep 6;9:81. doi: 10.1186/s13018-014-0081-8. PMID: 25192976; PMCID: PMC4173050.

51. Walker T, Streit J, Gotterbarm T, Bruckner T, Merle C, Streit MR. Sports, Physical Activity and Patient-Reported Outcomes After Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty in Young Patients. *J Arthroplasty.* 2015 Nov;30(11):1911-6. doi: 10.1016/j.arth.2015.05.031. Epub 2015 May 23. PMID: 26088397.

#### Информация об авторах:

**Валерий Юрьевич Мурылев** — доктор мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГА-ОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России» (Сеченовский Университет); заведующий Московским городским центром эндопротезирования костей и с суставов, ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, г. Москва, Россия. e-mail: nmuril@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5753-8926>

**Валерий Григорьевич Германов** — кандидат мед. наук., доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГА-ОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России»

(Сеченовский Университет). e-mail: valgers@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1639-0555>

**Николай Евгеньевич Ерохин** — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России» (Сеченовский Университет), врач травматолог-ортопед ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, г. Москва, Россия. e-mail: [nik\\_erokhin@mail.ru](mailto:nik_erokhin@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-0633-4357>

**Григорий Андреевич Куковенко** — кандидат мед. наук., доцент военной кафедры, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России» (Сеченовский Университет); врач травматолог-ортопед ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, г. Москва, Россия. e-mail: [gkukovenko@gmail.com](mailto:gkukovenko@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-6700-0222>

**Алексеев Семен Сергеевич** — кандидат мед. наук, врач травматолог-ортопед, ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, г. Москва, Россия. e-mail: [dr.knee@yandex.ru](mailto:dr.knee@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0001-7599-7472>

**Павел Михайлович Елизаров** — кандидат мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России» (Сеченовский Университет); врач травматолог-ортопед, ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, г. Москва, Россия. e-mail: [elizarov\\_07@mail.ru](mailto:elizarov_07@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-0217-2434>

**Александр Геннадьевич Жучков** — кандидат мед. наук, врач травматолог-ортопед, ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, г. Москва, Россия. e-mail: [nas1674249@yandex.ru](mailto:nas1674249@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0002-6486-4567>

**Алексей Владимирович Музыченков** — кандидат мед. наук, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России» (Сеченовский Университет); врач травматолог-ортопед, ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, г. Москва, Россия; e-mail: [amuzychenkov@inbox.ru](mailto:amuzychenkov@inbox.ru); <https://orcid.org/0000-0002-3933-672X>

**Автор, ответственный за переписку:** Мурылев Валерий Юрьевич, e-mail: [nmuril@yandex.ru](mailto:nmuril@yandex.ru)

#### Information about authors:

**Valeriy Yu. Murylev** — Dr. Sci. (Med.), Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Head of Moscow City Arthroplasty Center, Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia; e-mail: [nmuril@yandex.ru](mailto:nmuril@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0001-5753-8926>

**Valery G. Germanov** — PhD, Associate Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), e-mail: [valgers@mail.ru](mailto:valgers@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-1639-0555>

**Nikolay E. Erokhin** — postgraduate student of the department, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Orthopedic Surgeon, Botkin City Clinical Hospital Moscow, Russia; e-mail: [nik\\_erokhin@mail.ru](mailto:nik_erokhin@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-0633-4357>

**Grigory A. Kukovenko** — PhD, Associate Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Orthopedic Surgeon, Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia [gkukovenko@gmail.com](mailto:gkukovenko@gmail.com). <https://orcid.org/0000-0001-6700-0222>

**Semen S. Alekseev** — PhD, Orthopedic Surgeon, Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia; e-mail: [dr.knee@yandex.ru](mailto:dr.knee@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0001-7599-7472>

**Pavel M. Elizarov** — PhD, Associate Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Orthopedic Surgeon, Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia. e-mail: [elizarov\\_07@mail.ru](mailto:elizarov_07@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-0217-2434>

**Alexander G. Zhuchkov** — PhD, Orthopedic Surgeon, Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia. e-mail: [nas1674249@yandex.ru](mailto:nas1674249@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0002-6486-4567>

**Aleksey V. Muzychenkov** — PhD, Assistant Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Orthopedic Surgeon, Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia e-mail: [amuzychenkov@inbox.ru](mailto:amuzychenkov@inbox.ru); <https://orcid.org/0000-0002-3933-672X>

**Corresponding author:** Valeriy Yu. Murylev, e-mail: [nmuril@yandex.ru](mailto:nmuril@yandex.ru)

<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-84-94>

УДК 617.3

© В.В. Яковлев, Н.С. Николаев, Л.И. Малюченко, С.С. Билык, М.А. Черкасов, И.И. Шубняков, 2023

Обзор литературы / Literature review



## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЕРВИЧНОГО И РЕВИЗИОННОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**В.В. ЯКОВЛЕВ<sup>1</sup>, Н.С. НИКОЛАЕВ<sup>1</sup>, Л.И. МАЛЮЧЕНКО<sup>1</sup>, С.С. БИЛЫК<sup>2</sup>, М.А. ЧЕРКАСОВ<sup>2</sup>, И.И. ШУБНЯКОВ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Чебоксары), Чебоксары, 428020, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, 195427, Россия.

### Аннотация

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, будучи успешной во всем мире, является таковой и в России, показывая большое число операций ежегодно. Это приводит не только к росту числа ревизионных операций, но и к увеличению удельного веса ранних ревизий. В этой связи понимание современных подходов к оценке результатов и удовлетворенности пациентов после первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава, а также экономическая эффективность послеоперационной оценки являются ключом к систематизации полученных данных и оптимизации имеющихся инструментов наблюдения. **Цель исследования** — проанализировать описанные в научной литературе инструменты наблюдения за пациентами после первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава и их экономическую эффективность.

**Материалы и методы.** В работе проанализированы публикации зарубежных и отечественных авторов, отобранных для обзора в базах данных PubMed и eLIBRARY.

**Выводы.** Несмотря на достаточный объем имеющихся данных литературы, экономически эффективный систематизированный подход к оценке результатов и удовлетворенности после первичного и ревизионного эндопротезирования суставов все еще является нерешенной задачей.

Необходимы исследования, сравнивающие затраты на выполнение рутинного наблюдения пациентов, с затратами на ревизионные операции по поводу нестабильности компонентов эндопротеза у бессимптомных пациентов, которые были выполнены на раннем сроке.

Частота и сроки наблюдения после ревизионных операций так же остаются нерешенным вопросом, и очевидно, должны отличаться от таковых при первичных операциях, поскольку ревизионные операции технически сложнее, а их результаты, как правило, менее обнадеживающие.

**Ключевые слова:** удовлетворенность, ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, опросник, послеоперационное наблюдение.

