

ISSN 0869-8678 (Print)
ISSN 2658-6738 (Online)

В Е С Т Н И К
ТРАВМАТОЛОГИИ
И ОРТОПЕДИИ

ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА
2021 том 28 №3

N.N. Priorov Journal
of Traumatology
and Orthopedics

2021 Volume 28 Issue 3

УЧРЕДИТЕЛЬ:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Эко-Вектор Ай-Пи»
Адрес: 191186, г. Санкт-Петербург, Аптекарский переулочек, д. 3, литера А, помещение 1Н
E-mail: info@eco-vector.com
WEB: <https://eco-vector.com>

РЕКЛАМА

Отдел рекламы
Тел.: +7 (495) 308 83 89

РЕДАКЦИЯ

Зав. редакцией
Трухина Диана Аршалуйсовна
E-mail: vto@eco-vector.com
Тел.: +7 (967) 153-70-05

ПОДПИСКА

Подписка на печатную версию через интернет:
www.journals.eco-vector.com/
www.pressa-rf.ru

ИНДЕКСАЦИЯ

- РИНЦ
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals Directory
- WorldCat

Оригинал-макет изготовлен
ООО «Эко-Вектор».
Корректор: *Н.М. Казимирчик*
Верстка: *Ф.А. Игнащенко*
Обложка: *Ф.А. Игнащенко*

Сдано в набор 20.01.2022.
Подписано в печать 10.02.2022.
Формат 60 × 88 1/8. Печать офсетная.
Печ. л. 13,25. Усл. печ. л. 12,32.
Уч.-изд. л. 7,2. Тираж 500 экз.

Отпечатано в ООО «Типография Фурсова».
196105, Санкт-Петербург, ул. Благодатная, д. 69.

ISSN 0869-8678 (Print)

ISSN 2658-6738 (Online)

Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова

Том 28 | Выпуск 3 | 2021

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Миронов Сергей Павлович — акад. РАН, д-р мед. наук, проф., президент ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Ветрилэ Марчел Степанович — канд. мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Цыкунов Михаил Борисович — д-р мед. наук, проф. кафедры медицинской реабилитации ФДПО ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Баиндурашвили А.Г. — акад. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Виссарионов С.В. — чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Голубев И.О. — д-р мед. наук, проф., ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Губин А.В. — д-р мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Дубров В.Э. — д-р мед. наук, проф., МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Еськин Н.А. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Загородний Н.В. — чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Иванов П.А. — д-р мед. наук, проф., ГБУЗ г. Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского» Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

Каграманов С.В. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Крупаткин А.И. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Кулешов А.А. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Михайлова Л.К. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Морозов А.К. — д-р мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Мурылев В.Ю. — д-р мед. наук, проф. ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

Мушкин А.Ю. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Орleckий А.К. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Очкуренко А.А. — д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

Попков Д.А. — д-р мед. наук, проф., чл.-корр. Французской Академии медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, Россия

Родионова С.С. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Рябых С.О. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, Россия

Снетков А.И. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Солод Э.И. — д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

Тихилов Р.М. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Черкашин А. — д-р мед. наук, Техасский детский госпиталь, Даллас, США

Хосни Г.А. — Университет Бенха, Бенха, Египет

Иванов М. — д-р мед. наук, Образовательные больницы Шеффилда Фонда NHS, Великобритания

Кириенко А. — Клинический институт, Роззано, Италия

Чаудхари М. — Госпиталь Чодри, Акола, Индия

Миткович М.Б. — проф. Нишский Университет, Ниш, Сербия

Мадан С.С. — д-р мед. наук, Детский госпиталь, Шеффилд, Великобритания

Глэд В. — д-р мед. наук, Университет здравоохранения Сан-Антонио, Сан-Антонио, США

Кавагути Е. — Университет Тоямы, Япония

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. К публикации принимаются только статьи, подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, авторы принимают условия договора публичной оферты. С правилами для авторов и договором публичной оферты можно ознакомиться на сайте: <https://journals.eco-vector.com/0869-8678/>. Полное или частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения издателя — издательства «Эко-Вектор».

FOUNDER:

National Medical Research Center
of Traumatology and Orthopedics
N.N. Priorov

PUBLISHER

Eco-Vector
Address: 3 liter A, 1H, Aptekarsky
pereulok, 191186, Saint Petersburg,
Russian Federation
E-mail: info@eco-vector.com
WEB: <https://eco-vector.com>

ADVERTISE

Adv. department

Phone: +7 (495) 308 83 89

EDITORIAL

Executive editor
Diana A. Trukhina
Email: vto@eco-vector.com
Phone: +7 (967) 153-70-05

SUBSCRIPTION

For print version:
www.journals.eco-vector.com

INDEXATION

- Russian Science Citation Index
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals
Directory
- WorldCat

TYPESET

complete in Eco-Vector
Proofreader: *N.M. Kazimirchik*
Layout editor: *Ph. Ignashchenko*
Cover: *Ph. Ignashchenko*

ISSN 0869-8678 (Print)
ISSN 2658-6738 (Online)

N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics

Volume 28 | Issue 3 | 2021

QUARTERLY PEER-REVIEW MEDICAL JOURNAL

EDITOR-IN-CHIEF

Sergey P. Mironov — Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, Professor, Head of N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Marchel S. Vetrile — MD, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

EXECUTIVE SECRETARY

Mikhail B. Tsykunov — MD, Professor the Department "Medical Rehabilitation" at N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

EDITORIAL BOARD

Baindurashvili A.G. — corresponding member of RAS, MD, Professor, Research children's orthopedic Institute G.I. Turner, Saint-Petersburg, Russia.

Vissarionov S.V. — corresponding member of RAS, MD, Professor, G.I. Turner National Medical Research Center of Pediatric Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia.

Vorotnikov A.A. — MD, Professor, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia.

Golubev I.O. — MD, Professor, RUDN University, Moscow, Russia.

Gubin A.V. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

Dubrov V.E. — MD, Professor, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

Zagorodny N.V. — corresponding member of RAS, Professor, MD, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

Kagramanov S.V. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

Krupatkin A.I. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

Kuleshov A.A. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

Mikhailova L.K. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

Morozov A.K. — MD, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

Murylev V.Yu. — MD, Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia.

Mushkin A.Yu. — MD, Professor, St. Petersburg National Medical Research Institute for Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russia.

Orletskiy A.K. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

Ochkurenko A.A. — MD, Professor, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia.

Popkov D.A. — MD, Professor, corresponding member of French Academy of Medicine, G.A. Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia.

Rodionova S.S. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

Ryabikh S.O. — MD, Professor, G.A. Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia.

Snetkov A.I. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

Solod E.I. — MD, Professor, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia.

Tikhilov R.M. — MD, Professor, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia.

Cherkashin A. — MD, Texas Scottish Rite Hospital for Children, Dallas, USA

Hosny G.A. — Benha University, Benha, Egypt

Ivanov M. — MD, PhD, MSc, FRCS, Sheffield Teaching Hospitals NHS Foundation Trust, Sheffield, United Kingdom

Kirienko A. — Clinical Institute, Rozzano, Italy

Chaudhary M. — Chaudhary Trust Hospital, Akola, India

Mitkovic M.B. — University of Nis, Nis, Serbia

Madan S.S. — MBBS; FRCS; MCh; MBA; FInstLM, Sheffield Children's Hospital, Sheffield, United Kingdom


Glad V. — PhD, UT Health San Antonio, San Antonio, USA

Kawaguchi Y. — Toyama University, Toyama, Japan


The editors are not responsible for the content of advertising materials. The point of view of the authors may not coincide with the opinion of the editors. Only articles prepared in accordance with the guidelines are accepted for publication. By sending the article to the editor, the authors accept the terms of the public offer agreement. The guidelines for authors and the public offer agreement can be found on the website: <https://journals.eco-vector.com/0869-8678/>. Full or partial reproduction of materials published in the journal is allowed only with the written permission of the publisher — the Eco-Vector publishing house.

СОДЕРЖАНИЕ



ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

-  *А.Ф. Лазарев, Э.И. Солод, Я.Г. Гудушаури, М.Г. Какабадзе, А.С. Роскидайло, Е.И. Калинин, В.В. Коновалов, И.Н. Марычев*
Проблемы при фиксации застарелых повреждений переднего отдела тазового кольца 5
- К.А. Гражданов, П.П. Зувев, О.А. Кауц, Н.И. Романов, Ю.А. Барабаш, С.И. Киреев, И.А. Норкин*
Хирургическая реабилитация пациентов с последствиями перелома пилона 13
- М.П. Лисицын, Р.Я. Атлуханов, А.М. Заремук, Е.М. Лисицына*
Лечение горизонтального расслоения менисков коленного сустава обогащенной тромбоцитами плазмой (PRP). Обзор литературы и анализ собственных данных. 21
- Н.А. Еськин, А.А. Очкуренко, Ф.У. Кусова, А.П. Курляков, А.В. Горохводацкий, Н.Ю. Матвеева*
Динамическое ультразвуковое исследование медиопателлярной синовиальной складки коленного сустава 37
- Г.А. Кесян, И.Г. Арсеньев, Р.З. Уразгильдеев, Г.С. Карапетян, А.А. Шуйский, О.Г. Кесян, А.Н. Левин*
Реконструктивные операции и эндопротезирование локтевого сустава: показания, возможности и перспективы 47

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

-  *А.К. Орлецкий, Д.О. Тимченко, Е.С. Козлова*
Особенности и тактика ведения пациентов с гипермобильностью суставов (Клиническое наблюдение) 59

ОБЗОРЫ





- В.В. Коротеев, В.М. Крестьяшин, Д.Ю. Выборнов, Н.И. Тарасов, А.В. Семенов, П.А. Горелова, Н.А. Карлова*
Осложнения в хирургии идиопатического сколиоза у детей. Обзор литературы 65
-  *Г.А. Кесян, И.Г. Арсеньев, Р.З. Уразгильдеев, Г.С. Карапетян, А.Н. Левин, О.Г. Кесян, А.А. Шуйский*
Современные тенденции и перспективы тотальной артропластики локтевого сустава (обзор литературы) 75
-  *И.Ю. Круглов, Н.Ю. Румянцев, О.Е. Агранович, Г.Г. Омаров, И.М. Каганцов, Н.Н. Румянцева*
Современные взгляды на лечение врожденного переднего вывиха голени на основании актуальных данных об исходах ортопедического лечения у таких пациентов 93

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ


- А.М. Мироманов, С.О. Давыдов*
VI съезд травматологов-ортопедов Дальневосточного федерального округа 101

CONTENTS

ORIGINAL STUDIES

-  *Anatoly F. Lazarev, Edward I. Solod, Yago G. Gudushauri, Malkhaz G. Kakabadze, Alexander S. Roskidailo, Eugene I. Kalinin, Vyacheslav V. Kononov, Ivan N. Marychev*
Problems with fixing chronic injuries of the anterior pelvic ring. 5
- Konstantin A. Grazhdanov, Pavel P. Zuev, Oleg A. Kautz, Nikolay I. Romanov, Yuriy A. Barabash, Sergey I. Kireev, Igor A. Norkin*
Surgical rehabilitation of patients with the consequences of pilon fractures. 13
-  *Mikhail P. Lisitsyn, Ruslan Y. Atlukhanov, Adam M. Zaremuk, Ekaterina M. Lisitsyna*
Treatment of horizontal dissection of the knee menisci with platelet-rich plasma (PRP).
Literature review and analysis of own data 21
-  *Nikolay A. Eskin, Alexander A. Ochkurenko, Fatima U. Kusova, Anton P. Kurpyakov, Alexander V. Gorokhvodatsky, Natalya Yu. Matveeva*
Dynamic ultrasonic research mediopatellary synovial folding knee joint. 37
-  *Gurgen A. Kesyan, Igor G. Arsen'ev, Rashid Z. Urazgil'deev, Grigoriy S. Karapetyan, Artem A. Shuisky, Ovsep G. Kesyan, Andrey N. Levin*
Reconstructive surgeries and endoprosthesis of the elbow joint: indications, possibilities and prospects 47

CASE REPORTS

-  *Anatoliy K. Orletskiy, Dmitriy O. Timchenko, Elena S. Kozlova*
Features and tactics of management of patients with joint hypermobility (Clinical observation). 59

REVIEWS

- Vladimir V. Koroteev, Vladimir M. Krestyashin, Dmitry Yu. Vybornov, Nikolay I. Tarasov, Andrey V. Semenov, Polina A. Gorelova, Natalya A. Karlova*
Complications in adolescent idiopathic scoliosis surgery. Review 65
-  *Gurgen A. Kesyan, Igor G. Arsen'ev, Rashid Z. Urazgil'deev, Grigoriy S. Karapetyan, Andrey N. Levin, Ovsep G. Kesyan, Artem A. Shuyskiy*
Current trends and prospects for total elbow arthroplasty (literature review) 75
-  *Igor Yu. Kruglov, Nicolai Yu. Rumyantsev, Olga E. Agranovich, Gamzat G. Omarov, Ilya M. Kagantsov, Natalia N. Rumiantceva*
Current views on the management of congenital dislocation of the knee based on current data on the outcomes of orthopedic treatment in these patients. 93

SHORT REPORTS

- Aleksandr M. Miromanov, Sergey O. Davydov*
6th Congress of Traumatologists and Orthopedists of the Far Eastern Federal District. 101

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89514>

Problems with fixing chronic injuries of the anterior pelvic ring

Anatoly F. Lazarev, Edward I. Solod, Yago G. Gudushauri, Malkhaz G. Kakabadze, Alexander S. Roskidailo, Eugene I. Kalinin, Vyacheslav V. Konovalov, Ivan N. Marychev

N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: A separate problem is the surgical treatment of the pelvic joints, especially the pubic joint. Stabilization in the case of chronic pelvic injuries using standard methods used in the treatment of patients with acute pelvic injuries reveals cases of plate fatigue fractures, metal structures migrations and the need for repeated surgical interventions. In this regard, in order to fix injuries to the anterior pelvis in case of chronic injuries, it is necessary to use other, special tactical approaches to fixing bone fractures and joint ruptures, and to develop metal structures adapted for such cases.

AIM: To study of the features of fixation in chronic pelvic injuries and analysis of the results with various methods of fixation of the anterior pelvic ring in chronic cases.

MATERIALS AND METHODS: Under our supervision in the first department of the “FGBU NMITs TO im. NN Priorov” of the Ministry of Health of the Russian Federation for the period from 2000 to 2015. 117 patients were observed who underwent surgical treatment using standard reconstructive plates for chronic injuries of the anterior pelvis used in the surgical treatment of acute injuries of the pelvic ring.

RESULTS: Group No. 1, consisting of 65 patients who underwent fixation of the anterior half-ring with reconstructive plates, implanted in the standard way as in acute trauma, 12 patients (10.2%) had migration or fracture of metal structures for a period of 2 to 6 months from the date of surgery.

Group No. 2 consists of 52 patients who underwent fixation of the anterior pelvic semicircle with two plates located on the pubic bones mutually perpendicular to each other using the standard method. Destabilization of metal structures was detected in 7 patients (13.4%) with X-ray control in the period from 2 weeks to 2 months after the operation.

CONCLUSION: The standard approach to fixation of such injuries, as in acute (up to 3 weeks from the moment of injury), does not create conditions for stable fixation. In the first case, attention is drawn to the fact that after the plate fracture, the diastasis between the pubic bones increased to almost the same level as at the time of admission. From this, it can be concluded that the fibro-cicatrice process formed in traumatic foci creates a rigid deformation, and when restoring the anatomical integrity of the pelvic ring, with the use of bone osteosynthesis, the plate with chronic injuries experiences stronger loads than in acute trauma and causes a fatigue fracture of metal structures.

Keywords: pelvis; pelvic ring; chronic pelvic injury; osteosynthesis of pelvic bones.

To cite this article:

Lazarev AF, Solod EI, Gudushayri YG, Kakabadze MG, Roskidailo AS, Kalinin EI, Konovalov VV, Marychev IN. Problems with fixing chronic injuries of the anterior pelvic ring. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(3):5-12. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89514>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89514>

Проблемы при фиксации застарелых повреждений переднего отдела тазового кольца

А.Ф. Лазарев, Э.И. Солод, Я.Г. Гудушаури, М.Г. Какабадзе, А.С. Роскидайло, Е.И. Калинин, В.В. Коновалов, И.Н. Марычев

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Актуальной проблемой является хирургическое лечение сочленений таза, в особенности лонного сочленения. При стабилизации в случае застарелых травм таза стандартными методами, применяемыми при лечении пациентов при острых повреждениях таза, выявляются случаи усталостных переломов пластин, миграций металлоконструкции и необходимости повторных оперативных вмешательств. В связи с этим для фиксации повреждений переднего отдела таза при застарелых повреждениях необходимо применение иных, особенных тактических подходов к фиксации переломов костей и разрывов сочленений, разработка адаптированных для таких случаев металлоконструкций.

Цель. Изучение особенностей фиксации при застарелых повреждениях таза и анализ результатов при различных способах фиксации переднего отдела тазового кольца в случаях давних травм.

Материалы и методы. Под нашим наблюдением в первом отделении ФГБУ НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова МЗ РФ с 2000 по 2015 год находились 117 пациентов, которым проведено хирургическое лечение с использованием стандартных реконструктивных пластин при застарелых повреждениях переднего отдела таза, применяемых при оперативном лечении острых травм тазового кольца.

Выводы. В 1-й группе, состоящей из 65 пациентов, которым производилась фиксация переднего полукольца реконструктивными пластинами, имплантированными стандартным способом как при острой травме, у 12 пациентов (10,2%) выявлена миграция или перелом металлоконструкций в срок от 2 до 6 мес с момента оперативного вмешательства.

Во 2-й группе 52 пациентам была проведена фиксация переднего полукольца таза двумя пластинами, расположенными на лонных костях взаимоперпендикулярно по отношению друг к другу стандартным методом. Дестабилизация металлоконструкций выявлена у 7 пациентов (13,4%) при рентгенологическом контроле в сроки от 2 нед. до 2 мес после проведенной операции.

Заключение. Стандартный подход к фиксации таких повреждений, как при острых травмах таза (до 3 нед. с момента травмы), не создает условий для стабильной фиксации. В первом случае следует отметить, что после перелома пластины диастаз между лонными костями увеличился практически до того же уровня, что и на момент поступления. Отсюда можно сделать вывод, что фиброзно-рубцовый процесс, сформировавшийся в травматических очагах, создает ригидную деформацию, и при восстановлении анатомической целостности тазового кольца с применением накостного остеосинтеза пластина при застарелых повреждениях испытывает более значительные нагрузки, чем при острой травме, и вызывает усталостный перелом металлоконструкций.

Ключевые слова: таз; тазовое кольцо; застарелое повреждение таза; остеосинтез костей таза.

Как цитировать:

Лазарев А.Ф., Солод Э.И., Гудушаури Я.Г., Какабадзе М.Г., Роскидайло А.С., Калинин Е.И., Коновалов В.В., Марычев И.Н. Проблемы при фиксации застарелых повреждений переднего отдела тазового кольца // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 3. С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89514>

BACKGROUND

Currently, the issue of pelvic ring injury treatment is relevant in traumatology. Among the musculoskeletal system injuries, pelvic ring injuries account for 4%–8% of cases in traumatism. Pelvic ring injuries represent one of the most severe musculoskeletal system injuries. In cases of polytrauma, the number of pelvic ring injuries increases to 25%; whereas, pelvic injuries account for up to 60% of cases in injuries due to road traffic accidents [1–3, 6–8, 10]. Patients with such injuries are often in a serious, critical condition, which prevents the final osteosynthesis of pelvic ring injuries in the acute period, and only urgent methods are allowed to stabilize the pelvic ring [1, 2, 9, 10]. With emergency pelvic fixation, an anatomical restoration of traumatic foci of the pelvic ring is often impossible. Long-term recovery and stabilization of the patient's vital functions lead to a transition from the acute phase of pelvic ring injury to an inveterate, rigid form of damage [6–8].