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

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

**Для цитирования:** Яковлев В.В., Николаев Н.С., Малюченко Л.И., Билык С.С., Черкасов М.А., Шубняков И.И., СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЕРВИЧНОГО И РЕВИЗИОННОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ). *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 2(52). С. 84–94 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-84-94>

## CURRENT CONCEPTS IN CLINICAL RESULTS AND PATIENT SATISFACTION ASSESSMENT AFTER PRIMARY AND REVISION ARTHROPLASTY: A REVIEW

**VADIM V. YAKOVLEV<sup>1</sup>, NIKOLAY S. NIKOLAEV<sup>1</sup>, LEONID I. MALYUCHENKO<sup>1</sup>, STANISLAV S. BILYK<sup>2</sup>,  
MAGOMED A. CHERKASOV<sup>2</sup>, IGOR I. SHUBNYAKOV<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Ministry of Health of the Russian Federation (Cheboksary), Cheboksary, 428020, Russia

<sup>2</sup> Vreden National Research Center of Traumatology and Orthopedics, Ministry of Health of Russia, St. Petersburg, 195427, Russia

### Abstract

Total hip arthroplasty, being a success procedure all over the world, is also success in Russia, with many procedures every year. This leads not only to an increase in the number of revision surgeries, but also to an increase in the proportion of early revisions. In this regard, understanding the current approaches

to the assessment of outcomes and patient satisfaction after primary and revision hip and knee arthroplasty as well as their cost-effectiveness is an important key to the systematization of the obtained data and optimization of the available monitoring tools. The aim of the study is to analyze the tools of patient follow-up described in the scientific papers after primary and revision hip arthroplasty and their cost-effectiveness.

**Materials and methods.** The results of the studies of foreign and native authors, using the PubMed and eLIBRARY search engines were analyzed in the work. **Conclusions.** Despite the sufficient volume of the available literature data, the cost-effective systematized approach to the evaluation of results and satisfaction after the primary and revision joint replacement is still an unsolved problem.

Studies comparing the costs of performing routine follow-up of patients with the costs of revision surgeries for instability of arthroplasty components in asymptomatic patients that were performed at an early date are needed.

The frequency and timing of follow-up for revision surgeries also remains an unresolved issue and should obviously be different from that for primary surgeries, since revision surgeries are technically more complicated, and their results are usually less encouraging.

**Keywords:** satisfaction; revision hip arthroplasty; questionnaire; follow-up

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

**Funding:** the study had no sponsorship

**For citation:** Yakovlev V.V., Nikolaev N.S., Malyuchenko L.I., Bilyk S.S., Cherkasov M.A., Shubnyakov I.I., CURRENT CONCEPTS IN CLINICAL RESULTS AND PATIENT SATISFACTION ASSESSMENT AFTER PRIMARY AND REVISION ARTHROPLASTY: A REVIEW. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023. № 2. pp. 84–94 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-2-84-94>

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава считается одной из самых успешных операций нашей эпохи [1–3], что ведет к постоянному увеличению числа выполняемых вмешательств [4–7]. В 2019 г. в нашей стране было выполнено 83311 операций первичного эндопротезирования тазобедренного сустава и 5197 ревизионных эндопротезирований тазобедренного сустава [8]. Ежегодный прирост общего числа операций первичной и ревизионной замены суставов достигает в Российской Федерации 33% в год. По мере увеличения числа случаев выполненного первичного эндопротезирования нарастает потребность в ревизионных вмешательствах [9]. Кроме того в структуре ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава отмечается увеличение удельного веса ранних ревизий [10]. Вопрос частоты и сроков ревизионных вмешательств непосредственно связан с выживаемостью эндопротезов. Ожидаемая выживаемость эндопротезов варьирует от 10 до 20 лет у 90% пациентов. Снижение возраста первично оперируемых пациентов, увеличение продолжительности жизни пожилых больных приводит к тому, что пациенты будут «переживать» свои импланты. Так же более высокая частота ревизий у молодых пациентов связана с их более активным образом жизни [11].

Несмотря на экономический спад и последующую переоценку первоначальных прогнозов по увеличению числа ревизионных операций на 137% [12, 13], тенденция к росту количества ревизионных операций сохраняется. Очевидно, что неуклонно увеличивающееся количество выполненных операций ведет к пропорциональному увеличению нагрузки на систему здравоохранения вследствие необходимости наблюдения за пациентами. Соответственно понимание современных подходов к оценке результатов и удовлетворенности пациентов после первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного суставов, а также их экономическая эффективность является важным ключом к систематизации

полученных данных и оптимизации подходов к использованию имеющихся инструментов наблюдения.

**Цель исследования** — проанализировать предлагаемые в научной литературе инструменты наблюдения за пациентами и их экономическую эффективность после первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава.

В работе проанализированы публикации зарубежных и отечественных авторов, отобранных для обзора в базах данных PubMed и eLIBRARY.

Поиск проводился по следующим ключевым словам и словосочетаниям: эндопротезирование тазобедренного сустава, удовлетворенность после эндопротезирования, наблюдение после эндопротезирования, оценка после эндопротезирования.

### Систематизация наблюдения

Термин «наблюдение» может подразумевать различные методики обследования пациентов и оценки результатов лечения. Принципиально можно выделить несколько аспектов наблюдения за пациентами после эндопротезирования: клиническое, рентгенологическое, а также оценка самим пациентом функции сустава, качества жизни и удовлетворенности результатами операции. Для обеспечения наблюдения за пациентами существует ряд инструментов, в частности осмотр врачом для оценки клинического статуса пациента, послеоперационные рентгенограммы для оценки состояния кости и остеоинтеграции имплантата, опросники для оценки функционального результата. Оптимальная комбинация этих инструментов является одним из важных моментов для эффективного и надежного процесса наблюдения.

Для разных задач используются разные инструменты: для оценки выживаемости – регистры, для функциональных показателей – шкалы. Нужно в самом начале разграничить задачи и пути их достижения. Например, для оценки доступов

оптимальны проспективные рандомизированные исследования [14], а для оценки эффективности пар трения или конструкций эндопротезов – регистры [15].

В настоящий момент ведутся споры о том, в каком объеме надо наблюдать за пациентами после эндопротезирования суставов, а общие тенденции говорят о том, что объемы наблюдения за такими пациентами оптимизируются [16–18].

Другой важный аспект, данные о котором весьма противоречивы – есть ли различия в функциональном статусе сустава у пациентов, потерянных для наблюдения, в сравнении с теми, кто регулярно являлся на контрольные осмотры в соответствии с рекомендациями своего лечащего врача.

В статье J.K. Choi с соавторами была проведена оценка потерянных для наблюдения пациентов после первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного суставов. Как критерий включения в группу потерянных для наблюдения вошли пациенты, не явившиеся на осмотр через 1 год на основании устных рекомендаций хирурга. По данным исследования в течение одного года не обратились на рекомендуемый осмотр 24,5 % пациентов, которые впоследствии были активно вызваны для осмотра и заполнения опросника SF12. Функциональные результаты в группе комплаентных для наблюдения пациентов и некомплаентных не различались [19].

В другом исследовании оценивался эффект долгосрочного наблюдения за пациентами после ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава. Авторы пришли к выводу, что долгосрочное наблюдение дает преимущество таким пациентам на фоне больных, не получавших наблюдения [20]. Стоит упомянуть важность наблюдения в тех случаях, когда необходимо иметь возможность своевременного выявления осложнений при использовании новых ортопедических изделий медицинского назначения, не имеющих истории наблюдений. Таким примером может служить отрицательный опыт использования металл-металлических пар трения, выявивший несостоятельность слабой системы наблюдения за пациентами, несмотря на формальное наличие системы отслеживания новых ортопедических имплантов [21].

### **Объем наблюдения за пациентами**

Безусловно, в ортопедии наиболее важным и исторически одним из самых старых является рентгенологическое наблюдение, а также функциональная оценка результатов на основании шкал и опросников. Таким образом по данным систематического обзора в 86% вошедших в него статей, описывающих наблюдение за пациентами, упоминалась рентгенография, а в 36% - были упоминания об асептическом расшатывании. В то же время корреляция между рентгенологическими признаками асептического расшатывания и функциональными результатами может отсутствовать [22]. Это позволяет сформулировать идею о том, что использование шкал без рентгенограмм является недостаточным для послеоперационного наблюдения [23].

### **Шкалы и опросники**

Для глубокого понимания эффективности различных технологий замены тазобедренного сустава простого ранжирования результатов на отличные, хорошие, удовлетворительные и неудовлетворительные недостаточно – требуются более точные инструменты оценки, основанные на различных аспектах функции сустава. Длительная история эндопротезирования дала ортопедам арсенал различных опросников [24], которые принципиально можно разделить на два типа – заполняемые врачом на основании клинических данных и заполняемые пациентом на основании субъективных ощущений [25]. На ранних этапах развития эндопротезирования наиболее часто используемой шкалой оценки функции сустава, заполняемой хирургом после операции, стала Harris Hip Score, но в настоящее время набирают популярность шкалы, ориентированные на заполнение самим пациентом [20]. Совершенствование хирургической техники и имплантатов, используемых при эндопротезировании, привело в целом к значительному улучшению функциональных результатов операции. Но имеются категории пациентов, у которых чрезвычайно низкий функциональный статус до операции или общее плохое состояние здоровья не позволяют добиться высоких функциональных результатов. Это привело к смещению вектора оценки только с функциональных показателей оперированного сустава на общую удовлетворенность пациентов операцией. Удовлетворенность чаще связана с субъективными частными ожиданиями пациентов, нежели с объективными критериями, такими как снижение болевого синдрома и улучшение функции в виде способности выполнять стандартные бытовые действия, оцениваемые в функциональных опросниках. Это привело к тому, что для оценки удовлетворенности при эндопротезировании в 2010 г. был предложен специальный опросник [26]. Кроме того, в литературе упоминаются стандартизованные шкалы, позволяющие сравнивать результаты лечения между клиниками в масштабах всей страны. Опросник HSAHPS был разработан как стандартизованный инструмент для оценки удовлетворенности пациентов от пребывания на стационарном лечении [27]. Такие опросники важны с организационной точки зрения в рамках контроля показателей в системе здравоохранения в целом. Отечественные исследователи предлагают использовать для оценки удовлетворенности пребывания на стационарном лечении русскоязычную валидированную версию опросника PPE-15 [28].

### **Раннее регулярное наблюдение**

Взгляд на историю развития пар трения и знание структуры ревизий дает понимание того, почему наблюдение за пациентами получило характер регулярного рентгенологического обследования на ранних сроках после первичной операции. Одной из самых частых причин ревизий является асептическое

расшатывание вертлужного компонента [29]. Это же подтверждает и работа В.М. Wroblewski с соавторами, наблюдавшими на протяжении 38 лет за когортой пациентов, прооперированных в интервале с 1956 по 2005 год. Было выявлено, что около 72% ревизионных операций по поводу износа вкладыша или асептического расшатывания случилось в сроки от 7 до 20 лет [30]. Непродолжительный срок выживаемости эндопротезов на начальных этапах, а также бессимптомное расшатывание компонентов эндопротеза делали необходимым регулярное наблюдение в первые годы после операции [31]. Используемый в парах трения в то время сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности значительно изнашивался в течение первых 7 лет, вызывая образование большого количества токсичных продуктов износа, запускающих процессы остеолита [32]. Разработка и последующее внедрение поперечно-связанного полиэтилена позволили значительно увеличить выживаемость эндопротезов [33]. В связи с заменой обычного полиэтилена поперечно-связанным результаты эндопротезирования значительно улучшились. Это привело к тому, что требования тщательного наблюдения на ранних сроках для оценки остеолита и асептического расшатывания у пациентов, которым были выполнены операции до 2000 г., стали менее актуальными. Таким образом, внедрение более современных материалов позволило снизить необходимость наблюдения в первой декаде после эндопротезирования [34].

### Частота и сроки наблюдения

Хотя статей, доказывающих клиническую эффективность продолжительного наблюдения, нет, в литературе широко представлено экспертное мнение о его необходимости, вопросом дискуссий остаются сроки наблюдения.

По мнению J.S. Melvin с соавторами, частота ревизий в течение первых пяти лет после эндопротезирования тазобедренного сустава имеет тенденцию к снижению и составляет 24% от всех ревизий [35]. Возможно, это справедливо при условии значительного числа накопленных ревизий в США, но в условиях интенсивного роста числа первично выполняемых замен тазобедренного сустава в Российской Федерации с использованием качественных и современных имплантатов частота именно ранних ревизий имеет отчетливую тенденцию к росту – с 33% в 2011–2013 гг. до 56,7% в 2014–2018 гг. [36]. При этом большая часть ранних ревизий приходится на первый год после предшествующего вмешательства. Это обусловлено тем, что подавляющее большинство эндопротезов еще не выработали свой ресурс, а на ревизию приходят пациенты либо с инфекционными осложнениями, вывихами или перипротезными переломами, которые чаще наблюдаются в ранние сроки после операции, либо пациенты, у которых были допущены ошибки при выполнении первичных операций.

Важную роль в обосновании частоты наблюдений может играть выявление факторов риска ревизионной операции для

того, чтобы за такими пациентами вести более скрупулезное наблюдение. В литературе уже можно найти данные о том, какие есть факторы риска более быстрого наступления ревизионной операции: возраст моложе 69 лет [37]; активный образ жизни (спорт, ручной труд) [38]; вес более 100 кг [39]; металл-металлическая пара трения [40]; in press, ножка с модульной шейкой [41], ревизионные имплантаты, а также имплантаты с признаками лизиса или предшествующей инфекцией [42, 43].

Одной из причин необходимого наблюдения за пациентами после эндопротезирования, по данным систематического обзора, является наблюдение за изменениями, происходящими после операции [22]. По мере функционирования эндопротеза вероятность его отказа или осложнений, связанных с его функционированием, увеличивается. Поэтому рентгенологическое наблюдение во второй и третьей декадах после эндопротезирования сохраняет свою значимость, поскольку позволяет наблюдать за износом не только самого имплантата, но и состоянием кости в периацетабулярной зоне и перипротезных мягких тканей [22].

Ревизии в сроки пять и более лет составляют до 50% от общего числа ревизионных операций и обычно являются следствием асептического расшатывания компонентов эндопротеза на фоне формирования зон остеолита, создающих угрозу перипротезного перелома [44]. Подобные остеолитические изменения могут быть бессимптомными, пока не будут обнаружены из-за внезапно возникших клинических или рентгенологических симптомов [44, 45]. Таким образом, одним из важных аспектов наблюдения является выявление бессимптомных пациентов с асептическим расшатыванием до наступления перипротезного перелома [16].

### Бессимптомные ревизии

Стоит отметить, что некоторые хирурги рекомендуют выполнять ревизии на бессимптомных суставах с рентгенологическими признаками асептического расшатывания, т.к. выполнение ранней ревизии с относительно сохранной нативной костью дает больше шансов на благоприятный исход лечения [46]. Подтверждением этому служит клинический случай, представленный в литературе, когда у бессимптомной пациентки с перфорацией вкладыша и чашки головкой эндопротеза на фоне выраженного остеолита в ответ на токсическое действия частиц массивного износа компонентов эндопротеза была выполнена объемная технически сложная ревизионная операция. Авторы данной статьи пришли к выводу о том, что регулярное наблюдение позволяет избежать более тяжелых ревизий при выявлении изменений периацетабулярной области на раннем сроке [11].