The need for surgical anterior pelvic treatment and the choice of fixation method for such injuries remains debatable to date. Studies revealed that 60% of pelvic ring stability is provided by the posterior sections and only 10% is ensured by the anterior pelvic ring. Notably, the anterior pelvic integrity provides 40% of the pelvic ring stability [1, 4–7]. The largest number of fractures in pelvic ring injuries occurs in the pubic rami, as well as pubic symphysis ruptures, which account for approximately 70% of cases with pelvic injuries.

A separate problem is the surgical pelvic joint treatment, especially the pubic articulation. In chronic pelvic injuries, stabilization using standard methods [11] that are applied in the treatment of patients with acute pelvic injuries revealed cases of fatigue fractures of the plates, surgical hardware migration, and the need for repeated surgical interventions. Thus, other special approaches to fixing bone fractures and joint ruptures are required, as well as the development of surgical hardware for such cases, to fix anterior pelvic injuries in case of chronic trauma.

This study aimed to determine the aspects of fixation in chronic pelvic injuries and analyze the results of various methods of anterior pelvic ring fixation in chronic cases.

MATERIALS AND METHODS

A total of 117 patients, who underwent surgical treatment using standard reconstructive plates for chronic anterior pelvic and acute pelvic ring injuries, were under our supervision from 2000 to 2015 in the Department 1 of the N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of the Russian Federation.

Most of these patients were of working age of 20–59 years old ($n=101$), whereas others were older people ($n=12$) and younger patients ($n=4$). Male patients (70 patients) were more than females (47 patients). In terms of the nature

of the injury, injuries from road accidents predominated (65 patients), those from object compression were registered in 18, catatrauma in 15, and other causes in 19 patients.

The patients mainly complained of pain in the anterior pelvic ring, aggravated by physical exertion and gait disturbances. The patients sought medical help after 4 weeks to 3 years after the pelvic ring injury, after conservative or hardware treatment.

The patients were carefully examined, and interviews were conducted with patients, which included detailed history taking, X-ray multiprojection examination, and computed tomography examination of the pelvic ring.

In 65 patients, reconstructive plates of the Association of Osteosynthesis (AO) and AO pelvic plates were used as the method of choice for pelvic ring stabilization. Fixation was performed using the standard method for acute pelvic injuries. In 52 patients, the anterior pelvis was fixed with two reconstructive AO plates, of which one was placed as standard along the upper edge of the pubic bones and the other along the anterior surface of the pubic bones perpendicular to plate 1.

No differences were found in the postoperative management in operated patients, which included antibacterial, anti-inflammatory, and anticoagulant therapy. Additionally, patients were activated on postoperative day 2 and were recommended to walk with additional support on crutches for 2 months postoperatively, with periodic outpatient examinations and X-ray control every 2 months.

The surgical treatment results in both groups were evaluated using the Majeed scale [12].

The Ethics Committee issued the protocol of the Local Ethics Committee of the N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of Russia, No. 3 dated 09/22/2020.

RESULTS

In group 1, which consisted of 65 patients who underwent anterior ring fixation with implanted reconstructive plates using the standard method, as in acute injuries, migration or fracture of surgical hardware was detected in 12 patients (10.2%) within postoperative 2–6 months.

Clinical case No. 1. A 52-year-old patient had an injury due to a road traffic accident 1 year and 1 month ago. At the site of injury, conservative treatment was performed with skeletal traction for the tuberosity of the right tibia for 1 month. The patient was admitted to the Department 1 of the N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics 1 year after the injury with a diagnosis of a long-standing pubic symphysis rupture, misaligned right acetabulum fracture, aseptic necrosis of the right femur head, chronic dislocation of the right femur head, and right and left sacroiliac joint ruptures (Fig. 1).

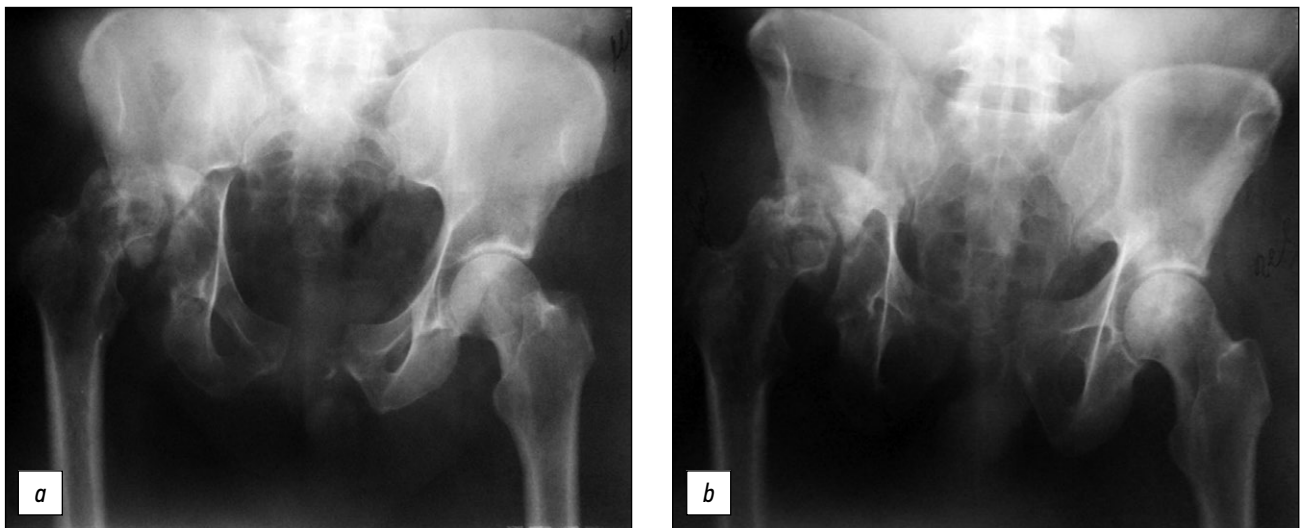


Fig. 1. Patient, 58 years old. X-rays 1 year after injury: *a* — frontal, *b* — out-let.



Fig. 2. X-rays after surgery.



Fig. 3. 34 days after surgery.



Fig. 4. Plain radiography of the pelvis.

After the examination and preparation of the patient, performing a hardware fusion of the anterior pelvic ring with a reconstructive plate was decided (Fig. 2).

After 34 days, the patient came for a consultation complaining of anterior pelvic pain. The radiograph revealed hardware destabilization (Fig. 3).

In group 2, 52 patients underwent anterior pelvic ring fixation with two plates located on the pubic bones that are mutually perpendicular to each other by the standard method. Hardware destabilization was detected in seven patients (13.4%) during X-ray control in 2 weeks to 2 months postoperatively.

Clinical case No. 2. A 53-year-old female patient was admitted 4 weeks after a catatrauma with a diagnosis of consequences of a severe concomitant injury, a chronic bilateral pubic symphysis and sacroiliac joint rupture, a chronic left pubic and ischial bone and left acetabulum

fracture, and vertical displacement of the left half of the pelvis (Fig. 4).

Pelvic computed tomography was performed (Fig. 5).

A two-stage surgical treatment was decided. At stage 1, the left sacroiliac joint mobilization was performed with the imposition of skeletal traction for the left tibia tuberosity for 14 days (Fig. 6).

After bringing down the left half of the pelvis at stage 2, a hardware fusion of the anterior pelvic ring was performed with two reconstructive plates, and the left sacroiliac joint was fixed with two cannulated screws (Fig. 7, 8).

Although the anterior pelvic ring was stabilized with two plates and the posterior pelvic ring was fixed, the hardware destabilization was detected 14 days postoperative when the patient started her locomotor activity (Fig. 9).

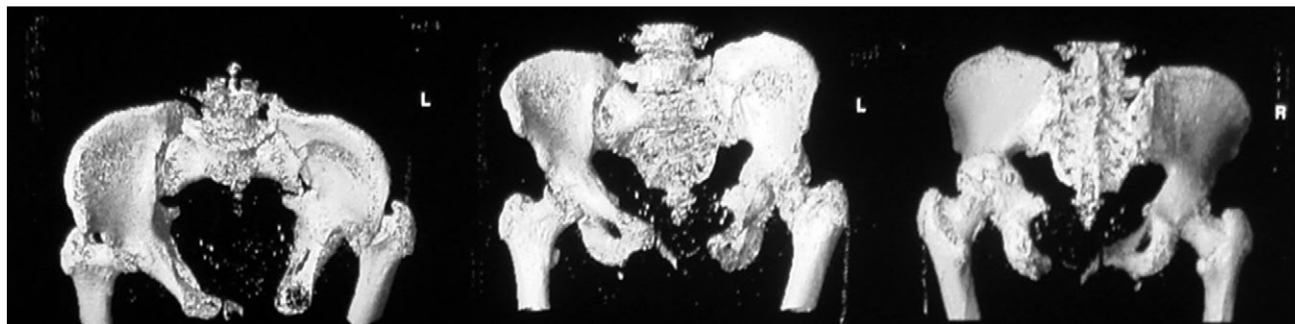


Fig. 5. Computed tomography of the pelvis.

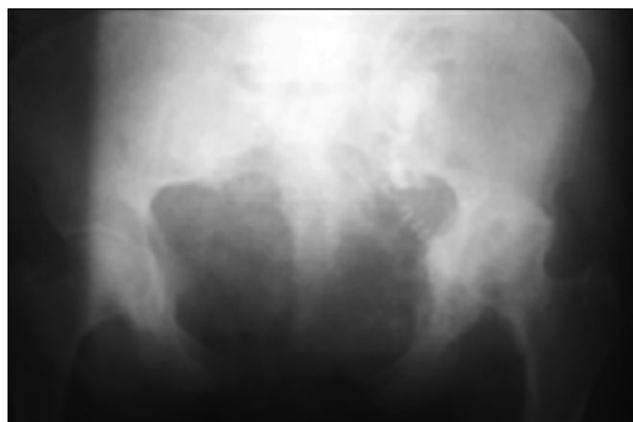


Fig. 6. X-ray after the mobilization of the left sacroiliac joint.



Fig. 7. Plain radiography of the pelvis after surgery.



Fig. 8. Caudal radiography of the pelvis. In-let projection.



Fig. 9. Plain radiography of the pelvis. Destabilization of metal structures.

Table 1. The evaluation of treatment results using the Majeed scale

Surgical treatment result	Group 1		Group 2	
	one plate		two plates	
	n	share, %	n	share, %
Excellent	8	12,3	16	38,8
Good	14	21,5	23	44,2
Satisfactory	31	47,7	6	11,5
Poor	12	18,5	7	13,5
Total	65	100,0	52	100,0
– including destabilization	12	10,2	7	13,4

The statistical analysis of long-term surgical treatment results in the study groups revealed that in group 1, with stabilization using one plate, the average score using the Majeed scale was 67 ± 0.5 , which corresponds to satisfactory treatment results. Further, in group 2, with stabilization performed using two plates, the average score was 74 ± 1.1 , which is considered good results (Table 1).

DISCUSSION

The result analysis in the study concluded that standard approaches are not always effective in surgical stabilization of chronic anterior pelvic ring injuries and the search for a special method, different from the standard ones, is required for acute injury treatment, as well as an adapted approach to the choice of method and means of surgical stabilization with chronic injuries. Over time, in the absence of appropriate treatment of fractures and pelvic ring joint ruptures, scar-fibrous adhesions of the pelvic ring are formed, which rarely provide pelvic stability as a single system, leading to rigid post-traumatic pelvic ring deformity.

Considering the cases of hardware destabilization in the studied groups (10.2% and 13.4% in groups 1 and 2, respectively), as well as the analysis of the long-term obtained results, standard approaches in stabilizing the anterior pelvic ring are ineffective in cases of chronic pelvic ring injuries.

The use of fixation methods for acute injuries (up to 3 weeks from the moment of injury) in cases of chronic injuries does not achieve the necessary conditions for stable fixation. In clinical case 1, the diastasis between the pubic bones returned to the same level as at admission when the hardware was destabilized. Therefore, we conclude that the fibrous-cicatrical process formed in traumatic foci has a stable, rigid structure, and when an anatomical pelvic reposition is achieved using the standard method of extra-cortical osteosynthesis, the plate experiences stronger mechanical loads than that of a recent injury, thus fatigue fracture of the hardware occurs.

In clinical case 2, the hardware destabilization was assumed due to the use of two plates that are forced to be directly fixed with a large number of screws in the superior pubic rami, which decreases the bone mass and the strength of the bone itself. Both plates and each plate separately bear multidirectional loads that are experienced by the pubic symphysis, leading to hardware instability.

Given these hardware destabilization factors, developing new hardware that is biomechanically adapted to stabilize the anterior pelvic ring in chronic cases became necessary.

CONCLUSIONS

1. In the surgical treatment of chronic anterior pelvic injuries, a new special approach is required, which differs from the treatment of similar joint fractures and ruptures with recent injuries.
2. In cases of chronic anterior pelvic ring injuries, due to pelvic rigidity due to the fibrous-cicatrical process, more significant rupture forces destabilize standard hardware, which necessitates the search for new fixators that can withstand the forces acting on the rupture.
3. Chronic anterior pelvic ring injuries often accompany posterior pelvic injuries, which also require fixation.

ADDITIONAL INFO

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Funding source. The work was done within the framework of the state assignment "Surgical treatment of chronic ruptures of the pubic symphysis and their complications using customized implants" No. 121052600266-3.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

REFERENCES

1. Ruedi TP, Buckley RE, Morgan CG. *AO principles of fracture management*. 2nd ed. Switzerland: AO Publishing; 2007. P. 696–717.
2. Simon RR, Sherman SC, Koenigsnecht SJ. *Emergency orthopedics: the extremities*. 5th ed. New York: McGraw-Hill; 2007. P. 361–391.
3. Tile M. Acute pelvic fractures: I. Causation and classification. *J Am Acad Orthop Surg*. 1996;4(3):143–151. doi: 10.5435/00124635-199605000-00004
4. Dyatlov MM. *Complex injuries to the pelvis. What to do?* Guide for doctors and students. Gomel: Gomel State Medical University; 2006. 496 p.
5. Tornetta P, Matta JM. Internal fixation of unstable pelvic ring injuries. *Orthop Trans*. 1994;18(4):727–733.
6. Lazarev AF, Gudushauri YG, Kostiv EP, et al. Challenging issues of the doctrine of the pelvis polytrauma. *Pacific Medical Journal*. 2017;(1):17–23. doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2017.1.17-23
7. Stelmakh KK. Treatment of unstable pelvic injuries. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2005;(4):31–38.
8. Shlykov IL. Variants of surgical techniques depending on the type of pelvic deformity. *Perm Medical Journal*. 2009; 26(6):50–53.
9. Ivanov PA, Zadneprovskiy NN. Efficacy of various arrangements of pelvic external rod fixators in polytraumatized patients at resuscitation step. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2014;21(1):12–18. doi: 10.17816/vto20140112-18
10. Ushakov SA, Lukin SY, Nikol'skiy AV. Treatment of vertically unstable pelvic ring injuries in patients with complicated pelvic trauma. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2014;21(1):26–31. doi: 10.17816/vto20140126-31
11. Donchenko SV, Dubrov VE, Golubyatnikov AV, et al. Techniques for final pelvic ring fixation based on the method of finite element modeling. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2014;21(1):38–44. doi: 10.17816/vto20140138-44
12. Majeed SA. Grading the outcome of pelvic fractures. *J Bone Joint Surg*. 1989;71(2):304–306. doi: 10.1302/0301-620X.71B2.2925751

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ruedi T.P., Buckley R.E., Morgan C.G. AO principles of fracture management. 2nd ed. Switzerland: AO Publishing, 2007. P. 696–717.
2. Simon R.R., Sherman S.C., Koenigsnecht S.J. Emergency orthopedics: the extremities. New York: McGraw-Hill, 2007. P. 361–391.
3. Tile M. Acute pelvic fractures: I. Causation and classification // *J Am Acad Orthop Surg*. 1996. Vol. 4, N 3. P. 143–151. doi: 10.5435/00124635-199605000-00004
4. Дятлов М.М. Сложные повреждения таза. Что делать? Руководство для врачей и студентов. Гомель: Гомельский государственный медицинский университет, 2006. 496 с.
5. Tornetta P., Matta J.M. Internal fixation of unstable pelvic ring injuries // *Orthop Trans*. 1994. Vol. 18, N 4. P. 727–733.
6. Лазарев А.Ф., Гудушаури Я.Г., Костив Е.П., и др. Клинические аспекты осложнений повреждений таза // *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2017. № 1. С. 17–23. doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2017.1.17-23
7. Стэльмах К.К. Лечение нестабильных повреждений таза // *Травматология и ортопедия России*. 2005. № 4. С. 31–38.
8. Шлыков И.Л. Варианты хирургической техники в зависимости от вида деформации таза // *Пермский медицинский журнал*. 2009. Т. 26, № 6. С. 50–53.
9. Иванов П.А., Заднепровский Н.Н. Эффективность различных компоновок стержневых аппаратов внешней фиксации таза у пациентов с политравмой на реанимационном этапе // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2014. Т. 21, № 1. С. 12–18. doi: 10.17816/vto20140112-18
10. Ушаков С.А., Лукин С.Ю., Никольский А.В. Лечение вертикально нестабильных повреждений тазового кольца у пострадавших с осложненной травмой таза // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2014. Т. 21, № 1. С. 26–31. doi: 10.17816/vto20140126-31
11. Донченко С.В., Дубров В.Э., Голубятников А.В., и др. Способы окончательной фиксации тазового кольца, основанные на расчетах конечноэлементной модели // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2014. Т. 21, № 1. С. 38–44. doi: 10.17816/vto20140138-44
12. Majeed S.A. Grading the outcome of pelvic fractures // *J Bone Joint Surg*. 1989. Vol. 71, N 2. P. 304–306. doi: 10.1302/0301-620X.71B2.2925751

AUTHORS INFO

***Eugene I. Kalinin**, MD, post-graduate student, traumatologist-orthopedist; address: 10 Priorova str., 127299, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2766-5670>; e-mail: Kalinin_evgeny@mail.ru

Anatoly F. Lazarev, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.); traumatologist-orthopedist; e-mail: lazarev.anatoly@gmail.com

Edward I. Solod, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.); traumatologist-orthopedist; e-mail: doctorsolod@mail.ru

ОБ АВТОРАХ

***Евгений Игоревич Калинин**, врач травматолог-ортопед, аспирант; адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2766-5670>; e-mail: Kalinin_evgeny@mail.ru

Анатолий Федорович Лазарев, д-р мед. наук, профессор, врач травматолог-ортопед; e-mail: lazarev.anatoly@gmail.com

Эдуард Иванович Солод, д-р мед. наук, профессор, врач травматолог-ортопед; e-mail: doctorsolod@mail.ru

Yago G. Gudushauri, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.);
traumatologist-orthopedist;
e-mail: gogich71@mail.ru

Malkhaz G. Kakabadze, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
e-mail: malkhaz@mail.ru

Alexander S. Roskidailo, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
e-mail: al-sergeevich@mail.ru

Vyacheslav V. Kononov, medical resident,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8954-9192>;
e-mail: slava2801@yandex.ru

Ivan N. Marychev, medical resident,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5268-4972>;
e-mail: dr.ivan.marychev@mail.ru

Яго Гогиевич Гудушаури, д-р мед. наук,
врач травматолог-ортопед;
e-mail: gogich71@mail.ru

Малхаз Гурамович Какабадзе, канд. мед. наук,
врач травматолог-ортопед;
e-mail: malkhaz@mail.ru

Александр Сергеевич Роскидайло, канд. мед. наук,
врач травматолог-ортопед;
e-mail: al-sergeevich@mail.ru

Вячеслав Валерьевич Коновалов, ординатор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8954-9192>;
e-mail: slava2801@yandex.ru

Иван Николаевич Марычев, ординатор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5268-4972>;
e-mail: dr.ivan.marychev@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto65076>

Хирургическая реабилитация пациентов с последствиями перелома пилона

К.А. Гражданов*, П.П. Зуев, О.А. Кауц, Н.И. Романов, Ю.А. Барабаш, С.И. Киреев, И.А. Норкин

Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, Саратов, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Перелом пилона — это внутрисуставное повреждение дистального метаэпифиза большеберцовой кости, которое, как правило, носит оскольчатый характер. Первостепенное значение в реабилитации пациентов с подобной патологией имеет полноценная реконструкция суставной поверхности большеберцовой кости и восстановление оси поврежденной конечности, поэтому приоритет отдан реконструктивным хирургическим методикам. На фоне повреждения пилона нередко развивается деформирующий артроз голеностопного сустава, снижающий его функции. В данной клинической ситуации предпочтительным способом хирургической реабилитации пациентов является выполнение артродеза голеностопного сустава.