### Экономические аспекты

Несомненно, каждый случай обследования пациента после эндопротезирования сустава несет финансовые затраты,



поэтому экономический анализ таких затрат очень значим. Закономерно, что постоянно растущее число первичных операций эндопротезирования приводит к увеличению затрат и на ревизионные вмешательства [47]. Это согласовывается с данными исследователей, сообщающих, что наблюдение за пациентами после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава связано со значительными экономическими затратами и в большинстве случаев не выявляет каких-либо отклонений, что ставит под сомнение экономическую эффективность такого наблюдения. Безусловно, неотложные ревизионные операции в относительном измерении в структуре ревизий встречаются не так часто, но их немало в абсолютном исчислении, а стоимость подобных вмешательств с выполнением реконструктивного хирургического лечения, как правило, очень высока [48]. Похожие результаты показаны в исследовании L.K. Smith с соавторами. В нем авторы показали, что пациенты, находящиеся под наблюдением, получали менее дорогостоящее ревизионное лечение, связанное в основном с более коротким сроком пребывания на стационарном лечении [20]. Однако даже с учетом этих факторов эффективность долгосрочного наблюдения все равно находится под сомнением в силу отсутствия данных, доказывающих, что его стоимость ниже, чем стоимость своевременно выполненной плановой ревизии. В другой работе при сравнении экономической эффективности трех вариантов наблюдения был рекомендован сценарий менее интенсивного раннего наблюдения [49]. Таким образом, на данный момент нет однозначного мнения о том, способствует ли применение долгосрочного наблюдения снижению этой финансовой нагрузки путем выявления пациентов для превентивного выполнения технически более простых ревизий в самом начале неблагоприятных клинических и рентгенологических проявлений. Хотя теоретически такой подход и мог бы снизить необходимость неотложных ревизионных вмешательств, но в итоге высокая стоимость классического варианта наблюдения приводит к тому, что оно проводится нерегулярно и толкает на поиски альтернативных методик наблюдения [50, 51].

#### Дистанционное наблюдение

Высокую эффективность удаленного наблюдения за пациентами после эндопротезирования суставов, включавшего оценку результатов опросников и рентгенограмм, показало исследование S.R. Kingsbury с соавторами [52]. Такой подход позволяет повысить удобство наблюдения, снижая финансовую нагрузку на систему здравоохранения. «Виртуальные клиники», использующие различные инструменты удаленного наблюдения, стали чаще быть объектом исследований в последние годы. Одним из таких инструментов удаленного наблюдения являются видеовизиты, которые, будучи использованы подходящим образом, позволяют оптимизировать нагрузку на клинику-ресурсную базу и обеспечить эффективный обмен информацией, в частности расширяют возможности после-

операционного наблюдения, снижая необходимость личных визитов к врачу [53].

Свежие статьи в научных изданиях показывают, что удаленное наблюдение с использованием смартфонов и носимых устройств является перспективным подходом. В частности, исследование S.M. Kurtz с соавторами показало, что пациенты, перенесшие тотальное эндопротезирование, были очень восприимчивы и лояльны к использованию смартфонов и носимых устройств для удаленного наблюдения [54]. Кроме того, широкая распространенность смартфонов и гаджетов делает удаленное наблюдение все более популярным не только из-за удобства использования, но и по причине его более высокой экономической эффективности по сравнению с классическими очными визитами для осмотра. Подтверждением этому служат данные другой работы показывающие, что удаленное наблюдение является оптимальным инструментом, позволяющим снизить затраты на отслеживание результатов операций в условиях постоянно увеличивающегося количества пациентов, требующих наблюдения [55].

#### Удовлетворенность результатами эндопротезирования

Ожидания пациентов при эндопротезировании суставов [56] [57] описаны в отечественных работах, а полученные данные использованы для формирования рекомендаций по повышению удовлетворенности [58]. Растущее количество ревизионных операций и относительный успех в улучшении функциональных результатов после таких вмешательств закономерно усилили интерес к оценке удовлетворенности пациентов результатами ревизионного эндопротезирования. Несмотря на совершенствование имплантатов и хирургической техники, а также улучшение функциональных результатов после эндопротезирования, стало очевидным, что иногда даже при хороших функциональных результатах операции пациенты могут быть не удовлетворены. Будучи справедливым для первичных операций, вопрос несоответствия действительности ожиданиям после проведенного лечения более остро стоит для ревизионных вмешательств. В частности, ревизионное эндопротезирование ассоциировано с более высоким риском осложнений, и улучшение качества жизни может быть не таким долгосрочным, как при ревизионных операциях [59].

Имеющиеся данные по оценке удовлетворенности у пациентов после ревизионных вмешательств значительно ограничены, а дизайн таких исследований в крайней степени гетерогенен в силу наличия значительно большего количества факторов по сравнению с первичной операцией, влияющих на успех ревизионного эндопротезирования.

Понимание взаимосвязи функционального состояния оперированного сустава с ожиданиями пациентов является важным аспектом при изучении удовлетворенности, так как функциональный статус нередко сильно связан с ожиданиями,

хотя может быть и не единственным фактором. В одном из исследований, оценивающих результаты ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава, было выявлено, что оценка по шкале Харриса и общее состояние здоровья, оцениваемое пациентами, были напрямую связаны с их удовлетворенностью, а тревога и депрессия обратно коррелировали с ней. Резюмируя, авторы пришли к выводу о том, что не только функциональное состояние, но и психологические факторы влияют на удовлетворенность пациентов [60].

Авторы других работ, сравнивая результаты первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного суставов, пришли к выводу о том, что пациенты после ревизионного эндопротезирования показывают более низкие баллы по PROM шкалам, и это следует учитывать при обсуждении с пациентами их ожиданий [61, 62]. Описанные результаты согласовываются с данными, полученными в более ранних работах. В частности, удовлетворенность пациентов после ревизионного эндопротезирования ниже, чем после первичного вмешательства. Шестьдесят один процент пациентов после ревизионного эндопротезирования и 84% после первичного эндопротезирования оценивали общую удовлетворенность как хорошую или очень хорошую [63]. По данным других авторов, пациенты, которым предстоит ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, все равно показывают высокие ожидания, которые не связаны с их текущим уровнем недееспособности [64]. По данным Т. Eisler с соавторами, у пациентов через год после ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава результат по шкале Харриса улучшился с 45 до 77 баллов, а ожидания относительно уменьшения болевого синдрома и возможностей ходьбы оправдались только у 69% и 55% соответственно. Единственным предиктором оправдавшихся ожиданий было отсутствие осложнений. Авторы считают, что неудовлетворенность пациента может возникнуть из-за нереалистичных ожиданий, поэтому хирургам рекомендуется обсуждать ожидания пациента до операции, особенно в отношении вероятности улучшения способности ходить, а также проинформировать пациента о значительных прогностических отличиях между ревизионным и первичным эндопротезированием тазобедренного сустава [65].

Удовлетворенность является результатом оправдания ожиданий, и поэтому многие исследования затрагивают необходимость обсуждения реалистичных результатов ревизионного вмешательства. Интересные результаты были описаны в работе, оценивавшей эволюционирование ожиданий после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. Авторы показали, что хотя ожидания после операции со временем эволюционируют, все равно большинство пациентов сохраняют высокий уровень удовлетворенности даже на длительных сроках наблюдения [66]. Пациенты, ожидающие ревизионное эндопротезирование так же, как пациенты, которым предстоит первичное эндопротезирование тазобедренного сустава, могут надеяться на значительное улучшение функции, активности и качества

жизни после операции. Однако общий уровень улучшения функции, а также максимально достижимый результат после ревизионной операции ниже, чем после первичной. Необходимо соответствующее информирование пациентов, которым предстоит ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, чтобы предупредить нереалистичные ожидания, которые могут привести к неудовлетворенности после ревизионного вмешательства [67]. Р. Stirling с соавторами сообщают, что пациенты после ревизионного эндопротезирования в сложных анатомических условиях со значительной потерей кости показывают более низкие клинические результаты. Обсуждение этого между хирургом и пациентом очень важно при выборе вариантов лечения для формирования реалистичных ожиданий относительно результатов после ревизионной операции [68].

Более оптимистичные результаты показаны в работе G.S. Turnbull с соавторами, оценивавших возвращение к физической активности после ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава. Хотя ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава позволяет вернуть большинство пациентов к дооперационному уровню физической активности, не превышая его, в то же время вырваться дальше по степени активности по сравнению с дооперационным уровнем удается только одной трети пациентов. В целом более 75% пациентов удовлетворены своим результатом, но ревизия по поводу перипротезных переломов или вывихов дает более низкий уровень удовлетворенности и общие результаты [69]. Но все же удовлетворенность нередко остается низкой в целом при обнадеживающих результатах ревизионных операций [70]. В то же время современные ревизионные системы позволяют достичь приемлемого функционального результата и настроиться на реалистичные ожидания при ревизионном эндопротезировании [68]. В недавней работе M.R. Mercier с соавторами сравнивали показатели удовлетворенности по анкете Hospital Consumer Assessment of Healthcare Providers and Systems (HCAHPS) после первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава. Авторы выявили, что у пациентов после ревизионного эндопротезирования значения шкалы HCAHPS ниже в сравнении с теми, кто перенес первичное эндопротезирование. По мнению авторов, это может быть связано с факторами, находящимися вне зоны контроля хирурга, например со сложностью ревизионного вмешательства [27].

### Обсуждение

Успешность эндопротезирования суставов стала причиной неуклонного ежегодного роста таких операций [7], что напрямую сказывается и на необходимости ревизионных вмешательств [8, 71]. В литературе описаны множество опросников и шкал, оценивающих те или иные показатели после замены сустава [26, 28, 56], а развитие цифровых технологий предлагает возможности удаленного наблюдения за пациентами, являясь перспективным подходом [54, 55].

Совершенствующиеся с течением времени материалы используемые в производстве эндопротезов вносят свои коррективы в исторически сложившиеся практики наблюдения за пациентами, перенесшими замену сустава [33, 34]. В этом контексте становится важным оптимальное использование имеющихся разнообразных инструментов отслеживания пациентов в интервале между первичной и ревизионной операциями.

Понимание, где допустимо использование удаленного наблюдения, а где будет оправданным использование классического личного осмотра пациента врачом позволит снизить финансовую нагрузку на систему здравоохранения, обеспечивая при этом достаточный уровень отзывчивости при патологических изменениях в состоянии сустава прооперированных пациентов.

Кратность и сроки наблюдения могут зависеть от ряда факторов, таких как использованные импланты, возраст пациента, а также тип проведенного вмешательства – первичное или ревизионное. Комбинированная оценка с использованием опросника и рентгенограмм обеспечивает более объективную картину для принятия решения о необходимости ревизионной операции или необходимости выполнить уточняющие исследования для очного визита к врачу [23].

В то же время улучшение удовлетворенности пациентов результатами ревизионного эндопротезирования является сложной задачей. Тяжесть ревизионного вмешательства является фактором, который неподконтролен хирургу, но и в то же время одним из факторов, влияющих на удовлетворенность пациента результатами ревизионной операции на суставе [27]. С этой точки зрения своевременно выявленные бессимптомные пациенты могут быть прооперированы раньше, иметь более высокие шансы на благоприятные функциональные результаты и более высокую степень удовлетворенности [16]. Однако данное суждение находится в категории экспертного мнения и не имеет более высокого уровня доказательности. В дополнение к этому следует отметить, что тщательный экономический анализ затрат на такие наблюдения отсутствует, что не позволяет говорить об их экономической эффективности и снижении финансовой нагрузки на систему здравоохранения.

При использовании современного пациент-ориентированного подхода обещающим может быть наблюдение за выборочными группами пациентов. Такой подход может быть эффективным с точки зрения экономии времени и средств. Подводя итог, следует отметить, что окончательного мнения о том, какие преимущества дает наблюдение за пациентами, не сформировано. Поэтому важно продолжать исследования в этом направлении.

### Заключение

Несмотря на достаточный объем имеющихся литературных данных, экономически эффективный систематизированный подход к оценке результатов и удовлетворенности пациентов

после первичного и ревизионного эндопротезирования суставов все еще является нерешенной задачей.

Необходимы исследования, сравнивающие затраты на рутинное наблюдение пациентов, с затратами на ревизионные операции по поводу нестабильности компонентов эндопротеза у бессимптомных пациентов, которые были выполнены в ранние сроки.

Частота и сроки наблюдения для ревизионных операций так же остаются нерешенным вопросом, и, очевидно, должны отличаться от таковых при первичных операциях, поскольку ревизионные операции технически сложнее, а их результаты, как правило, менее обнадеживающие.

### Список литературы / References:

1. Haddad F.S., Manktelow A.R.J., Skinner J.A. Publication of surgeon level data from registers: who benefits? *Bone Joint J.* 2016;98-B(1):1-2. DOI: 10.1302/0301-620X.98B1.37709.
2. Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Гончаров М.Ю., Карпукхин А.С., Мазуренко А.В., Плиев Д.Г. и др. Достоинства и недостатки современных пар трения эндопротезов тазобедренного сустава (обзор литературы) // *Травматология и ортопедия России.* 2010;3(57):147-156. [Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Goncharov M.Yu., Karpukhin A.S., Mazurenko A.V., Pliiev D.G. et al. Advantages and disadvantages of modern bearings in hip arthroplasty (review). *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2010;3(57):147-156].
3. Таштанов Б.Р., Короткин А.А., Павлов В.В., Шубняков И.И. Раскол керамического вкладыша эндопротеза тазобедренного сустава: клинический случай // *Травматология и ортопедия России.* 2022;28(3):63-73. DOI: 10.17816/2311-2905-1804. [Tashtanov B.R., Korytkin A.A., Pavlov V.V., Shubnyakov I.I. Ceramic Liner Fracture in Total Hip Arthroplasty: A Case Report. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2022;28(3):63-73. DOI: 10.17816/2311-2905-1804].
4. Тихилов Р.М., Джавадов А.А., Денисов А.О., Чилилов А.М., Черкасов М.А., Билык С.С. и др. Анализ экономической эффективности использования индивидуальных и серийных вертлужных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава // *Гений ортопедии.* 2022;28(2):234-240. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-234-240. [Tikhilov R.M., Dzhavadov A.A., Denisov A.O., Chililov A.M., Cherkasov M.A., Bilyk S.S. et al. Cost-effectiveness analysis of custom-made and serial acetabular components in revision hip arthroplasty. *Genij Ortopedii.* 2022;28 (2):234-240. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-234-240].
5. Кавалерский Г.М., Середя А.П., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А., Гаврилов А.В., Архипов И.В. и др. 2D-планирование эндопротезирования тазобедренного сустава // *Травматология и ортопедия России.* 2015;(4):95-102. [Kavalersky G.M., Sereda A.P., Murylev V.Y., Rukin Y.A., Gavrilov A.V., Arkhipov I.V. et al. 2D planning for hip arthroplasty. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2015;(4):95-102. DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-4-95-102].
6. Шубняков И.И., Риахи А., Денисов А.О., Короткин А.А., Алиев А.Г., Вебер Е.В. и др. Основные тренды в эндопротезировании

тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с 2007 по 2020 г. // Травматология и ортопедия России. 2021;27(3):119-142. DOI: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-119-142. [Shubnyakov I.I., Riahi A., Denisov A.O., Korytkin A.A., Aliev A.G., Veber E.V. et al. The Main Trends in Hip Arthroplasty Based on the Data in the Vreden's Arthroplasty Register from 2007 to 2020. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2021;27(3):119-142. DOI: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-119-142].