Цель исследования — демонстрация успешно выполненных операций пациентов с последствиями внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости.

Материалы и методы. Для изучения исходных данных и результатов хирургического лечения 16 пациентов с обозначенной патологией были использованы клинические и рентгенологические методы. Восстановление опорной функции стопы и уровень болевого синдрома после проведенного лечения оценивали в том числе при помощи опросника Foot Functional Index. Учитывая полученные клинико-рентгенологические данные, всем пациентам был выполнен костно-пластический артродез голеностопного сустава с исправлением деформации конечности. Для фиксации голеностопного сустава был использован интрамедуллярный ретроградный блокируемый стержень.

Результаты. Установлено, что выполнение костно-пластического артродеза голеностопного сустава обеспечивает полное восстановление опорной функции травмированной нижней конечности с купированием болевого синдрома в срок 3–4 мес после оперативного вмешательства.

Ключевые слова: дистальный метаэпифиз большеберцовой кости; таранная кость; деформация сустава; посттравматический артроз; артродез; интрамедуллярная фиксация.

Как цитировать:

Гражданов К.А., Зуев П.П., Кауц О.А., Романов Н.И., Барабаш Ю.А., Киреев С.И., Норкин И.А. Хирургическая реабилитация пациентов с последствиями перелома пилона // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 3. С. 13–19. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto65076>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto65076>

Surgical rehabilitation of patients with the consequences of pilon fractures

Konstantin A. Grazhdanov*, Pavel P. Zuev, Oleg A. Kautz, Nikolay I. Romanov, Yurij A. Barabash, Sergey I. Kireev, Igor A. Norkin

Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Pilon fracture is an intra-articular injury of tibia distal metaepiphysis; it's often comminuted. Comprehensive reconstruction of the tibia articular surface and recovery of the axil in the affected extremity is of prime importance for the rehabilitation of patients with such pathology, so priority is given to reconstructive surgical techniques. Pilon injury often causes deforming arthrosis of the ankle joint that reduces its functions. It is ankle arthrodesis that is considered to be the preferred method of surgical rehabilitation in this clinical setting.

AIM: The presentation of successful outcomes in patients with consequences of intra-articular fractures of distal tibial metaepiphysis.

MATERIALS AND METHODS: Clinical and radiological methods were used to study the initial data and outcomes of 16 patients suffering from pilon fractures. The recovery of the supporting function of the foot and the level of pain syndrome after the treatment were evaluated with the Foot Functional Index questionnaire. Taking into account the obtained clinical and radiological data, all patients underwent bone-plastic arthrodesis of the ankle joint with correction of limb deformity. An intramedullary retrograde tibial lockable rod was used to fix the ankle joint.

RESULTS: It was established that the performance of bone-plastic arthrodesis of the ankle joint provides a complete restoration of the supporting function of the injured lower limb with the relief of pain in the period of 3–4 months after surgery.

CONCLUSION: The use of intramedullary retrograde rod with blocking for the fixation of the ankle joint does not require the use of additional immobilization, provides the possibility of early loading on the operated limb.

Keywords: distal tibial metaepiphysis; talus; joint deformity; post-traumatic arthrosis; arthrodesis; intramedullary fixation.

To cite this article:

Grazhdanov KA, Zuev PP, Kautz OA, Romanov NI, Barabash YuA, Kireev SI, Norkin IA. Surgical rehabilitation of patients with the consequences of pilon fractures. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(3):13–19. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto65076>

ВВЕДЕНИЕ

В современной литературе пилон описывается как анатомическая область, которая включает суставную поверхность дистального отдела большеберцовой кости (БК), распространяясь выше на 8–10 см до места перехода метафиза в диафиз. Перелом пилона представляет собой внутрисуставное повреждение дистального метаэпифиза БК, развивающегося на фоне высокоэнергетического осевого воздействия таранной кости (ТК) на суставную поверхность БК и, как правило, носит оскольчатый характер [1, 2]. В структуре общей костной травмы скелета переломы пилона составляют, по данным различных авторов, от 3 до 7%, среди переломов БК внутрисуставные повреждения дистального метаэпифиза достигают 10% [3, 4].

Полноценная реконструкция поврежденной суставной поверхности БК и восстановление оси поврежденной конечности имеют первостепенное значение в реабилитации пациентов с переломами пилона, в связи с этим приоритет в лечении пациентов с данной патологией отдан хирургическим методам [5, 6]. Улучшения результатов лечения больных с внутрисуставными повреждениями дистального метаэпифиза БК современные травматологи видят в совершенствовании металлоконструкций и технологий остеосинтеза, однако количество неудовлетворительных исходов остается высоким — от 10 до 54%. Многолетние наблюдения показывают, что до 43% трудоспособных лиц, получивших повреждения пилона, не смогли вернуться к прежней трудовой деятельности на фоне посттравматических контрактур (29–50%), сформировавшихся деформаций голеностопного сустава (ГС) (12–20%) и развития посттравматического крузартроза (60–80%). Количество повторных оперативных вмешательств с целью восстановления опороспособности конечности достигает 40% [2, 7]. Выполняемые реконструктивные операции у пациентов с последствиями перелома дистального метаэпифиза БК позволяют восстановить ось и опороспособность конечности, однако контрольные наблюдения показывают значительное снижение функции ГС с развитием остеоартроза [5].

Терминальные стадии деформирующего артроза ГС на фоне деформации пилона приводят к стойкому болевому синдрому и ограничению функциональной пригодности травмированной нижней конечности. В данной клинической ситуации наиболее предпочтительным способом хирургической реабилитации пациентов является выполнение артрореза ГС [8, 9].

Представляем клиническое наблюдение успешно выполненных операций у пациентов с последствиями внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Группу наблюдения составили 16 пациентов трудоспособного возраста (11 мужчин, средний возраст 47 ± 10 лет,

и 5 женщин, средний возраст 34 ± 15 лет) с последствиями переломов дистального метаэпифиза БК, которые были прооперированы в травматолого-ортопедическом отделении № 1 НИИТОН СГМУ с 2015 по 2019 год. Все пациенты ранее лечились по месту жительства по поводу оскольчатых переломов пилона и обратились в связи с неудовлетворительными результатами лечения в сроки от 6 мес до 3 лет с момента получения травмы.

Этическая экспертиза: протокол ЛЭК ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России № 7 от 02.02.2021.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для изучения исходных данных и результатов хирургического лечения пациентов были использованы клинические и рентгенологические методы. Восстановление опорной функции стопы и уровень болевого синдрома после проведенного лечения оценивали в том числе при помощи опросника Foot Functional Index (FFI, функциональный индекс стопы).

При обследовании больных выявлены следующие клинические проявления: выраженный болевой синдром в области ГС, усиливающийся при нагрузке на конечность; отсутствие возможности передвижения пациентов без дополнительных средств опоры; стойкий отек и деформация; выраженные ограничения движений в ГС более 70% от нормы. Рентгенологические данные выявили нарушение оси голени и анатомических взаимоотношений в ГС на фоне неправильно сросшихся или замедленно срастающихся переломов дистального метаэпифиза БК и малоберцовой кости (МК), наличие посттравматических дефектов кости, признаки вторичного артроза в ГС 3–4 степени.

В структуре выявленных нарушений оси конечности преобладали комбинированные деформации во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Наиболее часто отмечали *valgus* и *retrocurvatio* дистального метаэпифиза БК (7 клинических наблюдений), а также *varus* и *ante-curvatio* (6 клинических наблюдений). Изолированные формы деформации пилона отмечали в единичных случаях. Учитывая полученные клиничко-рентгенологические данные, всем пациентам был выполнен костно-пластический артрорез ГС с исправлением деформации конечности. Для фиксации ГС использован интрамедуллярный ретроградный блокируемый стержень.

Хирургический доступ и вариант корригирующей остеотомии избирали в зависимости от типа превалирующей деформации дистального метаэпифиза БК. При варусной деформации пилона с нарушением оси голени выполняли доступ по передней поверхности ГС для создания адекватного обзора патологической зоны во фронтальной плоскости. Для восстановления оси голени использовали надлодыжечную остеотомию на вершине деформации БК и пересечение МК на уровне неправильно сросшегося перелома. Далее проводили артротомию, ревизию

и артролиз ГС, экономную резекцию суставных поверхностей ТК и БК, плотное сопоставление ТК и БК и фиксацию интрамедуллярным ретроградным блокируемым стержнем ГС и подтаранного суставов. При наличии костного дефекта выполняли аллопластику костной крошкой. Для устранения вальгусной деформации ГС оптимальным, на наш взгляд, являлся доступ по наружной поверхности ГС с отсечением и отведением наружной лодыжки для хорошей визуализации пилона в сагиттальной плоскости. После вскрытия полости сустава и удаления рубцовых тканей для восстановления анатомических взаимоотношений в ГС проводили моделирующую клиновидную остеотомию дистального отдела БК и купола ТК. Далее под рентгенологическим контролем выполняли устранение деформации сустава и фиксацию интрамедуллярным ретроградным блокируемым стержнем. Отсеченную ранее дистальную часть МК после освобождения от мягких тканей фиксировали винтом к наружным частям ТК и БК, с перекрытием линии сустава в виде ауотрансплантата.

По аналогичному принципу были выполнены хирургические вмешательства при антекурвационном и ретрокурвационном типах деформации ГС. При наличии несросшегося перелома дистального метаэпифиза БК с компрессией задних или передних отделов пилона, приведшей к формированию подвывиха стопы, деформацию сустава устраняли за счет клиновидной резекции переднего или заднего края БК и экономной резекции суставной поверхности ТК. Фиксацию сустава и перелома БК выполняли интрамедуллярным ретроградным блокируемым стержнем с установкой одного блокирующего винта с возможностью динамической компрессии зоны замедленной консолидации.

Дополнительную иммобилизацию оперированного сегмента не проводили. После снятия швов пациенты передвигались с дозированной постепенно увеличивающейся нагрузкой на оперированную конечность до полной через 6 нед.

При контрольном осмотре через 2 мес после операции пациенты отмечали значительное купирование болевого синдрома в области ГС. Пациенты полностью нагружали оперированную конечность и, несмотря на рекомендации лечащего врача, отказывались от дополнительных средств опоры при передвижении. Отек в области дистального отдела голени и стопы сохранялся до 3–4 мес после операции. Контрольные рентгенологические исследования позволили констатировать формирование костного анкилоза в области ГС во всех клинических наблюдениях в сроки от 6 до 12 мес с момента операции. В 1 случае в связи с признаками воспаления в области проксимальных блокирующих винтов выполнено раннее удаление интрамедуллярного стержня через 4 мес после операции с дополнительной фиксацией ГС в тугоре на 2 мес. Через 10–14 мес после операции 12 пациентам выполнили удаление металлоконструкции в связи с болевым синдромом в области их установки. Результаты тестирования показателей FFI в сроки от 12 до 14 мес после операции составили $28 \pm 19,3$ балла, что свидетельствует о купировании болевого синдрома и удовлетворительном восстановлении опорной функции травмированной конечности.

Клинический случай

Пациент Т., 40 лет, обратился в НИИТОН СГМУ через 10 мес после получения травмы. По результатам проведенного обследования установлен диагноз: неправильно сросшиеся переломы дистального отдела правой БК и МК, комбинированная деформация голени; посттравматический правосторонний крузартроз 4 стадии; контрактура правого ГС; болевой синдром (рисунк, а).

Оперативное вмешательство выполнено под спинномозговой анестезией с наложением пневматического жгута в нижней трети бедра. Доступ по наружной поверхности дистального отдела голени, после отведения наружной лодыжки выполнена артротомия и артролиз ГС.

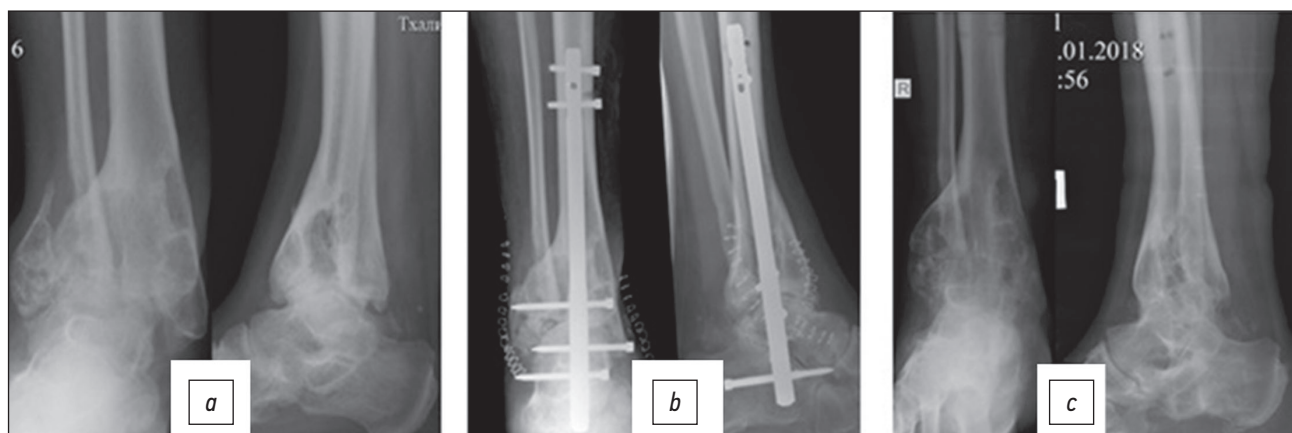


Рисунок. Рентгенография голеностопного сустава больного Т., 40 лет (а) на момент обращения, (б) после выполнения операции, (с) через 14 мес после операции, интрамедуллярный фиксатор удален

Figure. X-ray image of 40 y. o. patient T's ankle joint (a) at presentation, (b) after the surgery, (c) in 14 months after the surgery, intramedullary fixator removed

Для устранения деформации произведена моделирующая клиновидная резекция суставной поверхности БК и экономная моделирующая резекция ТК. После фиксации ГС интрамедуллярным ретроградным стержнем и его блокирования свободную часть дистального отдела МК фрагментировали и переместили в область дефекта БК по наружной поверхности (рисунок, б).

Послеоперационный период протекал без осложнений. Через 10 нед. после операции пациент передвигался с полной опорой на конечность, и вернулся к прежней трудовой деятельности. Костный анкилоз ГС был отмечен при контрольной рентгенографии через 12 мес после оперативного вмешательства. В этот период больной предъявлял жалобы на периодические боли в проекции уставленных металлоконструкций, в связи чем выполнено их удаление через 14 мес после первичного оперативного вмешательства (рисунок, б).

Индивидуальные показатели FFI на момент удаления металлоконструкции составили 31,5 балл.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ литературных данных и собственные наблюдения подтверждают актуальность проблемы хирургической реабилитации пациентов с последствия травмы пилона в связи с большим количеством неудовлетворительных исходов лечения первичной травмы у лиц трудоспособного возраста [2, 5, 7]. Данные обследования пациентов позволили сделать вывод о том, что сформировавшаяся деформация дистального отдела голени является основным патоморфологическим фактором, приводящим к развитию терминальной стадии артроза ГС. Тип деформации зависит от вовлечения в патологический процесс анатомических отделов пилона. Ориентируясь на разделение дистального метаэпифиза большеберцовой кости на три колонны [10] возможно выделить несколько достаточно типичных видов деформаций дистального отдела голени и ГС у пациентов с последствиями перелома пилона. При фронтальной компрессии медиальной колонны с «соскальзыванием» латеральной колонны формируется варусная деформация с нарушением оси голени и ГС. При вдавливании латеральной колонны возникает вальгусная деформация ГС с сохранением оси голени. При аксиальной компрессии медиальной и/или задней колонны также сохраняется анатомическая ось голени во фронтальной плоскости, но формируется антели ретрокурвационная деформация ГС с подвывихом стопы кзади или кпереди. При сочетании повреждений боковых и задней колонны формируется деформация в нескольких плоскостях. В зависимости от выявленной формы посттравматической деформации дистального отдела голени и ГС определялся алгоритм оперативного вмешательства: вариант хирургического доступа, тип и уровень корригирующей остеотомии БК и МК, объем резекции суставной поверхности ТК. При выборе методики

стабилизации ГС предпочтение отдавали интрамедуллярной фиксации при помощи ретроградного блокируемого стержня для обеспечения возможности нагрузки на оперированную конечность на весь срок, необходимый для формирования костного анкилоза. Сопоставив литературные данные и результаты собственных исследований, мы можем сделать вывод о том, что пациентам с тяжелыми формами посттравматических артрозов ГС, сопровождающимися стойкими болями и выраженным ограничением опорной функции конечности, для возврата к полноценной трудовой деятельности необходимы оперативные вмешательства, направленные на формирование костного анкилоза в ГС [8, 9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный нами ретроспективный анализ результатов хирургического лечения 16 пациентов с последствиями внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза БК, осложненных развитием посттравматических деформаций и артроза ГС, позволяет констатировать, что выполнение костно-пластического артродеза ГС обеспечивает полное восстановление опорной функции травмированной нижней конечности с купированием болевого синдрома в течение 3–4 мес после оперативного вмешательства. Для исправления анатомической оси конечности при посттравматических деформациях ГС может быть применена надлодыжечная остеотомия БК или моделирующая резекция суставных поверхностей ТК и БК в зависимости от величины повреждения медиальной, латеральной или задней колонны пилона. Использование для фиксации ГС интрамедуллярного ретроградного блокируемого стержня не требует применения дополнительной иммобилизации, обеспечивает возможность ранней нагрузки на оперированную конечность.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и дизайн исследования — К.А. Гражданов, П.П. Зуев, О.А. Кауц; сбор и обработка материала — К.А. Гражданов, П.П. Зуев, Н.И. Романов; статистическая обработка — Ю.А. Барабаш, Н.И. Романов; написание текста — К.А. Гражданов; редактирование — С.И. Киреев, И.А. Норкин.