7. Knight S.R., Aujla R., Biswas S.P. Total Hip Arthroplasty - over 100 years of operative history. *Orthop Rev (Pavia)*. 2011;3(2):e16. DOI: 10.4081/or.2011.e16.

8. Середа А.П., Кочиш А.А., Черный А.А., Антипов А.П., Алиев А.Г., Вебер Е.В. и др. Эпидемиология эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов и перипротезной инфекции в Российской Федерации // Травматология и ортопедия России. 2021;27(3):84-93. DOI: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-84-93. [Sereda A.P., Kochish A.A., Cherny A.A., Antipov A.P., Aliev A.G., Veber E.V. et al. Epidemiology of Hip And Knee Arthroplasty and Periprosthetic Joint Infection in Russian Federation. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2021;27(3):84-93. DOI: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-119-142].

9. Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Джавадов А.А., Билык С.С., Черкасов М.А., Амбросенков А.В. и др. Роль трехмерной визуализации при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава // Гений ортопедии. 2020;26(3):364-369. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-364-369. [Kovalenko A.N., Shubnyakov I.I., Dzhavadov A.A., Bilyk S.S., Cherkasov M.A., Ambrosenkov A.V. et al. The role of three-dimensional visualization in revision hip arthroplasty. *Genij Ortopedii*. 2020;26(3):364-369. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-364-369].

10. Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Денисов А.О., Ахмедиллов М.А., Черный А.Ж., Тотоев З. А. и др. Что изменилось в структуре ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в последние годы? // Травматология и ортопедия России. 2019;25(4):9-27. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-9-27. [Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Denisov A.O., Akhmedilov M.A., Cherny A.Z., Totoev Z.A. et al. What Has Changed in the Structure of Revision Hip Arthroplasty? *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2019;25(4):9-27. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-9-27].

11. Sheahan W., Parvataneni H. Asymptomatic but Time for a Hip Revision. *Fed Pract*. 2016;33(2):39.

12. Kurtz S., Ong K., Lau E., Mowat F., Halpern M. Projections of Primary and Revision Hip and Knee Arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(4):780-785. DOI: 10.2106/JBJS.F00222.

13. Mont M.A., Issa K. Updated projections of total joint arthroplasty demands in America. Commentary on an article by Steven M. Kurtz, PhD, et al.: «Impact of the Economic Downturn on Total Joint Replacement Demand in the United States. Updated Projections to 2021». *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(8):e68. DOI: 10.2106/JBJS.N.00005.

14. Talia A.J., Coetzee C., Tirosch O., Tran P. Comparison of outcome measures and complication rates following three different approaches for primary total hip arthroplasty: a pragmatic randomised controlled trial. *Trials*. 2018;19(1):13. DOI: 10.1186/s13063-017-2368-7.

15. Varnum C. Outcomes of different bearings in total hip arthroplasty - implant survival, revision causes, and patient-reported outcome. *Dan Med J*. 2017;64(3):B5350.

16. Lovelock T.M., Broughton N.S. Follow-up after arthroplasty of the hip and knee: Are we over-servicing or under-caring? *Bone Joint J*. 2018;100B(1):6-10.

17. Smith L.K. A Survey of the Current State of Hip Arthroplasty Surveillance in the United Kingdom. *Musculoskeletal Care*. 2014;12(4):232-8. DOI: 10.1002/msc.1077.

18. Lieberman J.R., Leger R.R., Tao J.C., Clohisy J.C., Meneghini R.M. Total Hip Arthroplasty Surveillance: When Do We See Our Patients Postoperatively? *J Arthroplasty*. 2011;26(8):1161-1164. DOI: 10.1016/j.arth.2011.04.035.

19. Choi J.K. How are those "lost to follow-up" patients really doing? A compliance comparison in arthroplasty patients. *World J Orthop*. 2015;6(1):150-155. DOI: 10.5312/wjo.v6.i1.150.

20. Smith L.K., Turner E., Lenguerrand E., Powell J., Palmer S. Pilot study: Is a long-term follow-up service beneficial for patients undergoing revision hip replacement surgery? *Musculoskeletal Care*. 2021;19(3):259-268. DOI: 10.1002/msc.1521.

21. Hunt L.P., Whitehouse M.R., Beswick A., Porter M.L., Howard P., Blom A.W. Implications of Introducing New Technology: Comparative Survivorship Modeling of Metal-on-Metal Hip Replacements and Contemporary Alternatives in the National Joint Registry. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100(3):189-196. DOI: 10.2106/JBJS.17.00039.

22. Smith L.K., Dures E., Beswick A. Systematic review of the clinical effectiveness for long-term follow-up of total hip arthroplasty. *Orthop Res Rev*. 2019;11:69-78. DOI: 10.2147/ORR.S199183.

23. Smith L.K., Cramp F., Palmer S., Coghill N., Spencer R.F. Empirical Support for Radiographic Review: A Follow-Up Study of Total Hip Arthroplasty. *Hip Int*. 2013;23(1):80-86. DOI: 10.5301/HIP.2012.9912.

24. Nilsson A., Bremander A. Measures of hip function and symptoms: Harris Hip Score (HHS), Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), Oxford Hip Score (OHS), Lequesne Index of Severity for Osteoarthritis of the Hip (LISOH), and American Academy of Orthopedic Surgeons. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011;63 Suppl 11:S200-207. DOI: 10.1002/acr.20549.

25. Longo U.G., Ciuffreda M., Candela V., Berton A., Maffulli N., Denaro V. Hip scores: A current concept review. *Br Med Bull*. 2019;131(1):81-96. DOI: 10.1093/bmb/ldz026.

26. Mahomed N., Gandhi R., Daltroy L., Katz J.N. The Self-Administered Patient Satisfaction Scale for Primary Hip and Knee Arthroplasty. *Arthritis*. 2011;2011:591253. DOI: 10.1155/2011/591253.

27. Mercier M.R., Galivanche A.R., Pathak N., Mets E.J., Molho D.A., Elaydi A.H. et al. Revision Total Hip and Knee Arthroplasty are Associated With Lower Hospital Consumer Assessment of Healthcare Providers and Systems Patient Satisfaction Scores Compared With Primary Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*. 2022;30(3):e336-e346. DOI: 10.5435/JAAOS-D-21-00839.

28. Черкасов М.А., Геращенко Н.И., Парфеев Д.Г., Идрисов Х.К., Алиев А.Г., Джавадов А.А. и др. Русскоязычная версия опросника Picker Patient Experience Questionnaire: языковая и культурная адап-

тация // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018;(3):91-95. DOI: 10.17513/mjpf.12155. [Cherkasov M.A., Gerashchenko N.I., Parfeev D.G., Idrisov H.K., Aliev A.G., Javadov A.A. et al. Russian version of the Picker Patient Experience Questionnaire: language and cultural adaptation. *International Journal of Applied and Basic Research*. 2018;(3):91-95. DOI: 10.17513/mjpf.12155].