Author contribution. Concept and design of the study — K.A. Grazhdanov, P.P. Zuev, O.A. Kauts; data collection and processing — K.A. Grazhdanov, P.P. Zuev, N.I. Romanov; statistical processing of the data — Yu.A. Barabash, N.I. Romanov; text writing — K.A. Grazhdanov; editing — S.I. Kireev, I.A. Norkin. Thereby,

all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Исследование выполнено в рамках государственного задания «Разработка персонализированного подхода к выбору тактики хирургической реабилитации пациентов с последствиями внутрисуставных повреждений дистального отдела костей голени», номер государственной регистрации 121032300174-6.

Funding source. The study was carried out within the framework of the state assignment “Development of a personalized approach to the tactics choice of patients surgical rehabilitation with the

consequences of intra-articular injuries of the distal leg bones”, No. 121032300174-6.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных и фотографий.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Switaj P.J., Weatherford B., Fuchs D., et al. Evaluation of posterior malleolar fractures and the posterior pilon variant in operatively treated ankle fractures // *Foot Ankle Int.* 2014. Vol. 35, N 9. P. 886–895. doi: 10.1177/1071100714537630
2. Помогаева Е.В. Вопросы терминологии и классификации внутрисуставных переломов дистального отдела костей голени // *Вестник Уральской медицинской академической науки.* 2015. № 4. С. 132–138.
3. Martin O.F., Acosta P.Z., Castrillo A.V., et al. Tibial pilon fractures // *JSM Foot Ankle.* 2016. Vol. 1, N 1. P. 1001
4. Tomas-Hernandez J. High-energy pilon fractures management: state of the art // *EFORT Open Rev.* 2017. Vol. 1, N 10. P. 354–361. doi: 10.1302/2058-5241.1.000016
5. Корж Н.А., Романенко К.К., Горидова Л.Д., Прозоровский Д.В. Переломы костей голени на уровне дистального эпиметафиза (переломы pilon'a) и их последствия, диагностика и лечение // *Травма.* 2011. Т. 12, № 2. С. 6–10.
6. Hoekstra H., Rosseels W., Rammelt S., Nijs S. Direct fixation of fractures of the posterior pilon via a posterome-

dial approach // *Injury.* 2017. Vol. 48, N 6. P. 1269–1274. doi: 10.1016/j.injury.2017.03.016

7. Mauffrey C., Vasario G., Battiston B., et al. Tibial pilon fractures: a review of incidence, diagnosis, treatment, and complications // *Acta Orthop Belg.* 2011. Vol. 77, N 4. P. 432–440.

8. Фомичев В.А., Сорокин Е.П., Чугаев Д.В., и др. Артродезирование голеностопного сустава как оптимальная хирургическая опция при лечении пациентов с деформирующим артрозом голеностопного сустава терминальной стадии (обзор литературы) // *Кафедра травматологии и ортопедии.* 2019. № 4. С. 18–26. doi: 10.17238/issn2226-2016.2019.4.18-26

9. Morasiewicz P., Dejneк M., Kulej M., et al. Sport and physical activity after ankle arthrodesis with Ilizarov fixation and internal fixation // *Adv Clin Exp.* 2018. Vol. 28, N 5. P. 609–614. doi: 10.17219/acem/80258

10. Assal M., Ray A., Stern R. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures // *J Orthop Trauma.* 2015. Vol. 29, N 2. P. 69–79. doi: 10.1097/BOT.0000000000000218

REFERENCES

1. Switaj PJ, Weatherford B, Fuchs D, et al. Evaluation of posterior malleolar fractures and the posterior pilon variant in operatively treated ankle fractures. *Foot Ankle Int.* 2014;35(9):886–895. doi: 10.1177/1071100714537630
2. Pomogaeva EV. Issues of terminology and classification of intraarticular fractures of the distal bones of the shin. *Bulletin of the Ural Medical Medical Science.* 2015;(4):132–138. (In Russ).
3. Martin OF, Acosta PZ, Castrillo AV, et al. Tibial pilon fractures. *JSM Foot Ankle.* 2016;1(1):1001.
4. Tomas-Hernandez J. High-energy pilon fractures management: state of the art. *EFORT Open Rev.* 2017;1(10):354–361. doi: 10.1302/2058-5241.1.000016
5. Korzh NA, Romanenko KK, Goridova LD, Prozorovsky DV. Fractures of distal epimetaphysis of tibia (pilon fractures) and their consequences, diagnostics and treatment. *Травма.* 2011;12(2):6–10. (In Russ).

6. Hoekstra H, Rosseels W, Rammelt S, Nijs S. Direct fixation of fractures of the posterior pilon via a posteromedial approach. *Injury.* 2017;48(6):1269–1274. doi: 10.1016/j.injury.2017.03.016

7. Mauffrey C, Vasario G, Battiston B, et al. Tibial pilon fractures: a review of incidence, diagnosis, treatment, and complications. *Acta Orthop Belg.* 2011;77(4):432–440.

8. Fomichev VA, Sorokin EP, Chugaev DV, et al. Ankle fusion is the optimal surgery for treatment of ankle arthritis (review). *Department of Traumatology and Orthopedics.* 2019;(4):18–26. (In Russ). doi: 10.17238/issn2226-2016.2019.4.18-26

9. Morasiewicz P, Dejneк M, Kulej M, et al. Sport and physical activity after ankle arthrodesis with Ilizarov fixation and internal fixation. *Adv Clin Exp.* 2018;28(5):609–614. doi: 10.17219/acem/80258

10. Assal M, Ray A, Stern R. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures. *J Orthop Trauma.* 2015;29(2):69–79. doi: 10.1097/BOT.0000000000000218

ОБ АВТОРАХ

***Константин Александрович Гражданов**, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; адрес: Россия, 410002, г. Саратов, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3523-4494>; eLibrary SPIN: 3651-9306; e-mail: sarniito504@gmail.com.

Павел Павлович Зуев, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0324-6503>; eLibrary SPIN: 1521-7718; e-mail: pasha.zuiev@mail.ru.

Олег Андреевич Кауц, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1822-1939>; eLibrary SPIN: 1305-6629; e-mail: oandreevich2009@yandex.ru.

Николай Игоревич Романов, клинический ординатор; e-mail: rashid-uraz@rambler.ru.

Юрий Анатольевич Барабаш, д-р мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8602-2715>; eLibrary SPIN: 2479-2371; e-mail: yubarabash@yandex.ru.

Сергей Иванович Киреев, д-р мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3318-5633>; eLibrary SPIN: 5885-9996; e-mail: kireevsi@rambler.ru.

Игорь Алексеевич Норкин, д-р мед. наук, профессор, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6770-3398>; eLibrary SPIN: 9253-7993; e-mail: sarniito@yandex.ru.

AUTHORS INFO

***Konstantin A. Grazhdanov**, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; address: 148, N.G. Chernyshevskogo str., 410002, Saratov, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3523-4494>; eLibrary SPIN: 3651-9306; e-mail: sarniito504@gmail.com.

Pavel P. Zuev, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0324-6503>; eLibrary SPIN: 1521-7718; e-mail: pasha.zuiev@mail.ru.

Oleg A. Kautz, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1822-1939>; eLibrary SPIN: 1305-6629; e-mail: oandreevich2009@yandex.ru.

Nikolay I. Romanov, resident; e-mail: rashid-uraz@rambler.ru.

Yurij A. Barabash, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8602-2715>; eLibrary SPIN: 2479-2371; e-mail: yubarabash@yandex.ru.

Sergey I. Kireev, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3318-5633>; eLibrary SPIN: 5885-9996; e-mail: kireevsi@rambler.ru.

Igor A. Norkin, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6770-3398>; eLibrary SPIN: 9253-7993; e-mail: sarniito@yandex.ru.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89566>

Treatment of horizontal dissection of the knee menisci with platelet-rich plasma (PRP). Literature review and analysis of own data

Mikhail P. Lisitsyn¹, Ruslan Y. Atlukhanov^{2*}, Adam M. Zaremuk¹, Ekaterina M. Lisitsyna³

¹ A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia;

² Hospital of the Tsentrsoyuz of the Russian Federation, Moscow, Russia;

³ Guta Clinic, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Treatment of damage to the inner layer of the meniscus of the knee joint that does not extend to the articular surface remains an open question. Subsequently, these injuries can cause a complete rupture of the meniscus that already requires surgical treatment. Existing methods of treatment at this stage of meniscus injury have not shown their effectiveness.

AIM: Study the effect of platelet-rich plasma (PRP) on meniscus regeneration.

MATERIALS AND METHODS: The analysis of the 15 patients treatment results with the PRP method, which effectively stimulates regenerative processes, was carried out. The effectiveness of the method was assessed using the following evaluation scales: visual analog scale (VAS), Lequesne scale, WOMAC index (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), Lysholm scale, KSS scale (Knee Society Score) and magnetic resonance imaging (MRI).

RESULTS: According to the results of MRI performed after 6 months, there was no progression of meniscus damage after PRP therapy by all parameters.

CONCLUSION: The study showed an improvement in all rating scales. In addition, according to MRI data, after 6 months there was no progression of the degenerative process in the menisci. The presented method can be the first step in the treatment of this pathology.

Keywords: meniscus; gonarthrosis; knee joint; arthroscopy; platelet-rich plasma; meniscus resection; chondromalacia.

To cite this article:

Lisitsyn MP, Atlukhanov RY, Zaremuk AM, Lisitsyna EM. Treatment of horizontal dissection of the knee menisci with platelet-rich plasma (PRP). Literature review and analysis of own data. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(3):21–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89566>

Received: 02.12.2021

Accepted: 14.12.2021

Published: 25.01.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89566>

Лечение горизонтального расслоения менисков коленного сустава обогащенной тромбоцитами плазмой (PRP). Обзор литературы и анализ собственных данных

М.П. Лисицын¹, Р.Я. Атлуханов^{2*}, А.М. Заремук¹, Е.М. Лисицына³¹ Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва, Россия;² Больница Центросоюза Российской Федерации, Москва, Россия;³ Гута Клиник, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Вопрос лечения повреждений внутреннего слоя менисков коленного сустава, не выходящих на суставную поверхность, остается открытым. В отдаленной перспективе эти повреждения могут вызвать полный разрыв мениска и обуславливать необходимость оперативного лечения. Существующие методы лечения горизонтального расслоения мениска неэффективны.

Цель. Изучение влияния обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP) на регенерацию менисков.

Материалы и методы. Проведен анализ результатов лечения 15 пациентов методом инъекций PRP, эффективно стимулирующей регенеративные процессы. Оценена эффективность метода по шкалам оценки: визуальная аналоговая шкала (ВАШ), шкала Lequesne, индекс WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), шкала Lysholm, шкала KSS (Knee Society Score).

Результаты. По результатам магнитно-резонансной томографии (МРТ), проведенной через 6 мес, отмечено отсутствие прогрессирования повреждения менисков после терапии PRP.

Заключение. В исследовании получено улучшение показателей по всем оценочным шкалам. Кроме того, по данным МРТ, через 6 мес прогрессирование дегенеративного процесса в менисках отсутствовало. Представленный метод может быть первым шагом в лечении этой патологии.

Ключевые слова: мениск; гонартроз; коленный сустав; артроскопия; обогащенная тромбоцитами плазма; резекция мениска; хондромалация.

Как цитировать:

Лисицын М.П., Атлуханов Р.Я., Заремук А.М., Лисицына Е.М. Лечение горизонтального расслоения менисков коленного сустава обогащенной тромбоцитами плазмой (PRP). Обзор литературы и анализ собственных данных // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 3. С. 21–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89566>

BACKGROUND

Even in the early 20th century, the removal of a damaged meniscus was believed to be the only appropriate treatment. Cases and further studies have revealed that such treatment results in the earlier development of knee joint osteoarthritis. All this drives the need to search for new methods of treatment for this pathology [1, 2]. Over time, a technique was proposed for the partial resection of the damaged meniscus instead of total meniscectomy [3]. In the 1980s, several discoveries indicated the importance of the meniscus in the stabilizing and shock-absorbing functions of the knee joint [4, 5]. In 1989, attempts were made to transplant the meniscus [6]. Currently, we note a tendency toward the maximum preservation of the meniscus [7–9], even if the meniscus was previously considered a rudimentary structure that does not have a useful function in the body [10]. However, it is not always possible to save the meniscus. Complex and chronic injuries most often do not make it possible to restore the anatomical and functional structure of the meniscus. Problems also arise from the inability to prevent the progression of osteoarthritis [11, 12]. Damaged menisci are not prone to self-healing given the peculiarities of the blood supply and structural organization [13–15].

Meniscus lesions are the most common intra-articular knee injury and the most common causes of interventions performed by orthopedic surgeons [16, 17]. The average annual incidence of meniscus lesions is 66 cases per 100,000 populations, including 61 cases that subsequently lead to meniscectomy [18, 19]. Men are at a higher risk for meniscal injuries than women. The incidence ratio in men and women ranges from 2.5:1 to 4:1, and the overall incidence reaches its peak at age 20–29 years for both genders [18–23]. Meniscus lesions are the most common in the right knee joint [18]. Etiological and pathophysiological factors are different and depend strongly on the patient's age [17, 24]. The combination of these problems creates the basis for the search for new methods of treatment that could prevent the inevitable development of osteoarthritis.

The word “meniscus” comes from the Greek “meniskos” and is translated as “crescent” [15]. The menisci acquire their shape at weeks 8–10 of gestation, formed from the mesenchymal tissue surrounding the joint [25, 26]. Fetal menisci have a cellular structure and a pronounced vascular pattern over the entire surface [27]. As the fetus develops, there is a gradual increase in collagen fibers in the menisci, accompanied by a decrease in the number of cellular structures [27, 28]. At this stage of fetal development, joint movements form the main orientation of collagen fibers in the meniscus. By age 9–10 years, only 10%–30% of the meniscus surface has a vascular network, and at a more mature age, only 10%–25% of the meniscus surface on the periphery has vessels and nerve endings [27]. A mature meniscus of an adult has three zones, namely, red (internal), rich in vascular network; white

(peripheral), depleted in blood vessels; and intermediate. The regenerative capacity should be directly related to the blood circulation in this area, whereas the white area remains susceptible to permanent post-traumatic and degenerative damage [29]. During this period, the areas of the medial and lateral menisci account for 51%–74% and 75%–93%, respectively, of the area of the corresponding tibial plateau [27].

The knee joint menisci are paired, and as the name implies, they are crescent-shaped (Fig. 1) and located between the tibial plateau and femoral condyles. The meniscus is represented by fibrous cartilage. The shape of the menisci fits perfectly between the concave surface of the femoral condyles and tibial plateau, which has a flatter surface [30]. The medial and lateral menisci have different sizes, as the lateral menisci are 32.4–35.7 mm long and 26.6–29.3 mm wide, whereas the medial menisci are 40.5–45.5 long and 27 mm wide [31, 32]. Although both menisci are wedge- and crescent-shaped, the lateral menisci have various sizes, shapes, thicknesses, and degrees of mobility than the medial ones [27, 33].

The main stabilizing ligaments of the menisci (Fig. 2) are the medial collateral ligament, transverse ligament, menisiofemoral ligaments, and ligaments fixed to the anterior and posterior horns [34]. The posterior horns of the menisci are tightly attached to the subchondral bone of the tibial plateau [35, 36]. This ligamentous apparatus transmits the transverse and tensile load from the soft tissues to the bone and reduces the contact area

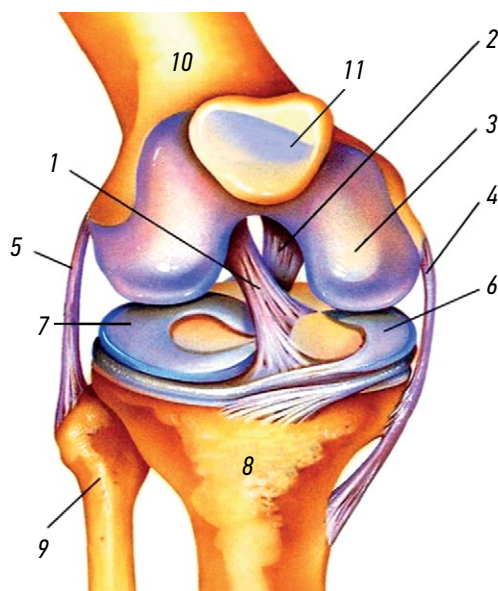


Fig. 1. Knee joint structure: 1 — anterior cruciate ligament; 2 — posterior cruciate ligament; 3 — articular cartilage; 4 — internal lateral ligament; 5 — external lateral ligament; 6 — medial meniscus; 7 — lateral meniscus; 8 — tibia; 9 — fibula; 10 — femur; 11 — patella.

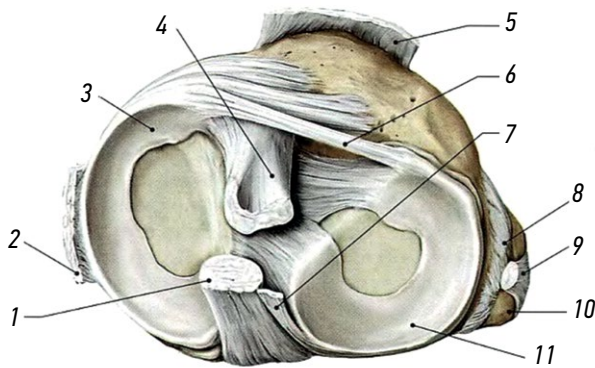


Fig. 2. Knee meniscus ligaments: 1 — posterior cruciate ligament; 2 — tibial collateral ligament; 3 — medial meniscus; 4 — anterior cruciate ligament; 5 — patellar ligament; 6 — transverse ligament of knee; 7 — posterior menisofemoral ligament; 8 — tibiofibular joint, superior tibiofibular joint; 9 — fibular collateral ligament; 10 — head of fibula; 11 — lateral meniscus.

between the articular surfaces [35]. The most common site of attachment of the anterior horn of the medial meniscus is the intercondylar region of the tibial plateau [37]. The posterior horn of the medial meniscus is attached to the tibial plateau in front of the attachment site of the posterior cruciate ligament [38, 39]. The medial meniscus body is in close contact with the joint capsule [40]. The anterior horn of the lateral meniscus is attached to the tibial plateau in front of the intercondylar eminence, immediately posterior and lateral to the anterior cruciate ligament. The posterior horn attaches to the tibia between the insertions of the anterior cruciate ligament and

the posterior horn of the medial meniscus [38]. In addition, there is a zone of contact with the popliteal muscle [41]. The posterior edges of the menisci are in direct contact with the joint capsule, while their outer surfaces remain free and loose [40]. The menisofemoral ligaments, also known as the Humphrey and Wriesberg ligaments, connect the posterior horn of the lateral meniscus to the insertion of the posterior cruciate ligament on the medial condyle of the femur. Only 46% of people have both of these ligaments; however, 100% of the population has at least one of them [34].

The structural aspects of menisci represent a very important part of the study of their reparative capabilities (Fig. 3). The meniscus consists of a dense extracellular matrix that consists mainly of water (72%), collagen (22%), and cell inclusions [42]. Other components are glycosaminoglycans (17%), DNA (2%), adhesion glycoproteins (<1%), and elastin (<1%) [13, 43]. Proportions may vary depending on age, injury, or pathological condition [43]. Collagen makes up approximately 75% of the total mass of the meniscus and has the main framework function [44]. Collagen type I predominates in the red zone (approximately 80%), whereas other types of collagen (II, III, IV, VI, and XVIII) account for <1% of the total mass. In the white zone, collagen makes up 70% of the tissues by dry weight, of which 60% is type II collagen and 40% is type I collagen [45].