29. Bozic K.J., Kurtz S.M., Lau E., Ong K., Vail T.P., Berry D.J. The Epidemiology of Revision Total Hip Arthroplasty in the United States. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91(1):128-133. DOI: 10.2106/JBJS.H.00155.

30. Wroblewski B.M., Siney P.D., Fleming P.A. Charnley low-friction arthroplasty: survival patterns to 38 years. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89(8):1015-1018. DOI: 10.1302/0301-620X.89B8.18387.

31. Nixon J.E. Failure patterns after total hip replacement. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1983;286(6360):166-170. DOI: 10.1136/bmj.286.6360.166.

32. Cooper R.A., McAllister C.M., Borden L.S., Bauer T.W. Polyethylene debris-induced osteolysis and loosening in uncemented total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1992;7(3):285-290. DOI: 10.1016/0883-5403(92)90050-z.

33. Lachiewicz P.F., Soileau E.S. Highly Cross-linked Polyethylene Provides Decreased Osteolysis and Reoperation at Minimum 10-Year Follow-Up. *J Arthroplasty*. 2016;31(9):1959-1962. DOI: 10.1016/j.arth.2016.02.038.

34. Keeney J.A., Ellison B.S., Maloney W.J., Clohisy J.C. Is Routine Mid-term Total Hip Arthroplasty Surveillance Beneficial? *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(11):3220-3226. DOI: 10.1007/s11999-012-2411-7.

35. Melvin J.S., Karthikeyan T., Cope R., Fehring T.K. Early failures in total hip arthroplasty – a changing paradigm. *J Arthroplasty*. 2014;29(6):1285-1288. DOI: 10.1016/j.arth.2013.12.024.

36. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Тотоев З.А., Лю Б., Билык С.С. Структура ранних ревизий эндопротезирования тазобедренного сустава // Травматология и ортопедия России. 2014;(2):5-13. DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13. [Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Totoyev Z.A., Lyu B., Bilyk S.S. Structure of early revisions after hip replacement. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2014;(2):5-13. DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13].

37. Bayliss L.E., Culliford D., Monk A.P., Glyn-Jones S., Prieto-Alhambra D., Judge A. et al. The effect of patient age at intervention on risk of implant revision after total replacement of the hip or knee: a population-based cohort study. *Lancet*. 2017;389(10077):1424-1430. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)30059-4.

38. Stambough J.B., Clohisy J.C., Barrack R.L., Nunley R.M., Keeney J.A. Increased risk of failure following revision total knee replacement in patients aged 55 years and younger. *Bone Joint J*. 2014;96-B(12):1657-1662. DOI: 10.1302/0301-620X.96B12.34486.

39. Meding J.B., Ritter M.A., Davis K.E., Farris A. Meeting increased demand for total knee replacement and follow-up. *Bone Joint J*. 2013;95-B(11):1484-1489. DOI: 10.1302/0301-620X.95B11.32467.

40. Matharu G.S., Judge A., Eskelinen A., Murray D.W., Pandit H.G. What is appropriate surveillance for metal-on-metal hip arthroplasty patients? *Acta Orthop*. 2018;89(1):29-39. DOI: 10.1080/17453674.2017.1398011.

41. Hailer N.P. The innovation trap. *Acta Orthop*. 2016;87(2):91-92. DOI: 10.3109/17453674.2016.1146511.

42. Revision Hip and Knee Arthroplasty: Supplementary Report 2018: Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry; 2018 [Available from: <https://aoanjrr.sahmri.com/documents/10180/578729/Revision%20Hip%20and%20Kn>. 2018];

43. Hip, Knee and Shoulder Arthroplasty: Annual Report 2018: Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry; 2018 [Available from: <https://aoanjrr.sahmri.com/documents/10180/576950/Hip%2C%20Knee%20%26%20Shoulder%20Arthroplasty>]. 2018.

44. Clohisy J.C., Calvert G., Tull F., McDonald D., Maloney W.J. Reasons for revision hip surgery: a retrospective review. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(429):188-192. DOI: 10.1097/01.blo.0000150126.73024.42.

45. Engh C.A., Hopper R.H., Engh C.A., McAuley J.P. Wear-Through of a Modular Polyethylene Liner: four case reports. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;(383):175-182. DOI: 10.1097/00003086-200102000-00019.

46. Boyer B., Philippot R., Geringer J., Farizon F. Primary total hip arthroplasty with dual mobility socket to prevent dislocation: a 22-year follow-up of 240 hips. *Int Orthop*. 2012;36(3):511-518. DOI: 10.1007/s00264-011-1289-4.

47. Pabinger C., Geissler A. Utilization rates of hip arthroplasty in OECD countries. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014;22(6):734-741. DOI: 10.1016/j.joca.2014.04.009.

48. Hendricks T.J., Chong A.C.M., Cusick R.P. The Cost of Routine Follow-Up in Total Joint Arthroplasty and the Influence of These Visits on Treatment Plans. *Kansas J Med*. 2018;11(3):59-66.

49. Kamath A.F., Austin D.C., Derman P.B., Israelite C.L. Unplanned Hip Arthroplasty Imposes Clinical and Cost Burdens on Treating Institutions. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(12):4012-4019. DOI: 10.1007/s11999-013-3226-x.

50. Bolz K.M.D., Crawford R.W., Donnelly B., Whitehouse S.L., Graves N. The Cost-effectiveness of Routine Follow-up After Primary Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2010;25(2):191-196. DOI: 10.1016/j.arth.2008.12.009.

51. Hacking C., Weinrauch P., Whitehouse S.L., Crawford R.W., Donnelly W.J. Is there a need for routine follow-up after primary total hip arthroplasty? *ANZ J Surg*. 2010;80(10):737-740. DOI: 10.1111/j.1445-2197.2010.05346.x.

52. Roberts N., Mujica-Mota R., Williams D. The Cost of Improving Hip Replacement Follow-Up in the UK. *Musculoskeletal Care*. 2016;14(2):116-120. DOI: 10.1002/msc.1117.

53. Kingsbury S.R., Dube B., Thomas C.M., Conaghan P.G., Stone M.H. Is a questionnaire and radiograph-based follow-up model for patients with primary hip and knee arthroplasty a viable alternative to traditional regular outpatient follow-up clinic? *Bone Joint J*. 2016;98-B(2):201-208. DOI: 10.1302/0301-620X.98B2.36424.

54. Sanger P.C., Hartzler A., Han S.M., Armstrong C.A.L., Stewart M.R., Lordon R.J. et al. Patient Perspectives on Post-Discharge Surgical Site Infections: Towards a Patient-Centered Mobile Health Solution. *PLoS One*. 2014;9(12):e114016. DOI: 10.1371/journal.pone.0114016.

55. Wongworawat M.D., Capistrant G., Stephenson J.M. The Opportunity Awaits to Lead Orthopaedic Telehealth Innovation. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99(17):e93. DOI: 10.2106/JBJS.16.01095.