Type I collagen fibers have a different orientation depending on the meniscus zone. Closer to the red zone, they are parallel to the meniscus surface, whereas at the periphery, they are oriented perpendicularly. Parallel-oriented fibers and radial-directed fibers, intertwining with each other in different layers of the meniscus, form a “framework” that ensures its structural integrity [15, 29, 46–52]. This weave

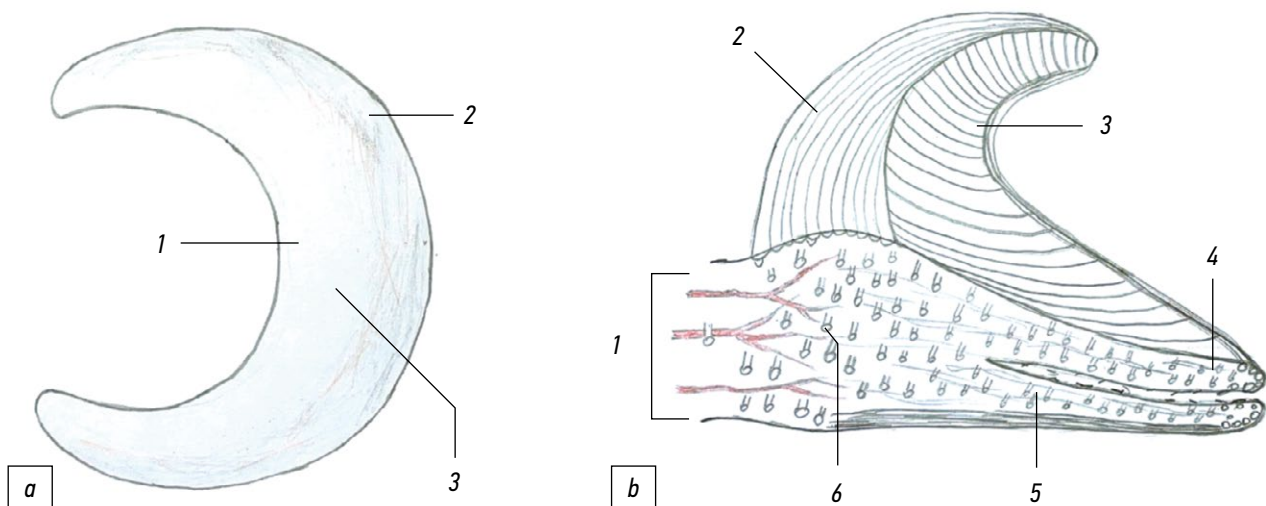


Fig. 3. The histological structure of the meniscus: *a* — meniscus view from above (1 — white zone; 2 — red zone; 3 — border (red-white) zone); *b* — meniscus view in cross section (1 — vessels; 2 — parallel oriented fibers; 3 — radially oriented fibers; 4 — surface layer cells; 5 — chondrocyte-like cells; 6 — fibroblast-like cells).

structure is ideal for bearing vertical and horizontal loads [53–55].

In addition to collagen, elastin is a structural component of the meniscus. The combination of mature and immature elastin fibers is found in very low concentrations (<0.6%) in the adult meniscus. The exact biochemical and functional significance of elastin in the meniscus remains to be determined [30, 44, 56, 57].

Proteoglycans is the main component of the matrix [58]. These molecules include protein, glycosaminoglycans (chondroitin-6-sulfate, 60%), dermatan sulfate (20%–30%), chondroitin-4-sulfate (10%–20%), and keratin sulfate (15%) [43]. Aggrecan is the main large proteoglycan of the meniscus, whereas biglycan and decorin are the main small proteoglycans [59]. They are mainly involved in the water absorption ability of the meniscus, which enables it to retain its shape when compressed [59, 60]. Adhesion glycoproteins are also essential components of the meniscus matrix, as they serve as a cement-like link between the matrix components and cells. The main adhesive glycoproteins in the human meniscus are fibronectin, thrombospondin, and collagen VI [61, 62].

There is no single classification of meniscus cells [63]. In the white zone of the menisci, the cells are rounded and behave similarly to fibrochondrocytes or chondrocyte-like cells [64]. The red zone cells are oval or spindle-shaped and are classified as fibroblasts [64]. In the superficial zone of the meniscus, a population of flattened and spindle-shaped cells without cellular inclusions was found. Although the exact function of these cells is unknown, they could be specific progenitor cells with regenerative capacity [65].

The blood supply to the meniscus is rather poor. It receives its main nutrition from the popliteal artery system. Branches extend from the perimeniscal plexus to the region of the posterior and anterior horns of the menisci [66].

The peripheral edge of the lateral meniscus (10%–25% of the area) and 10%–30% of the peripheral edge of the medial meniscus can be considered a completely avascular zone. This information is important for understanding the regeneration process [29, 67, 68]. Vessels from the meniscus ligaments also provide nutrition to the meniscus but penetrate deep into the meniscus substance for a short distance [67]. The rest of the meniscus is nourished by synovial fluid [69].

The recurrent nerve of the common peroneal nerve is the main branch of menisci innervation. They follow the entire path with the vascular bundle, and most of them are located in the outer third of the meniscus, closer to the joint capsule [70, 71]. Mechanoreceptors accumulated in the posterior horns of the menisci. These are the Golgi bodies, Ruffini, and Paccini corpuscles [72], which have an important function in joint deformity, changes in pressure, and tension, and are responsible for neuromuscular

inhibition, respectively [73]. In the outer 2/3 of the menisci and horns, free nerve endings, nociceptors, which are mainly responsible for pain sensitivity, can be detected to a lesser extent [73–79].

The structure, morphology, and biochemical composition of the menisci provide a number of important functions in the knee joint. Main biomechanical functions include load transfer [1, 48, 80–84], shock absorption [50, 55, 84–86], stability [87–91], nutrition [92, 93], joint lubrication [93–96], and proprioception [35, 73, 74, 78, 97–100]. The menisci create joint congruence, reduce contact stress, and create a large contact surface for articular surfaces [80, 101].

Platelet-rich plasma (PRP) has the ability to regenerate tissues, which has been proven in several experimental studies. However, it is unknown whether percutaneous PRP injections are effective for internal meniscal lesions, without extension to the articular surfaces. Thus, our study aimed to analyze the effect of PRP on the ability to influence the regeneration of the menisci.

The issues of treatment of meniscal injury without access to the articular surfaces (Stoller degrees I–II) of the menisci remain controversial. Internal damage to the meniscus can lead to a decrease in sports activity and further rupture of the meniscus [19, 102], which further impairs the normal state of the cartilaginous tissue of the joint [103]. Conservative methods often give poor results [104], and surgical treatment is excluded because of the absence of a complete rupture [105]. Therefore, the search for new methods of treatment is a priority.

In this case, the rationale for using the PRP injection method is its physiological characteristics. Platelet alpha granules contain and release numerous growth factors, namely, hepatocyte growth factor (HGF), vascular endothelial growth factor, platelet-derived growth factor, transforming growth factor β , basic fibroblast growth factor, and IGF-1 [106, 107].

Osteoplastic processes are regulated by bone morphogenetic proteins that induce the differentiation of bone progenitor cells into osteoblasts [108]. The main types of bone morphogenetic proteins (BMP2, BMP3, BMP7, and BMP8a) involved in the regulation of fracture union are described by Even et al. [109]. Under their action, anabolism prevails over catabolism, which is reflected in higher rates of the synthesis of type II collagen and prostaglandin [60, 110]. An increase in chondrocyte proliferation and matrix production has also been documented [111–114]. The increased secretion of hyaluronic acid affects synoviocytes [66], thereby creating the most favorable and balanced condition for high-quality angiogenesis [116].

IGF-1 in PRP can suppress programmed cell death [117]. Lower apoptosis rates have been found in *in vivo* studies by Mifune et al. [118]. They suggested that PRP preparations could have a positive effect on chondrocyte apoptosis.

In osteoarthritis, reducing pain by suppressing inflammation is the leading indicator of growth factor activity in PRP. The main effect is most likely to be exerted by cyclooxygenase type 2 (COX-2) and intrinsic nuclear factor kappa B (NF- κ B), which are the main participants of the inflammatory cascade [109, 119, 120]. HGF is a key cytokine contained in PRP alpha granules, which has an anti-inflammatory effect by inhibiting monocyte-like cells, chemotaxis. This anti-inflammatory effect is mediated through the inhibition of NF- κ B signaling and subsequent disruption of the expression of NF- κ B-dependent pro-inflammatory mediators [120].

Wu et al. [121] showed that PRP counteracts the interleukin (IL)-1 β -induced inflammatory cascade and tumor necrosis factor alpha (TNF- α), which demonstrated the inhibition of IL-1 and COX-2. Lee et al. [122] explained the analgesic effect of PRP by an increase in the mRNA level of the cannabinoid receptors CB1 and CB2 (receptors that have analgesic and anti-inflammatory effects). Alternatively, PRP affects cartilage degeneration by altering autophagy in chondrocytes. With advancing age, the cartilage loses its self-renewal ability [123]. However, scientists have shown an increase in chondrocyte dormancy after PRP injection [124], which can ultimately restore this regenerative function through the restoration of autophagy and reversal of the aging process [125, 126].

MATERIALS AND METHODS

The results of treatment of patients who underwent intrameniscal percutaneous injection of PRP under ultrasound (US) control were evaluated. The control group included 15 patients (10 men and 5 women, Table 1).

The criteria for inclusion in the control group were age 18–50 years, Kellgren–Lawrence grade I–II gonarthrosis, Stoller grade II meniscal injury confirmed by magnetic resonance imaging (MRI), absence of conservative treatment during the last 6 months, and pain syndrome for >6 months.

The exclusion criteria were age \leq 18 years or >50 years, history of trauma, previous knee surgery, generalized inflammatory arthritis, systemic disease, pregnancy, severe infection, oncology, blood-clotting disorders or anticoagulant therapy, injection of corticosteroids into the knee joint, spinal symptoms, and overweight (body mass index should not exceed 27.0 kg/m²).

Table 1. Distribution of patients by age and sex

Gender	Age, years		
	18–30	31–40	41–50
Men	3	5	2
Women	1	3	1

A Ycellbio Kit tube (Ycellbio Medical Co., Ltd., South Korea) was used to obtain a PRP suspension. Compared with similar systems (about 1 million cells/ μ L), this system for obtaining PRP is simple and safe and obtains high concentration of platelets. The resulting type of PRP can be attributed to type 3a according to the classification proposed by Mishra in 2011.

Components required for receiving PRP (Ycellbio/closed cycle):

- Ycellbio container (Ycellbio Medical Co., Ltd., South Korea)
- Venous blood (15 mL)
- Anticoagulant dextrose citrate (1.5 mL)
- 20 cm³ syringe (1 pc)
- 5 cm³ syringe (1 pc)
- 3 cm³ syringe (1 pc)
- 21-G needle or winged needle (1 pc)
- 40-mm 18-G needle (2 pcs)
- Alcohol-soaked gauze pad
- Tweezers
- Centrifuge Rotofix 32A (Andreas Hettich GmbH & Co. KG, Germany)
- Counterweights for the centrifuge

Using a 20-cm³ syringe, 15 mL of venous blood is taken from the patient. Initially, the inner surface of the syringe barrel is moistened with an anticoagulant. For this purpose, a 20-cm³ syringe is filled with 1.5 mL of anticoagulant and shaken gently. Then, an anticoagulant and collected blood are sequentially injected into the Ycellbio container. The container is installed in a special beaker, which is placed in the centrifuge cell. A beaker with a pre-prepared counterweight is installed in the opposite cell.

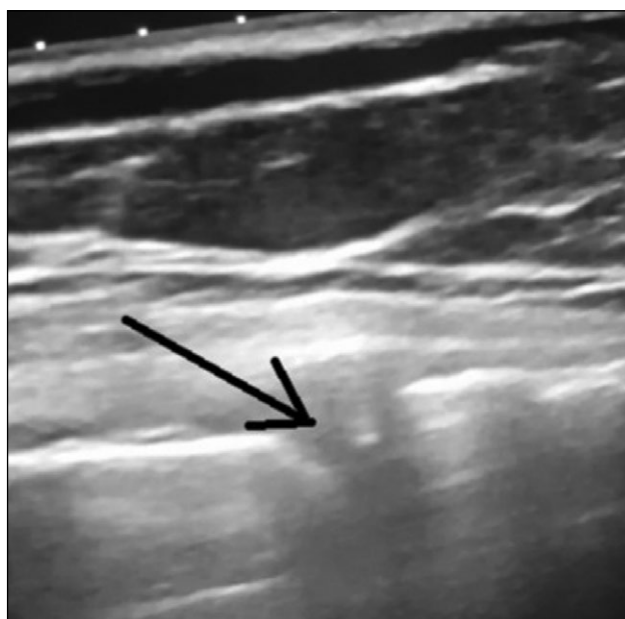


Fig. 4. The introduction of the needle into the meniscus under ultrasound control (the arrow indicates the needle).

Centrifugation is performed at 3200 rpm for 4 min. After the centrifugation, both beakers are removed from the centrifuge. The erythrocyte suspension level is corrected in the Ycellbio container. For this purpose, using a rotary cap in the lower part of the container, the suspension level is lowered into the lower section of the container, thereby preventing the separation of the suspension from the plasma layer. The container is placed in a special beaker and then in a centrifuge cell, and an appropriate counterweight is installed.

A suspension of platelets (approximately 0.5 mL) is injected into the region of the posterior horn under US control. A small amount (approximately 0.2 mL) is also injected into the border precapsular zone of the joint (Fig. 4). After the procedure, the patients remained in the outpatient department for 2 h.

During the procedure, all patients noted nagging pain similar to toothache (5–6 points on the visual analog scale of pain [VAS]), which spontaneously disappear within 3–5 h. Rarely, the pain syndrome persisted for >12 h (2 patients). Apart from the PRP injection, the patients did not receive any other drugs or physiotherapy.

Efficacy was assessed using pain assessment scales, namely, VAS, Lequesne scale, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, Lysholm scale, and KSS scale (Knee Society Score).

RESULTS

The results of treatment of patients are presented in Table 2 and in Figures 5 and 6. According to the VAS, Lequesne, Lysholm, KSS scales, and WOMAC index, all parameters improved, degree of pain syndrome decreased, and functional parameters increased.

Table 2. Mean scores on control scales: before and 6 months after platelet-rich plasma (PRP) therapy

Estimation scale, points	Timing	
	Before PRP therapy	After 6 months
VAS	5,7	1,4
WOMAC index	33,8	14,5
Lysholm scale	57,6	89,7
Lequesne scale	11,2	3,4
KSS scale	67,5	85,4

Note. VAS, visual analog scale; WOMAC, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index; KSS, Knee Society Score; and PRP, platelet-rich plasma.

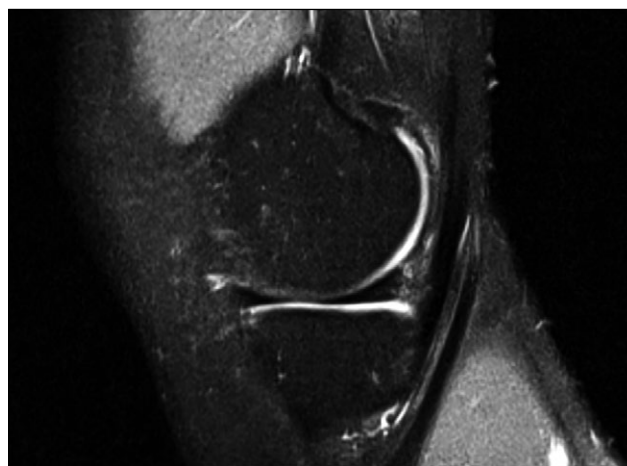


Fig. 5. MRI of the patient before the platelet-rich plasma (PRP) procedure.

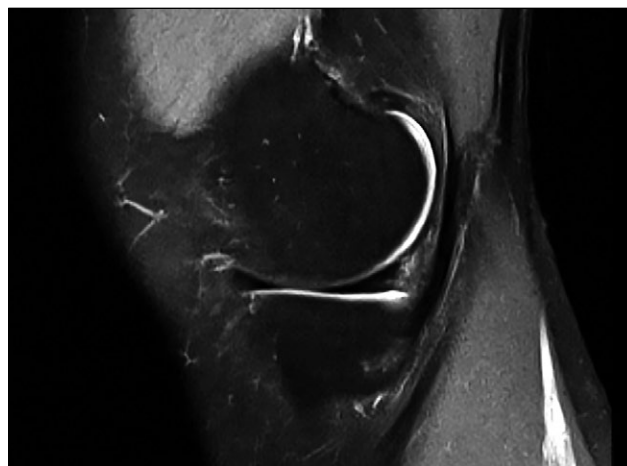


Fig. 6. MRI of the patient 6 months after the platelet-rich plasma (PRP) procedure.

CONCLUSION

The issues of treatment of damage to the inner layer of the knee joint menisci, which does not extend to the articular surface, remain. In our study, all rating scales demonstrated an improvement in performance. In addition, according to MRI data, after 6 months, no progression of the degenerative process in the menisci was observed. We believe that our method can be the first step in the treatment of this pathology. We obtained a patent for this treatment method (RU No. 2747589 dated May 11, 2021).

Monitoring of patients and further studies will give an accurate answer to the question of whether PRP can have a regenerating effect on the meniscus, since it has prerequisites. The authors hope the readers will get a holistic understanding of the subject, its possibilities, and the role and place of PRP in the treatment of meniscus injuries.

ADDITIONAL INFO

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published

and agree to be accountable for all aspects of the work.

Funding source. Not specified.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

REFERENCES

1. Fairbank TJ. Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Br.* 1948;30B:664–670.
2. King D. The function of the semilunar cartilages. *J Bone Joint Surg.* 1936;18B:1069–1076.
3. Gillquist J, Hamberg P, Lysholm J. Endoscopic partial and total meniscectomy. A comparative study with a short term follow up. *Acta Orthop Scand.* 1982;53(6):975–975. doi: 10.3109/17453678208992857
4. Baratz ME, Fu FH, Mengato R. Meniscal tears: the effect of meniscectomy and of repair on intraarticular contact areas and stress in the human knee. A preliminary report. *Am J Sports Med.* 1986;14(4):270–275. doi: 10.1177/036354658601400405
5. Jaspers P, de Lange A, Huiskes R, van Rens TJ. The mechanical function of the meniscus, experiments on cadaveric pig knee-joints. *Acta Orthop Belg.* 1980;46(6):663–668.
6. Milachowski KA, Weismeier K, Wirth CJ. Homologous meniscus transplantation. Experimental and clinical results. *Int Orthop.* 1989;13(1):1–11. doi: 10.1007/BF00266715
7. Turman KA, Diduch DR. Meniscal repair: indications and techniques. *J Knee Surg.* 2008;21(2):154–162. doi: 10.1055/s-0030-1247812
8. DeHaven KE. Meniscus repair. *Am J Sports Med.* 1999;27(2):242–250. doi: 10.1177/03635465990270022301
9. Noyes FR, Barber-Westin SD. Repair of complex and avascular meniscal tears and meniscal transplantation. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(4):1012–1029.
10. Sutton JB. *Ligaments: their nature and morphology.* London: MK Lewis; 1897.
11. Nawabi DH, Cro S, Hamid IP, Williams A. Return to play after lateral meniscectomy compared with medial meniscectomy in elite professional soccer players. *Am J Sports Med.* 2014;42(9):2191–2198. doi: 10.1177/0363546514540271
12. Stein T, Mehling AP, Welsch F, et al. Long-term outcome after arthroscopic meniscal repair versus arthroscopic partial meniscectomy for traumatic meniscal tears. *Am J Sports Med.* 2010;38(8):1542–1548. doi: 10.1177/0363546510364052
13. Makris EA, Hadidi P, Athanasiou KA. The knee meniscus: structure-function, pathophysiology, current repair techniques, and prospects for regeneration. *Biomaterials.* 2011;32(30):7411–7431. doi: 10.1016/j.biomaterials.2011.06.037
14. McDermott ID, Amis AA. The consequences of meniscectomy. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(12):1549–1556. doi: 10.1302/0301-620X.88B12.18140
15. Fox AJ, Bedi A, Rodeo SA. The basic science of human knee menisci: structure, composition, and function. *Sports Health.* 2012;4(4):340–351. doi: 10.1177/1941738111429419
16. Morgan CD, Wojtys EM, Casscells CD, Casscells SW. Arthroscopic meniscal repair evaluated by second-look arthroscopy. *Am J Sports Med.* 1991;19(6):632–637. doi: 10.1177/036354659101900614
17. Salata MJ, Gibbs AE, Sekiya JK. A systematic review of clinical outcomes in patients undergoing meniscectomy. *Am J Sports Med.* 2010;38(9):1907–1916. doi: 10.1177/0363546510370196
18. Baker BE, Peckham AC, Puppato F, Sanborn JC. Review of meniscal injury and associated sports. *Am J Sports Med.* 1985;13(1):1–4. doi: 10.1177/036354658501300101
19. Hede A, Jensen DB, Blyme P, Sonne-Holm S. Epidemiology of meniscal lesions in the knee. 1,215 open operations in Copenhagen 1982–84. *Acta Orthop Scand.* 1990;61(5):435–437. doi: 10.3109/17453679008993557
20. Steinbrück K. Epidemiology of sports injuries: 25-year-analysis of sports orthopedic-traumatologic ambulatory care. *Sportverletz Sportschaden.* 1999;13(2):38–52. (In German). doi: 10.1055/s-2007-993313
21. Drosos GI, Pozo JL. The causes and mechanisms of meniscal injuries in the sporting and non-sporting environment in an unselected population. *Knee.* 2004;11(2):143–149. doi: 10.1016/S0968-0160(03)00105-4
22. Kulyaba TA, Novoselov KA, Kornilov NN. Diagnostics and treatment of knee joint meniscus injuries. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2002;(1):81–87. (In Russ).
23. Englund M, Guermazi A, Gale D, Hunter DJ, Aliabadi P, Clancy M, Felson DT. Incidental meniscal findings on knee MRI in middle-aged and elderly persons. *N Engl J Med.* 2008;359:1108–1115.
24. Noble J, Hamblen DL. The pathology of the degenerate meniscus lesion. *J Bone Joint Surg Br.* 1975;57(2):180–186.
25. Gardner E, O'Rahilly R. The early development of the knee joint in staged human embryos. *J Anat.* 1968;102(Pt 2):289–299.
26. Gray JC. Neural and vascular anatomy of the menisci of the human knee. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999;29(1):23–30. doi: 10.2519/jospt.1999.29.1.23
27. Clark CR, Ogden JA. Development of the menisci of the human knee joint. Morphological changes and their potential role in childhood meniscal injury. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(4):538–547.
28. Carney SL, Muir H. The structure and function of cartilage proteoglycans. *Physiol Rev.* 1988;68(3):858–910. doi: 10.1152/physrev.1988.68.3.858
29. Arnoczky SP, Warren RF. Microvasculature of the human meniscus. *Am J Sports Med.* 1982;10(2):90–95. doi: 10.1177/036354658201000205
30. Ghadially FN, Thomas I, Yong N, Lalonde JM. Ultrastructure of rabbit semilunar cartilages. *J Anat.* 1978;125(Pt 3):499–517.

31. McDermott ID, Sharifi F, Bull AM, et al. An anatomical study of meniscal allograft sizing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004;12(2):130–135. doi: 10.1007/s00167-003-0366-7
32. Shaffer B, Kennedy S, Klimkiewicz J, Yao L. Preoperative sizing of meniscal allografts in meniscus transplantation. *Am J Sports Med.* 2000;28(4):524–533. doi: 10.1177/03635465000280041301
33. Greis PE, Bardana DD, Holmstrom MC, Burks RT. Meniscal injury: I. Basic science and evaluation. *J Am Acad Orthop Surg.* 2002;10(3):168–176. doi: 10.5435/00124635-200205000-00003
34. Kusayama T, Harner CD, Carlin GJ, et al. Anatomical and biomechanical characteristics of human meniscofemoral ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1994;2(4):234–237. doi: 10.1007/BF01845594
35. Messner K, Gao J. The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics, and a rationale for clinical treatment. *J Anat.* 1998;193(Pt 2):161–178. doi: 10.1046/j.1469-7580.1998.19320161.x
36. Villegas DF, Hansen TA, Liu DF, Donahue TL. A quantitative study of the microstructure and biochemistry of the medial meniscal horn attachments. *Ann Biomed Eng.* 2008;36(1):123–131. doi: 10.1007/s10439-007-9403-x
37. Berlet GC, Fowler PJ. The anterior horn of the medial meniscus. An anatomic study of its insertion. *Am J Sports Med.* 1998;26(4):540–543. doi: 10.1177/03635465980260041201
38. McKeon BP, Bono JV, Richmond JC. *Knee arthroscopy.* New York, NY: Springer Science and Business Media; 2009.
39. Palastanga N, Soames R. *Anatomy and human movement, structure and function.* Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 2011.
40. Rath E, Richmond JC. The menisci: basic science and advances in treatment. *Br J Sports Med.* 2000;34(4):252–257. doi: 10.1136/bjism.34.4.252
41. Last RJ. The popliteus muscle and the lateral meniscus. *J Bone Joint Surg Br.* 1950;32-B(1):93–99. doi: 10.1302/0301-620X.32B1.93
42. Ghadially FN, Lalonde JM, Wedge JH. Ultrastructure of normal and torn menisci of the human knee joint. *J Anat.* 1983;136(Pt 4):773–791.
43. Herwig J, Egner E, Buddecke E. Chemical changes of human knee joint menisci in various stages of degeneration. *Ann Rheum Dis.* 1984;43(4):635–640. doi: 10.1136/ard.43.4.635
44. Sweigart MA, Athanasiou KA. Toward tissue engineering of the knee meniscus. *Tissue Eng.* 2001;7(2):111–129. doi: 10.1089/107632701300062697
45. Cheung HS. Distribution of type I, II, III and V in the pepsin solubilized collagens in bovine menisci. *Connect Tissue Res.* 1987;16(4):343–356. doi: 10.3109/03008208709005619
46. Bullough PG, Munuera L, Murphy J, Weinstein AM. The strength of the menisci of the knee as it relates to their fine structure. *J Bone Joint Surg Br.* 1970;52(3):564–567.
47. Yasui K. Three dimensional architecture of human normal menisci. *J Jpn Orthop Assoc.* 1978;52(1):391–399.
48. Aspden RM, Yarker YE, Hukins DW. Collagen orientations in the meniscus of the knee joint. *J Anat.* 1985;140(Pt 3):371–380.
49. Beaupre A, Choukroun R, Guidouin R, et al. Knee menisci. Correlation between microstructure and biomechanics. *Clin Orthop Relat Res.* 1986;(208):72–75.
50. Fithian DC, Kelly MA, Mow VC. Material properties and structure-function relationships in the menisci. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;(252):19–31.
51. Skaggs DL, Mow VC. Function of the radial tie fibers in the meniscus. *Trans Orthop Res Soc.* 1990;15:248.
52. Rybalko DYu, Vagapova VSh, Borzilova OH. Peculiarities of histological structure of knee joint menisci on the stages of postnatal ontogenesis. *Meditsinskii vestnik Bashkortostana.* 2015;10(1):99–102. (In Russ).
53. Petersen W, Tillmann B. Collagenous fibril texture of the human knee joint menisci. *Anat Embryol (Berl).* 1998;197(4):317–324. doi: 10.1007/s004290050141
54. Andrews SH, Rattner JB, Abusara Z, et al. Tie-fibre structure and organization in the knee menisci. *J Anat.* 2014;224(5):531–537. doi: 10.1111/joa.12170
55. Voloshin AS, Wosk J. Shock absorption of meniscectomized and painful knees: a comparative in vivo study. *J Biomed Eng.* 1983;5(2):157–161. doi: 10.1016/0141-5425(83)90036-5
56. Pauli C, Grogan SP, Patil S, et al. Macroscopic and histopathologic analysis of human knee menisci in aging and osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2011;19(9):1132–1141. doi: 10.1016/j.joca.2011.05.008
57. Ghosh P, Taylor TK. The knee joint meniscus. A fibrocartilage of some distinction. *Clin Orthop Relat Res.* 1987;(224):52–63.
58. Nakano T, Dodd CM, Scott PG. Glycosaminoglycans and proteoglycans from different zones of the porcine knee meniscus. *J Orthop Res.* 1997;15(2):213–220. doi: 10.1002/jor.1100150209
59. Scott PG, Nakano T, Dodd CM. Isolation and characterization of small proteoglycans from different zones of the porcine knee meniscus. *Biochim Biophys Acta.* 1997;1336(2):254–262. doi: 10.1016/s0304-4165(97)00040-8
60. Adams ME, Muir H. The glycosaminoglycans of canine menisci. *Biochem J.* 1981;197(2):385–389. doi: 10.1042/bj1970385
61. McDevitt CA, Webber RJ. The ultrastructure and biochemistry of meniscal cartilage. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;(252):8–18.
62. Miller RR, McDevitt CA. Thrombospondin in ligament, meniscus and intervertebral disc. *Biochim Biophys Acta.* 1991;1115(1):85–98. doi: 10.1016/0304-4165(91)90015-9
63. Nakata K, Shino K, Hamada M, et al. Human meniscus cell: characterization of the primary culture and use for tissue engineering. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;391 Suppl:S208–S218.
64. Verdonk PC, Forsyth RG, Wang J, et al. Characterisation of human knee meniscus cell phenotype. *Osteoarthritis Cartilage.* 2005;13(7):548–560. doi: 10.1016/j.joca.2005.01.010
65. Van der Bracht H, Verdonk R, Verbruggen G, et al. Cell based meniscus tissue engineering. In: Ashammakhi N, Reis RL, Chiellini E, editors. *Topics in tissue engineering.* Finland: Oulu University; 2007.
66. Day B, Mackenzie WG, Shim SS, Leung G. The vascular and nerve supply of the human meniscus. *Arthroscopy.* 1985;1(1):58–62. doi: 10.1016/s0749-8063(85)80080-3
67. Danzig L, Resnick D, Gonsalves M, Akesson WH. Blood supply to the normal and abnormal menisci of the human knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;(172):271–276.
68. Harner CD, Janashek MA, Kanamori A, et al. Biomechanical analysis of a double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2000;28(2):144–151. doi: 10.1177/03635465000280020201

- 69.** Meyers E, Zhu W, Mow V. Viscoelastic properties of articular cartilage and meniscus. In: Nimmi M, editor. *Collagen: chemistry, biology and biotechnology*. Boca Raton, FL: CRC; 1988.
- 70.** Gardner E. The innervation of the knee joint. *Anat Rec*. 1948;101(1):109–130. doi: 10.1002/ar.1091010111
- 71.** Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med*. 1982;10(6):329–335. doi: 10.1177/036354658201000601
- 72.** Samsonova AV, Komissarova EN. *Biomechanics of muscles: an educational and methodological guide*. Ed by A.V. Samsonova. St. Petersburg; 2008. (In Russ).
- 73.** Zimny ML. Mechanoreceptors in articular tissues. *Am J Anat*. 1988;182(1):16–32. doi: 10.1002/aja.1001820103
- 74.** Wilson AS, Legg PG, McNeur JC. Studies on the innervation of the medial meniscus in the human knee joint. *Anat Rec*. 1969;165(4):485–491. doi: 10.1002/ar.1091650404
- 75.** Wein AM. *Pain syndromes in neurological practice*. 3rd edition, ed. corresponding member RAMS A.M. Wein. Moscow: MEDpress-inform; 2001:158.
- 76.** Gronblad M, Korkala O, Liesi P, Karaharju E. Innervation of synovial membrane and meniscus. *Acta Orthop Scand*. 1985;56(6):484–486. doi: 10.3109/17453678508993040
- 77.** Zimny ML, Albright DJ, Dabezies E. Mechanoreceptors in the human medial meniscus. *Acta Anat (Basel)*. 1988;133(1):35–40. doi: 10.1159/000146611
- 78.** Assimakopoulos AP, Katonis PG, Agapitos MV, Exarchou EI. The innervation of the human meniscus. *Clin Orthop Relat Res*. 1992;(275):232–236.
- 79.** Mine T, Kimura M, Sakka A, Kawai S. Innervation of nociceptors in the menisci of the knee joint: an immunohistochemical study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2000;120(3–4):201–204. doi: 10.1007/s004020050044
- 80.** Walker PS, Erkmann MJ. The role of the menisci in force transmission across the knee. *Clin Orthop Relat Res*. 1975;(109):184–192. doi: 10.1097/00003086-197506000-00027
- 81.** Seedhom BB. Loadbearing function of the menisci. *Physiotherapy*. 1976;62(7):223.
- 82.** Seedhom BB, Hargreaves DJ. Transmission of the load in the knee joint with special reference to the role in the menisci: part II. Experimental results, discussion and conclusion. *Engineering in Medicine*. 1979;8(4):220–228. doi: 10.1243/EMED_JOUR_1979_008_051_02
- 83.** Fukubayashi T, Kurosawa H. The contact area and pressure distribution pattern of the knee. A study of normal and osteoarthrotic knee joints. *Acta Orthop Scand*. 1980;51(6):871–879. doi: 10.3109/17453678008990887
- 84.** Arnoczky SP, Adams ME, DeHaven KE, et al. The meniscus. In: Woo SL, Buckwalter J, editors. *Injury and repair of musculoskeletal soft tissues*. Park Ridge, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1987.
- 85.** Krause WR, Pope MH, Johnson RJ, Wilder DG. Mechanical changes in the knee after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58(5):599–604.
- 86.** Kurosawa H, Fukubayashi T, Nakajima H. Load-bearing mode of the knee joint: physical behavior of the knee joint with or without menisci. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;(149):283–290.
- 87.** Fukubayashi T, Torzilli PA, Sherman MF, Warren RF. An in vitro biomechanical evaluation of anterior-posterior motion of the knee. Tibial displacement, rotation, and torque. *J Bone Joint Surg Am*. 1982;64(2):258–264.
- 88.** Levy IM, Torzilli PA, Warren RF. The effect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 1982;64(6):883–888.
- 89.** Levy IM, Torzilli PA, Gould JD, Warren RF. The effect of lateral meniscectomy on motion of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 1989;71(3):401–406.
- 90.** Shoemaker SC, Markolf KL. The role of the meniscus in the anterior-posterior stability of the loaded anterior cruciate-deficient knee. Effects of partial versus total excision. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68(1):71–79.
- 91.** Markolf KL, Mensch JS, Amstutz HC. Stiffness and laxity of the knee – the contributions of the supporting structures. A quantitative in vitro study. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58(5):583–594.
- 92.** Bird MD, Sweet MB. A system of canals in semilunar menisci. *Ann Rheum Dis*. 1987;46(9):670–673. doi: 10.1136/ard.46.9.670
- 93.** Renstrom P, Johnson RJ. Anatomy and biomechanics of the menisci. *Clin Sports Med*. 1990;9(3):523–538.
- 94.** MacConaill MA. The function of intra-articular fibrocartilages, with special reference to the knee and inferior radio-ulnar joints. *J Anat*. 1932;66(Pt 2):210–227.
- 95.** MacConaill MA. Studies in the mechanics of synovial joints. *Ir J Med Sci*. 1946;21:223–235.
- 96.** MacConaill MA. The movements of bones and joints 3. The synovial fluid and its assistants. *J Bone Joint Surg*. 1950;32-B(2):244–252. doi: 10.1302/0301-620X.32B2.244
- 97.** Jerosch J, Prymka M, Castro WH. Proprioception of knee joints with a lesion of the medial meniscus. *Acta Orthop Belg*. 1996;62(1):41–45.
- 98.** Saygi B, Yildirim Y, Berker N, et al. Evaluation of the neurosensory function of the medial meniscus in humans. *Arthroscopy*. 2005;21(12):1468–1472. doi: 10.1016/j.arthro.2005.09.006
- 99.** Akgun U, Kocaoglu B, Orhan EK, et al. Possible reflex pathway between medial meniscus and semimembranosus muscle: an experimental study in rabbits. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16(9):809–814. doi: 10.1007/s00167-008-0542-x
- 100.** Karahan M, Kocaoglu B, Cabukoglu C, et al. Effect of partial medial meniscectomy on the proprioceptive function of the knee. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130(3):427–431. doi: 10.1007/s00402-009-1018-2
- 101.** Kettelkamp DB, Jacobs AW. Tibiofemoral contact area – determination and implications. *J Bone Joint Surg Am*. 1972;54(2):349–356.
- 102.** Marx RE. Platelet-rich plasma: evidence to support its use. *J Oral Maxillofac Surg*. 2004;62(4):489–496. doi: 10.1016/j.joms.2003.12.003
- 103.** Ding C, Martel-Pelletier J, Pelletier JP. Meniscal tear as an osteoarthritis risk factor in a largely non-osteoarthrotic cohort: a cross sectional study. *J Rheumatol*. 2007;34(4):776–784.