56. Kurtz S.M., Higgs G.B., Chen Z., Kosht W.J., Tarazi J.M., Sherman A.E. et al. Patient Perceptions of Wearable and Smartphone Technologies for Remote Outcome Monitoring in Total Knee Arthroplasties. *J Knee Surg.* 2022 Sep 1. DOI: 10.1055/s-0042-1755378. Epub ahead of print.
57. Sambare T.D., Bozic K.J. Preparing for an Era of Episode-Based Care in Total Joint Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2021;36(3):810-815. DOI: 10.1016/j.arth.2020.09.028.
58. Иржанский А.А., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Кочергин П.Г. Оценка ожиданий пациентов от результатов первичной артропластики коленного сустава // Современные проблемы науки и образования [Internet]. 2020;(6):89-89. Режим доступа: <https://science-education.ru/article/view?id=30337>. DOI:10.17513/spno.30337. [Irzhansky A.A., Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Kochergin P.G. Evaluation of patient's expectations with the results of primary knee arthroplasty. *Modern problems of science and education.* 2020;(6). Available from: <https://science-education.ru/article/view?id=30337>. DOI:10.17513/spno.30337].
59. Черкасов М.А., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Мугутдинов З.А. и др. Удовлетворенность пациентов после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава: предикторы успеха // Травматология и ортопедия России. 2018;24(3):45-54. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-45-54. [Cherkasov M.A., Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Mugutdinov Z.A. et al. Patient satisfaction following total hip replacement: predictors of success. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2018;24(3):45-54. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-45-54].
60. Черкасов М.А. Качество жизни и удовлетворенность пациентов результатами первичного эндопротезирования тазобедренного сустава. 2018.
61. Robinson A.H.N., Palmer C.R., Villar R.N. Is revision as good as primary hip replacement? *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81(1):42-45. DOI: 10.1302/0301-620x.81b1.8728.
62. Jibodh S.R., Kandil A.O., Malchau H., Estok D.M. Do Commonly Reported Outcome Measures Reflect Patient Satisfaction After Revision Hip Arthroplasty? *J Arthroplasty.* 2010;25(1):41-45. DOI: 10.1016/j.arth.2008.10.016.
63. Zhang S., Chen J.Y., Pang H.N., Lo N.N., Yeo S.J., Liow M.H.L. Revision total hip arthroplasty is associated with poorer clinically meaningful improvements and patient satisfaction compared to primary total hip arthroplasty. *J Orthop.* 2021;28:96-100. DOI: 10.1016/j.jor.2021.11.008.
64. Dubin J., Westrich G. Differences in Patient-Reported Outcome Measures Between Primary and Revision Total Hip Arthroplasty: Realistic Patient Expectations for Patients With Low Baseline Activity. *Orthopedics.* 2022;45(4):251-255. DOI: 10.3928/01477447-20220225-04.
65. Espehaug B., Havelin L.L., Engesaeter L.B., Langeland N., Vollset S.E. Patient satisfaction and function after primary and revision total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;(351):135-148.
66. Haddad F.S., Garbuz D.S., Chambers G.K., Jagpal T.J., Masri B.A., Duncan C.P. The expectations of patients undergoing revision hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2001;16(1):87-91. DOI: 10.1054/arth.2001.17937.
67. Eisler T., Svensson O., Tengström A., Elmstedt E. Patient expectation and satisfaction in revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2002;17(4):457-462. DOI: 10.1054/arth.2002.31245.
68. Yapp L.Z., Clement N.D., Macdonald D.J., Howie C.R., Scott C.E.H. Patient expectation fulfilment following total hip arthroplasty: a 10-year follow-up study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020;140(7):963-971. DOI: 10.1007/s00402-020-03430-6.
69. Postler A.E., Beyer F., Wegner T., Lütznier J., Hartmann A., Ojodu I. et al. Patient-reported outcomes after revision surgery compared to primary total hip arthroplasty. *Hip Int.* 2017;27(2):180-186. DOI: 10.5301/hipint.5000436.
70. Stirling P., Middleton S.D., Brenkel I.J., Walmsley P.J. Revision total knee arthroplasty versus primary total knee arthroplasty. *Bone Jt Open.* 2020;1(3):29-34. DOI: 10.1302/2633-1462.13.BJO-2019-0001.R1.
71. Turnbull G.S., Scott C.E.H., MacDonald D.J., Breusch S.J. Return to activity following revision total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019;139(3):411-421. DOI: 10.1007/s00402-018-3090-y.
72. Bin Abd Razak H.R., Lee J.H.M., Tan S.M., Chong H.C., Lo N.N., Yeo S.J. Satisfaction Rates Are Low following Revision Total Knee Arthroplasty in Asians Despite Improvements in Patient-Reported Outcome Measures. *J Knee Surg.* 2020;33(10):1041-1046. DOI: 10.1055/s-0039-1692629.
73. Thorsell M., Hedström M., Wick M.C., Weiss R.J. Good clinical and radiographic outcome of cementless metal metaphyseal sleeves in total knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2018;89(1):84-88. DOI: 10.1080/17453674.2017.1398013.

#### Информация об авторах:

**Яковлев Вадим Валерьевич** – заведующий травматолого-ортопедическим отделением, ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Чебоксары), Чебоксары, 428020, Россия. e-mail: yvv-doc@mail.ru

**Николаев Николай Станиславович** – д-р мед. наук, главный врач ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Чебоксары), Чебоксары, 428020, Россия. e-mail: nikolaev@orthoscheb.com

**Малюченко Леонид Игоревич** – врач-травматолог ортопед, ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Чебоксары), Чебоксары, 428020, Россия. e-mail: lmalychenko@orthoscheb.com

**Бильяк Станислав Сергеевич** – к.м.н. младший научный сотрудник, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, 195427, Россия. e-mail: bss0413@gmail.com

**Черкасов Магомед Ахмедович** – к.м.н, лаборант-исследователь, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, 195427, Россия. e-mail: drmedik@gmail.com

**Шубняков Игорь Иванович** – д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии

им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, 195427, Россия. e-mail: shubnyakov@mail.ru.

**Автор, ответственный за переписку:**

**Билык Станислав Сергеевич**, e-mail: bss0413@gmail.com

#### Information about authors:

**Vadim V. Yakovlev** – M.D., Head of Trauma and Orthopedic Department, Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Ministry of Health of the Russian Federation (Cheboksary), Cheboksary, 428020, Russia. e-mail: yvv-doc@mail.ru

**Nikolay S. Nikolaev** – M.D., PhD, chief physician, Federal Center of Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Cheboksary), Cheboksary, 428020, Russia. e-mail: nikolaev@orthoscheb.com

**Leonid I. Malyuchenko** – orthopedic surgeon, M.D., Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Ministry of Health of the Russian Federation (Cheboksary), Cheboksary, 428020, Russia. e-mail: lmalyuchenko@orthoscheb.com

**Stanislav S. Bilyk** – M.D., PhD, Junior Researcher, Vreden National Research Center of Traumatology and Orthopedics, Ministry of Health of Russia, St. Petersburg, 195427, Russia. e-mail: bss0413@gmail.com

**Magomed A. Cherkasov** – M.D., PhD, Researcher, Vreden National Research Center of Traumatology and Orthopedics, Ministry of Health of Russia, St. Petersburg, 195427, Russia. e-mail: drmedik@gmail.com

**Igor I. Shubnyakov** – M.D., PhD, Professor of the Traumatology and Orthopedics Chair, Vreden National Research Center of Traumatology and Orthopedics, Ministry of Health of Russia, St. Petersburg, 195427, Russia. e-mail: shubnyakov@mail.ru.

**Corresponding author:**

**Bilyk Stanislav Sergeevich**, e-mail: bss0413@gmail.com