- 104.** Biedert RM. Treatment of intrasubstance meniscal lesions: a randomized prospective study of four different methods. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(2):104–108. doi: 10.1007/s001670050195
- 105.** MacDonald PB. Arthroscopic partial meniscectomy was not more effective than physical therapy for meniscal tear and knee osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(22):2058. doi: 10.2106/JBJS.9522.ebo745
- 106.** Mishra A, Harmon K, Woodall J, Vieira A. Sports medicine applications of platelet rich plasma. *Curr Pharm Biotechnol.* 2012;13(7):1185–1195. doi: 10.2174/138920112800624283
- 107.** Marx RE, Carlson ER, Eichstaedt RM. Platelet-rich plasma – growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998;85(6):638–646. doi: 10.1016/s1079-2104(98)90029-4
- 108.** Agata H, Asahina I, Yamazaki Y, et al. Effective bone engineering with periosteum-derived cells. *J Dental Res.* 2007;86(1):79–83. doi: 10.1177/154405910708600113
- 109.** Even J, Eskander M, Kang J. Bone morphogenetic protein in spine surgery: current and future uses. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012;20(9):547–552. doi: 10.5435/JAAOS-20-09-547
- 110.** Pereira RC, Scaranari M, Benelli R, et al. Dual effect of platelet lysate on human articular cartilage: a maintenance of chondrogenic potential and a transient proinflammatory activity followed by an inflammation resolution. *Tissue Eng Part A.* 2013;19(11–12):1476–1488. doi: 10.1089/ten.TEA.2012.0225
- 111.** Park SI, Lee HR, Kim S, et al. Time sequential modulation in expression of growth factors from platelet-rich plasma (PRP) on the chondrocyte cultures. *Mol Cell Biochem.* 2012;361(1–2):9–17. doi: 10.1007/s11010-011-1081-1
- 112.** Yang SY, Ahn ST, Rhie JW, et al. Platelet supernatant promotes proliferation of auricular chondrocytes and formation of chondrocyte mass. *Ann Plast Surg.* 2000;44(4):405–411. doi: 10.1097/00000637-200044040-00009
- 113.** Spreafico A, Chellini F, Frediani B, et al. Biochemical investigation of the effects of human platelet releasates on human articular chondrocytes. *J Cell Biochem.* 2009;108(5):1153–1165. doi: 10.1002/jcb.22344
- 114.** Gaissmaier C, Fritz J, Krackhardt T, et al. Effect of human platelet supernatant on proliferation and matrix synthesis of human articular chondrocytes in monolayer and three-dimensional alginate cultures. *Biomaterials.* 2005;26(14):1953–1960. doi: 10.1016/j.biomaterials.2004.06.031
- 115.** Sundman EA, Cole BJ, Karas V, et al. The anti-inflammatory and matrix restorative mechanisms of platelet rich plasma in osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2014;42(1):35–41. doi: 10.1177/0363546513507766
- 116.** Anitua E, Sánchez M, Nurden AT, et al. Platelet-released growth factors enhance the secretion of hyaluronic acid and induce hepatocyte growth factor production by synovial fibroblasts from arthritic patients. *Rheumatology (Oxford).* 2007;46(12):1769–1772. doi: 10.1093/rheumatology/kem234
- 117.** Yin Z, Yang X, Jiang Y, et al. Platelet-rich plasma combined with agarose as a bioactive scaffold to enhance cartilage repair: an in vitro study. *J Biomater Appl.* 2014;28(7):1039–1050. doi: 10.1177/0885328213492573
- 118.** Mifune Y, Matsumoto T, Takayama K, et al. The effect of platelet-rich plasma on the regenerative therapy of muscle derived stem cells for articular cartilage repair. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013;21(1):175–185. doi: 10.1016/j.joca.2012.09.018
- 119.** van Buul GM, Koevoet WL, Kops N, et al. Platelet-rich plasma releasate inhibits inflammatory processes in osteoarthritic chondrocytes. *Am J Sports Med.* 2011;39(11):2362–2370. doi: 10.1177/03635465111419278
- 120.** Bendinelli P, Matteucci E, Dogliotti G, et al. Molecular basis of anti-inflammatory action of platelet-rich plasma on human chondrocytes: mechanisms of NF- κ B inhibition via HGF. *J Cell Physiol.* 2010;225(3):757–766. doi: 10.1002/jcp.22274
- 121.** Wu CC, Chen WH, Zao B, et al. Regenerative potentials of platelet-rich plasma enhanced by collagen in retrieving proinflammatory cytokine-inhibited chondrogenesis. *Biomaterials.* 2011;32(25):5847–5854. doi: 10.1016/j.biomaterials.2011.05.002
- 122.** Lee HR, Park KM, Joung YK, et al. Platelet rich plasma loaded hydrogel scaffold enhances chondrogenic differentiation and maturation with up-regulation of CB1 and CB2. *J Control Release.* 2012;159(3):332–337. doi: 10.1016/j.jconrel.2012.02.008
- 123.** Chakkalakal JV, Jones KM, Basson MA, Brack AS. The aged niche disrupts muscle stem cell quiescence. *Nature.* 2012;490(7420):355–360. doi: 10.1038/nature11438
- 124.** Moussa M, Lajeunesse D, Hilal G, et al. Platelet rich plasma (PRP) induces chondroprotection via increasing autophagy, anti-inflammatory markers, and decreasing apoptosis in human osteoarthritic cartilage. *Exp Cell Res.* 2017;352(1):146–156. doi: 10.1016/j.yexcr.2017.02.012
- 125.** García-Prat L, Martínez-Vicente M, Perdiguer E, et al. Autophagy maintains stemness by preventing senescence. *Nature.* 2016;529(7584):37–42. doi: 10.1038/nature16187
- 126.** Khalimov EV, Saveliev SN, Khalimov AE, et al. Possibilities of using platelet-rich autoplasm in the treatment of osteoarthritis of the knee joint. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2016;23(3):23–27. doi:10.17816/vto201623323-27

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fairbank T.J. Knee joint changes after meniscectomy // *J Bone Joint Surg Br.* 1948. Vol. 30B. P. 664–670.
2. King D. The function of the semilunar cartilages // *J Bone Joint Surg.* 1936. Vol. 18B. P. 1069–1076.
3. Gillquist J., Hamberg P., Lysholm J. Endoscopic partial and total meniscectomy. A comparative study with a short term follow up // *Acta Orthop Scand.* 1982. Vol. 53, N 6. P. 975–975. doi: 10.3109/17453678208992857
4. Baratz M.E., Fu F.H., Mengato R. Meniscal tears: the effect of meniscectomy and of repair on intraarticular contact areas and stress in the human knee. A preliminary report // *Am J Sports Med.* 1986. Vol. 14, N 4. P. 270–275. doi: 10.1177/036354658601400405
5. Jaspers P., de Lange A., Huiskes R., van Rens T.J. The mechanical function of the meniscus, experiments on cadaveric pig knee-joints // *Acta Orthop Belg.* 1980. Vol. 46, N 6. P. 663–668.
6. Milachowski K.A., Weismeier K., Wirth C.J. Homologous meniscus transplantation. Experimental and clinical results // *Int Orthop.* 1989. Vol. 13, N 1. P. 1–11. doi: 10.1007/BF00266715
7. Turman K.A., Diduch D.R. Meniscal repair: indications and techniques // *J Knee Surg.* 2008. Vol. 21, N 2. P. 154–162. doi: 10.1055/s-0030-1247812
8. DeHaven K.E. Meniscus repair // *Am J Sports Med.* 1999. Vol. 27, N 2. P. 242–250. doi: 10.1177/03635465990270022301
9. Noyes F.R., Barber-Westin S.D. Repair of complex and avascular meniscal tears and meniscal transplantation // *J Bone Joint Surg Am.* 2010. Vol. 92, N 4. P. 1012–1029.
10. Sutton J.B. Ligaments: their nature and morphology. London: MK Lewis, 1897.
11. Nawabi D.H., Cro S., Hamid I.P., Williams A. Return to play after lateral meniscectomy compared with medial meniscectomy in elite professional soccer players // *Am J Sports Med.* 2014. Vol. 42, N 9. P. 2191–2198. doi: 10.1177/0363546514540271
12. Stein T., Mehling A.P., Welsch F., et al. Long-term outcome after arthroscopic meniscal repair versus arthroscopic partial meniscectomy for traumatic meniscal tears // *Am J Sports Med.* 2010. Vol. 38, N 8. P. 1542–1548. doi: 10.1177/0363546510364052
13. Makris E.A., Hadidi P., Athanasiou K.A. The knee meniscus: structure–function, pathophysiology, current repair techniques, and prospects for regeneration // *Biomaterials.* 2011. Vol. 32, N 30. P. 7411–7431. doi: 10.1016/j.biomaterials.2011.06.037
14. McDermott I.D., Amis A.A. The consequences of meniscectomy // *J Bone Joint Surg Br.* 2006. Vol. 88, N 12. P. 1549–1556. doi: 10.1302/0301-620X.88B12.18140
15. Fox A.J., Bedi A., Rodeo S.A. The basic science of human knee menisci: structure, composition, and function // *Sports Health.* 2012. Vol. 4, N 4. P. 340–351. doi: 10.1177/1941738111429419
16. Morgan C.D., Wojtyls E.M., Casscells C.D., Casscells S.W. Arthroscopic meniscal repair evaluated by second-look arthroscopy // *Am J Sports Med.* 1991. Vol. 19, N 6. P. 632–637. doi: 10.1177/036354659101900614
17. Salata M.J., Gibbs A.E., Sekiya J.K. A systematic review of clinical outcomes in patients undergoing meniscectomy // *Am J Sports Med.* 2010. Vol. 38, N 9. P. 1907–1916. doi: 10.1177/0363546510370196
18. Baker B.E., Peckham A.C., Puppato F., Sanborn J.C. Review of meniscal injury and associated sports // *Am J Sports Med.* 1985. Vol. 13, N 1. P. 1–4. doi: 10.1177/036354658501300101
19. Hede A., Jensen D.B., Blyme P., Sonne-Holm S. Epidemiology of meniscal lesions in the knee. 1,215 Open operations in Copenhagen 1982–84 // *Acta Orthop Scand.* 1990. Vol. 61, N 5. P. 435–437. doi: 10.3109/17453679008993557
20. Steinbruck K. Epidemiology of sports injuries: 25-year-analysis of sports orthopedic-traumatologic ambulatory care // *Sportverletz Sportschaden.* 1999. Vol. 13, N 2. P. 38–52. (In German). doi: 10.1055/s-2007-993313
21. Drosos G.I., Pozo J.L. The causes and mechanisms of meniscal injuries in the sporting and non-sporting environment in an unselected population // *Knee.* 2004. Vol. 11, N 2. P. 143–149. doi: 10.1016/S0968-0160(03)00105-4
22. Куляба Т.А., Новоселов К.А., Корнилов Н.Н. Диагностика и лечение повреждений менисков коленного сустава // *Травматология и ортопедия России.* 2002. № 1. С. 81–87.
23. Englund M., Guermazi A., Gale D., Hunter D.J., Aliabadi P., Clancy M., Felson D.T. Incidental meniscal findings on knee MRI in middle-aged and elderly persons // *N Engl J Med.* 2008. N 359. P. 1108–1115.
24. Noble J., Hamblen D.L. The pathology of the degenerate meniscus lesion // *J Bone Joint Surg Br.* 1975. Vol. 57, N 2. P. 180–186.
25. Gardner E., O’Rahilly R. The early development of the knee joint in staged human embryos // *J Anat.* 1968. Vol. 102, Pt 2. P. 289–299.
26. Gray J.C. Neural and vascular anatomy of the menisci of the human knee // *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999. Vol. 29, N 1. P. 23–30. doi: 10.2519/jospt.1999.29.1.23
27. Clark C.R., Ogden J.A. Development of the menisci of the human knee joint. Morphological changes and their potential role in childhood meniscal injury // *J Bone Joint Surg Am.* 1983. Vol. 65, N 4. P. 538–547.
28. Carney S.L., Muir H. The structure and function of cartilage proteoglycans // *Physiol Rev.* 1988. Vol. 68, N 3. P. 858–910. doi: 10.1152/physrev.1988.68.3.858
29. Arnoczky S.P., Warren R.F. Microvasculature of the human meniscus // *Am J Sports Med.* 1982. Vol. 10, N 2. P. 90–95. doi: 10.1177/036354658201000205
30. Ghadially F.N., Thomas I., Yong N., Lalonde J.M. Ultrastructure of rabbit semilunar cartilages // *J Anat.* 1978. Vol. 125, Pt 3. P. 499–517.
31. McDermott I.D., Sharifi F., Bull A.M., et al. An anatomical study of meniscal allograft sizing // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004. Vol. 12, N 2. P. 130–135. doi: 10.1007/s00167-003-0366-7
32. Shaffer B., Kennedy S., Klimkiewicz J., Yao L. Preoperative sizing of meniscal allografts in meniscus transplantation // *Am J Sports Med.* 2000. Vol. 28, N 4. P. 524–533. doi: 10.1177/03635465000280041301
33. Greis P.E., Bardana D.D., Holmstrom M.C., Burks R.T. Meniscal injury: I. Basic science and evaluation // *J Am Acad Orthop Surg.* 2002. Vol. 10, N 3. P. 168–176. doi: 10.5435/00124635-200205000-00003

34. Kusayama T., Harner C.D., Carlin G.J., et al. Anatomical and biomechanical characteristics of human meniscofemoral ligaments // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1994. Vol. 2, N 4. P. 234–237. doi: 10.1007/BF01845594
35. Messner K., Gao J. The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics, and a rationale for clinical treatment // *J Anat.* 1998. Vol. 193, Pt 2. P. 161–178. doi: 10.1046/j.1469-7580.1998.19320161.x
36. Villegas D.F., Hansen T.A., Liu D.F., Donahue T.L. A quantitative study of the microstructure and biochemistry of the medial meniscal horn attachments // *Ann Biomed Eng.* 2008. Vol. 36, N 1. P. 123–131. doi: 10.1007/s10439-007-9403-x
37. Berlet G.C., Fowler P.J. The anterior horn of the medial meniscus. An anatomic study of its insertion // *Am J Sports Med.* 1998. Vol. 26, N 4. P. 540–543. doi: 10.1177/03635465980260041201
38. McKeon B.P., Bono J.V., Richmond J.C. *Knee arthroscopy.* New York, NY: Springer Science and Business Media, 2009.
39. Palastanga N., Soames R. *Anatomy and human movement, structure and function.* Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences, 2011.
40. Rath E., Richmond J.C. The menisci: basic science and advances in treatment // *Br J Sports Med.* 2000. Vol. 34, N 4. P. 252–257. doi: 10.1136/bjism.34.4.252
41. Last R.J. The popliteus muscle and the lateral meniscus // *J Bone Joint Surg Br.* 1950. Vol. 32-B, N 1. P. 93–99. doi: 10.1302/0301-620X.32B1.93
42. Ghadially F.N., Lalonde J.M., Wedge J.H. Ultrastructure of normal and torn menisci of the human knee joint // *J Anat.* 1983. Vol. 136, Pt 4. P. 773–791.
43. Herwig J., Egner E., Buddecke E. Chemical changes of human knee joint menisci in various stages of degeneration // *Ann Rheum Dis.* 1984. Vol. 43, N 4. P. 635–640. doi: 10.1136/ard.43.4.635
44. Sweigart M.A., Athanasiou K.A. Toward tissue engineering of the knee meniscus // *Tissue Eng.* 2001. Vol. 7, N 2. P. 111–129. doi: 10.1089/107632701300062697
45. Cheung H.S. Distribution of type I, II, III and V in the pepsin solubilized collagens in bovine menisci // *Connect Tissue Res.* 1987. Vol. 16, N 4. P. 343–356. doi: 10.3109/03008208709005619
46. Bullough P.G., Munuera L., Murphy J., Weinstein A.M. The strength of the menisci of the knee as it relates to their fine structure // *J Bone Joint Surg Br.* 1970. Vol. 52, N 3. P. 564–567.
47. Yasui K. Three dimensional architecture of human normal menisci // *J Jpn Orthop Assoc.* 1978. Vol. 52, N 1. P. 391–399.
48. Aspden R.M., Yarker Y.E., Hukins D.W. Collagen orientations in the meniscus of the knee joint // *J Anat.* 1985. Vol. 140, Pt 3. P. 371–380.
49. Beaupre A., Choukroun R., Guidouin R., et al. Knee menisci. Correlation between microstructure and biomechanics // *Clin Orthop Relat Res.* 1986. N 208. P. 72–75.
50. Fithian D.C., Kelly M.A., Mow V.C. Material properties and structure–function relationships in the menisci // *Clin Orthop Relat Res.* 1990. N 252. P. 19–31.
51. Skaggs D.L., Mow V.C. Function of the radial tie fibers in the meniscus // *Trans Orthop Res Soc.* 1990. Vol. 15. P. 248.
52. Рыбалко Д.Ю., Вагапова В.Ш., Борзилова О.Х. Особенности гистологического строения различных зон менисков коленного сустава человека на этапах постнатального онтогенеза // *Медицинский вестник Башкортостана.* 2015. Т. 10. №1. С. 99–102.
53. Petersen W., Tillmann B. Collagenous fibril texture of the human knee joint menisci // *Anat Embryol (Berl).* 1998. Vol. 197, N 4. P. 317–324. doi: 10.1007/s004290050141
54. Andrews S.H., Rattner J.B., Abusara Z., et al. Tie-fibre structure and organization in the knee menisci // *J Anat.* 2014. Vol. 224, N 5. P. 531–537. doi: 10.1111/joa.12170
55. Voloshin A.S., Wosk J. Shock absorption of meniscectomized and painful knees: a comparative in vivo study // *J Biomed Eng.* 1983. Vol. 5, N 2. P. 157–161. doi: 10.1016/0141-5425(83)90036-5
56. Pauli C., Grogan S.P., Patil S., et al. Macroscopic and histopathologic analysis of human knee menisci in aging and osteoarthritis // *Osteoarthritis Cartilage.* 2011. Vol. 19, N 9. P. 1132–1141. doi: 10.1016/j.joca.2011.05.008
57. Ghosh P., Taylor T.K. The knee joint meniscus. A fibrocartilage of some distinction // *Clin Orthop Relat Res.* 1987. N 224. P. 52–63.
58. Nakano T., Dodd C.M., Scott P.G. Glycosaminoglycans and proteoglycans from different zones of the porcine knee meniscus // *J Orthop Res.* 1997. Vol. 15, N 2. P. 213–220. doi: 10.1002/jor.1100150209
59. Scott P.G., Nakano T., Dodd C.M. Isolation and characterization of small proteoglycans from different zones of the porcine knee meniscus // *Biochim Biophys Acta.* 1997. Vol. 1336, N 2. P. 254–262. doi: 10.1016/s0304-4165(97)00040-8
60. Adams M.E., Muir H. The glycosaminoglycans of canine menisci // *Biochem J.* 1981. Vol. 197, N 2. P. 385–389. doi: 10.1042/bj1970385
61. McDevitt C.A., Webber R.J. The ultrastructure and biochemistry of meniscal cartilage // *Clin Orthop Relat Res.* 1990. N 252. P. 8–18.
62. Miller R.R., McDevitt C.A. Thrombospondin in ligament, meniscus and intervertebral disc // *Biochim Biophys Acta.* 1991. Vol. 1115, N 1. P. 85–98. doi: 10.1016/0304-4165(91)90015-9
63. Nakata K., Shino K., Hamada M., et al. Human meniscus cell: characterization of the primary culture and use for tissue engineering // *Clin Orthop Relat Res.* 2001. Vol. 391 Suppl. P. S208–S218.
64. Verdonk P.C., Forsyth R.G., Wang J., et al. Characterisation of human knee meniscus cell phenotype // *Osteoarthritis Cartilage.* 2005. Vol. 13, N 7. P. 548–560. doi: 10.1016/j.joca.2005.01.010
65. Van der Bracht H., Verdonk R., Verbruggen G., et al. Cell based meniscus tissue engineering. In: Ashammakhi N., Reis R.L., Chielini E., editors. *Topics in tissue engineering.* Finland: Oulu University, 2007.
66. Day B., Mackenzie W.G., Shim S.S., Leung G. The vascular and nerve supply of the human meniscus // *Arthroscopy.* 1985. Vol. 1, N 1. P. 58–62. doi: 10.1016/s0749-8063(85)80080-3
67. Danzig L., Resnick D., Gonsalves M., Akeson W.H. Blood supply to the normal and abnormal menisci of the human knee // *Clin Orthop Relat Res.* 1983. N 172. P. 271–276.
68. Harner C.D., Janaushek M.A., Kanamori A., et al. Biomechanical analysis of a double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction // *Am J Sports Med.* 2000. Vol. 28, N 2. P. 144–151. doi: 10.1177/03635465000280020201
69. Meyers E., Zhu W., Mow V. Viscoelastic properties of articular cartilage and meniscus. In: Nimni M., editor. *Collagen: chemistry, biology and biotechnology.* Boca Raton, FL: CRC, 1988.
70. Gardner E. The innervation of the knee joint // *Anat Rec.* 1948. Vol. 101, N 1. P. 109–130. doi: 10.1002/ar.1091010111

- 71.** Kennedy J.C., Alexander I.J., Hayes K.C. Nerve supply of the human knee and its functional importance // *Am J Sports Med.* 1982. Vol. 10, N 6. P. 329–335. doi: 10.1177/036354658201000601
- 72.** Самсонова А.В., Комиссарова Е.Н. Биомеханика мышц: учебно-методическое пособие / под ред. А.В. Самсоновой. Санкт-Петербург, 2008.
- 73.** Zimny M.L. Mechanoreceptors in articular tissues // *Am J Anat.* 1988. Vol. 182, N 1. P. 16–32. doi: 10.1002/aja.1001820103
- 74.** Wilson A.S., Legg P.G., McNeur J.C. Studies on the innervation of the medial meniscus in the human knee joint // *Anat Rec.* 1969. Vol. 165, N 4. P. 485–491. doi: 10.1002/ar.1091650404
- 75.** Вейн А.М. Болевые синдромы в неврологической практике. 3-е издание под ред. чл.-корр. РАМН А.М. Вейна. М.: МЕДпресс-информ, 2001. С. 158.
- 76.** Gronblad M., Korkala O., Liesi P., Karaharju E. Innervation of synovial membrane and meniscus // *Acta Orthop Scand.* 1985. Vol. 56, N 6. P. 484–486. doi: 10.3109/17453678508993040
- 77.** Zimny M.L., Albright D.J., Dabezies E. Mechanoreceptors in the human medial meniscus // *Acta Anat (Basel).* 1988. Vol. 133, N 1. P. 35–40. doi: 10.1159/000146611
- 78.** Assimakopoulos A.P., Katonis P.G., Agapitos M.V., Exarchou E.I. The innervation of the human meniscus // *Clin Orthop Relat Res.* 1992. N 275. P. 232–236.
- 79.** Mine T., Kimura M., Sakka A., Kawai S. Innervation of nociceptors in the menisci of the knee joint: an immunohistochemical study // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2000. Vol. 120, N 3–4. P. 201–204. doi: 10.1007/s004020050044
- 80.** Walker P.S., Erkman M.J. The role of the menisci in force transmission across the knee // *Clin Orthop Relat Res.* 1975. N 109. P. 184–192. doi: 10.1097/00003086-197506000-00027
- 81.** Seedhom B.B. Loadbearing function of the menisci // *Physiotherapy.* 1976. Vol. 62, N 7. P. 223.
- 82.** Seedhom B.B., Hargreaves D.J. Transmission of the load in the knee joint with special reference to the role in the menisci: part II. Experimental results, discussion and conclusion // *Engineering in Medicine.* 1979. Vol. 8, N 4. P. 220–228. doi: 10.1243/EMED_JOUR_1979_008_051_02
- 83.** Fukubayashi T., Kurosawa H. The contact area and pressure distribution pattern of the knee. A study of normal and osteoarthrotic knee joints // *Acta Orthop Scand.* 1980. Vol. 51, N 6. P. 871–879. doi: 10.3109/17453678008990887
- 84.** Arnoczky S.P., Adams M.E., DeHaven K.E., et al. The meniscus. In: Woo S.L., Buckwalter J., editors. *Injury and repair of musculoskeletal soft tissues.* Park Ridge, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1987.
- 85.** Krause W.R., Pope M.H., Johnson R.J., Wilder D.G. Mechanical changes in the knee after meniscectomy // *J Bone Joint Surg Am.* 1976. Vol. 58, N 5. P. 599–604.
- 86.** Kurosawa H., Fukubayashi T., Nakajima H. Load-bearing mode of the knee joint: physical behavior of the knee joint with or without menisci // *Clin Orthop Relat Res.* 1980. N 149. P. 283–290.
- 87.** Fukubayashi T., Torzilli P.A., Sherman M.F., Warren R.F. An in vitro biomechanical evaluation of anterior–posterior motion of the knee. Tibial displacement, rotation, and torque // *J Bone Joint Surg Am.* 1982. Vol. 64, N 2. P. 258–264.
- 88.** Levy I.M., Torzilli P.A., Warren R.F. The effect of medial meniscectomy on anterior–posterior motion of the knee // *J Bone Joint Surg Am.* 1982. Vol. 64, N 6. P. 883–888.
- 89.** Levy I.M., Torzilli P.A., Gould J.D., Warren R.F. The effect of lateral meniscectomy on motion of the knee // *J Bone Joint Surg Am.* 1989. Vol. 71, N 3. P. 401–406.
- 90.** Shoemaker S.C., Markolf K.L. The role of the meniscus in the anterior–posterior stability of the loaded anterior cruciate-deficient knee. Effects of partial versus total excision // *J Bone Joint Surg Am.* 1986. Vol. 68, N 1. P. 71–79.
- 91.** Markolf K.L., Mensch J.S., Amstutz H.C. Stiffness and laxity of the knee – the contributions of the supporting structures. A quantitative in vitro study // *J Bone Joint Surg Am.* 1976. Vol. 58, N 5. P. 583–594.
- 92.** Bird M.D., Sweet M.B. A system of canals in semilunar menisci // *Ann Rheum Dis.* 1987. Vol. 46, N 9. P. 670–673. doi: 10.1136/ard.46.9.670
- 93.** Renstrom P., Johnson R.J. Anatomy and biomechanics of the menisci // *Clin Sports Med.* 1990. Vol. 9, N 3. P. 523–538.
- 94.** MacConaill M.A. The function of intra-articular fibrocartilages, with special reference to the knee and inferior radio-ulnar joints // *J Anat.* 1932. Vol. 66, Pt 2. P. 210–227.
- 95.** MacConaill M.A. Studies in the mechanics of synovial joints // *Ir J Med Sci.* 1946. Vol. 21. P. 223–235.
- 96.** MacConaill M.A. The movements of bones and joints 3. The synovial fluid and its assistants // *J Bone Joint Surg.* 1950. Vol. 32-B, N 2. P. 244–252. doi: 10.1302/0301-620X.32B2.244
- 97.** Jerosch J., Prymka M., Castro W.H. Proprioception of knee joints with a lesion of the medial meniscus // *Acta Orthop Belg.* 1996. Vol. 62, N 1. P. 41–45.
- 98.** Saygi B., Yildirim Y., Berker N., et al. Evaluation of the neurosensory function of the medial meniscus in humans // *Arthroscopy.* 2005. Vol. 21, N 12. P. 1468–1472. doi: 10.1016/j.arthro.2005.09.006
- 99.** Akgun U., Kocaoglu B., Orhan E.K., et al. Possible reflex pathway between medial meniscus and semimembranosus muscle: an experimental study in rabbits // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008. Vol. 16, N 9. P. 809–814. doi: 10.1007/s00167-008-0542-x
- 100.** Karahan M., Kocaoglu B., Cabukoglu C., et al. Effect of partial medial meniscectomy on the proprioceptive function of the knee // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010. Vol. 130, N 3. P. 427–431. doi: 10.1007/s00402-009-1018-2
- 101.** Kettelkamp D.B., Jacobs A.W. Tibiofemoral contact area – determination and implications // *J Bone Joint Surg Am.* 1972. Vol. 54, N 2. P. 349–356.
- 102.** Marx R.E. Platelet-rich plasma: evidence to support its use // *J Oral Maxillofac Surg.* 2004. Vol. 62, N 4. P. 489–496. doi: 10.1016/j.joms.2003.12.003
- 103.** Ding C., Martel-Pelletier J., Pelletier J.P. Meniscal tear as an osteoarthritis risk factor in a largely non-osteoarthritic cohort: a cross sectional study // *J Rheumatol.* 2007. Vol. 34, N 4. P. 776–784.
- 104.** Biedert R.M. Treatment of intrasubstance meniscal lesions: a randomized prospective study of four different methods // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000. Vol. 8, N 2. P. 104–108. doi: 10.1007/s001670050195
- 105.** MacDonald P.B. Arthroscopic partial meniscectomy was not more effective than physical therapy for meniscal tear and knee

- osteoarthritis // *J Bone Joint Surg Am*. 2013. Vol. 95, N 22. P. 2058. doi: 10.2106/JBJS.9522.ebo745.
- 106.** Mishra A., Harmon K., Woodall J., Vieira A. Sports medicine applications of platelet rich plasma // *Curr Pharm Biotechnol*. 2012. Vol. 13, N 7. P. 1185–1195. doi: 10.2174/138920112800624283
- 107.** Marx R.E., Carlson E.R., Eichstaedt R.M. Platelet-rich plasma – growth factor enhancement for bone grafts // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998. Vol. 85, N 6. P. 638–646. doi: 10.1016/s1079-2104(98)90029-4
- 108.** Agata H., Asahina I., Yamazaki Y., et al. Effective bone engineering with periosteum-derived cells // *J Dental Res*. 2007. Vol. 86, N 1. P. 79–83. doi: 10.1177/154405910708600113
- 109.** Even J., Eskander M., Kang J. Bone morphogenetic protein in spine surgery: current and future uses // *J Am Acad Orthop Surg*. 2012. Vol. 20, N 9. P. 547–552. doi: 10.5435/JAAOS-20-09-547
- 110.** Pereira R.C., Scaranari M., Benelli R., et al. Dual effect of platelet lysate on human articular cartilage: a maintenance of chondrogenic potential and a transient proinflammatory activity followed by an inflammation resolution // *Tissue Eng Part A*. 2013. Vol. 19, N 11–12. P. 1476–1488. doi: 10.1089/ten.TEA.2012.0225
- 111.** Park S.I., Lee H.R., Kim S., et al. Time sequential modulation in expression of growth factors from platelet-rich plasma (PRP) on the chondrocyte cultures // *Mol Cell Biochem*. 2012. Vol. 361, N 1–2. P. 9–17. doi: 10.1007/s11010-011-1081-1
- 112.** Yang S.Y., Ahn S.T., Rhie J.W., et al. Platelet supernatant promotes proliferation of auricular chondrocytes and formation of chondrocyte mass // *Ann Plast Surg*. 2000. Vol. 44, N 4. P. 405–411. doi: 10.1097/0000637-200044040-00009
- 113.** Spreafico A., Chellini F., Frediani B., et al. Biochemical investigation of the effects of human platelet releasates on human articular chondrocytes // *J Cell Biochem*. 2009. Vol. 108, N 5. P. 1153–1165. doi: 10.1002/jcb.22344
- 114.** Gaissmaier C., Fritz J., Krackhardt T., et al. Effect of human platelet supernatant on proliferation and matrix synthesis of human articular chondrocytes in monolayer and three-dimensional alginate cultures // *Biomaterials*. 2005. Vol. 26, N 14. P. 1953–1960. doi: 10.1016/j.biomaterials.2004.06.031
- 115.** Sundman E.A., Cole B.J., Karas V., et al. The anti-inflammatory and matrix restorative mechanisms of platelet rich plasma in osteoarthritis // *Am J Sports Med*. 2014. Vol. 42, N 1. P. 35–41. doi: 10.1177/0363546513507766
- 116.** Anitua E., Sánchez M., Nurden A.T., et al. Platelet-released growth factors enhance the secretion of hyaluronic acid and induce hepatocyte growth factor production by synovial fibroblasts from arthritic patients // *Rheumatology (Oxford)*. 2007. Vol. 46, N 12. P. 1769–1772. doi: 10.1093/rheumatology/kem234
- 117.** Yin Z., Yang X., Jiang Y., et al. Platelet-rich plasma combined with agarose as a bioactive scaffold to enhance cartilage repair: an in vitro study // *J Biomater Appl*. 2014. Vol. 28, N 7. P. 1039–1050. doi: 10.1177/0885328213492573
- 118.** Mifune Y., Matsumoto T., Takayama K., et al. The effect of platelet-rich plasma on the regenerative therapy of muscle derived stem cells for articular cartilage repair // *Osteoarthritis Cartilage*. 2013. Vol. 21, N 1. P. 175–185. doi: 10.1016/j.joca.2012.09.018
- 119.** van Buul G.M., Koevoet W.L., Kops N., et al. Platelet-rich plasma releasate inhibits inflammatory processes in osteoarthritic chondrocytes // *Am J Sports Med*. 2011. Vol. 39, N 11. P. 2362–2370. doi: 10.1177/0363546511419278
- 120.** Bendinelli P., Matteucci E., Dogliotti G., et al. Molecular basis of anti-inflammatory action of platelet-rich plasma on human chondrocytes: mechanisms of NF-κB inhibition via HGF // *J Cell Physiol*. 2010. Vol. 225, N 3. P. 757–766. doi: 10.1002/jcp.22274
- 121.** Wu C.C., Chen W.H., Zao B., et al. Regenerative potentials of platelet-rich plasma enhanced by collagen in retrieving proinflammatory cytokine-inhibited chondrogenesis // *Biomaterials*. 2011. Vol. 31, N 25. P. 5847–5854. doi: 10.1016/j.biomaterials.2011.05.002
- 122.** Lee H.R., Park K.M., Joung Y.K., et al. Platelet rich plasma loaded hydrogel scaffold enhances chondrogenic differentiation and maturation with up-regulation of CB1 and CB2 // *J Control Release*. 2012. Vol. 159, N 3. P. 332–337. doi: 10.1016/j.jconrel.2012.02.008
- 123.** Chakkalakkal J.V., Jones K.M., Basson M.A., Brack A.S. The aged niche disrupts muscle stem cell quiescence // *Nature*. 2012. Vol. 490, N 7420. P. 355–360. doi: 10.1038/nature11438
- 124.** Moussa M., Lajeunesse D., Hilal G., et al. Platelet rich plasma (PRP) induces chondroprotection via increasing autophagy, anti-inflammatory markers, and decreasing apoptosis in human osteoarthritic cartilage // *Exp Cell Res*. 2017. Vol. 352, N 1. P. 146–156. doi: 10.1016/j.yexcr.2017.02.012
- 125.** García-Prat L., Martínez-Vicente M., Perdiguer E., et al. Autophagy maintains stemness by preventing senescence // *Nature*. 2016. Vol. 529, N 7584. P. 37–42. doi: 10.1038/nature16187
- 126.** Халимов Э.В., Савельев С.Н., Халимов А.Э. и др. Возможности применения обогащенной тромбоцитами аутоплазмы в лечении остеоартроза коленного сустава. Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н.Приорова. 2016. Т. 23. № 3. С. 23–27. doi:10.17816/vto201623323-27

AUTHORS INFO

***Ruslan Y. Atlukhanov**, MD, traumatologist-orthopedist;
address: 20/1 Delegatskaya str., 127473, Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3417-6744>;
eLibrary SPIN: 7162-0145;
e-mail: ruslan.atl@mail.ru

Mikhail P. Lisitsyn, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3417-6744>;
eLibrary SPIN: 6845-8768;
e-mail: lissitsyn@rambler.ru

ОБ АВТОРАХ

***Руслан Яверович Атлуханов**, врач травматолог-ортопед;
адрес: Россия, 127473, Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3417-6744>;
eLibrary SPIN: 7162-0145;
e-mail: ruslan.atl@mail.ru

Михаил Петрович Лисицын, д-р мед. наук, профессор,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3417-6744>;
eLibrary SPIN: 6845-8768;
e-mail: lissitsyn@rambler.ru

Adam M. Zaremuk, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6630-9735>;
eLibrary SPIN: 4169-3882;
e-mail: adamzaremuk@mail.ru

Ekaterina M. Lisitsyna, MD,
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5184-2561>;
eLibrary SPIN: 7268-0320;
e-mail: lis10@yandex.ru

Адам Муратчериевич Заремук, канд. мед. наук,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6630-9735>;
eLibrary SPIN: 4169-3882;
e-mail: adamzaremuk@mail.ru

Екатерина Михайловна Лисицына,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5184-2561>;
eLibrary SPIN: 7268-0320;
e-mail: lis10@yandex.ru

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto82526>

Динамическое ультразвуковое исследование медиопателлярной синовиальной складки коленного сустава

Н.А. Еськин¹, А.А. Очкуренко¹, Ф.У. Кусова¹, А.П. Курпьяков², А.В. Горохводацкий^{1*}, Н.Ю. Матвеева¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, Москва, Россия;

² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский университет), Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Одной из причин формирования синдрома болей в переднем отделе коленного сустава является патологически утолщенная медиопателлярная синовиальная складка (МПСС). МПСС чаще всего патологически изменяется и вследствие этого приводит к изменениям близлежащих структур коленного сустава. Однако существуют сложности в оценке прямого воздействия МПСС на суставной хрящ надколенника и медиального мыщелка бедренной кости, для этого целесообразно выполнять УЗИ с применением функциональных проб.

Цель исследования. Изучить эффективность УЗИ с применением функциональных проб в диагностике патологии МПСС, которые имеют важное значение в определении тактики и оценке результатов лечения.

Материалы и методы. Представлены результаты сравнительного обследования 80 пациентов. Первым этапом пациентам выполнялось МРТ, по данным которого оценивался тип изменения МПСС. Вторым этапом проводилось УЗИ с применением функциональных проб.

Результаты. По данным МРТ тип А выявлен у 11, тип В — у 17, тип С — у 38 и тип D — у 14 пациентов. Результаты УЗИ показали, что МПСС типа А и В не ущемлялись ни в одном случае, а МПСС типа С и D ущемлялись в 24 (63,2%) и 12 (85,7%) случаях соответственно.

Заключение. Проведенное исследование позволило определить не только наличие или отсутствие патологически утолщенной МПСС, но и оценить степень влияния ее на близлежащие структуры сустава, такие как толщина, степень васкуляризации как самой складки, так и синовиальной оболочки вокруг нее, наличие или отсутствие ущемления при сгибании и разгибании коленного сустава и SHELF-синдрома, а следовательно, степень ее участия в формировании болевого синдрома.

Ключевые слова: коленный сустав; медиопателлярная синовиальная складка; МРТ; УЗИ; функциональные пробы.

Как цитировать:

Еськин Н.А., Очкуренко А.А., Кусова Ф.У., Курпьяков А.П., Горохводацкий А.В., Матвеева Н.Ю. Динамическое ультразвуковое исследование медиопателлярной синовиальной складки коленного сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 3. С. 37–45.
DOI: <https://doi.org/10.17816/vto82526>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto82526>

Dynamic ultrasonic research mediopatellary synovial folding knee joint

Nikolay A. Eskin¹, Alexander A. Ochkurenko¹, Fatima U. Kusova¹, Anton P. Kurpyakov², Alexander V. Gorokhvodatsky^{1*}, Natalya Yu. Matveeva¹

¹ N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia;

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: One of the reasons for the formation of pain syndrome in the anterior part of the knee joint is a pathologically thickened mediopatellar synovial plica (MP). MP most often pathologically changes and as a result leads to changes in the nearby structures of the knee joint. However, there are difficulties in assessing the direct impact of MPSS on the articular cartilage of the patella and medial condyle of the femur, for this it is advisable to perform ultrasound examination using functional tests.

AIM: To study the effectiveness of ultrasound examination with the use of functional tests in the diagnosis of MP pathology, which are important in determining tactics and evaluating treatment results.

MATERIALS AND METHODS: The results of a comparative survey of 80 patients are presented. The first stage of the MRI was performed on patients, according to which the type of change in MP was evaluated. The second stage was ultrasound with the use of functional tests.

RESULTS: According to MRI data, type A was detected in 11, type B in 17, type C in 38 and type D in 14 patients. Ultrasound results showed that type A and B MP were not infringed in any case, and type C and D MP were infringed in 24 (63.2%) and 12 (85.7%) cases, respectively.

CONCLUSION: The study made it possible to determine not only the presence or absence of pathologically thickened MP, but also to assess the degree of its influence on nearby joint structures, such as thickness, the degree of vascularization of both the fold itself and the synovial membrane around it, the presence or absence of infringement during flexion and extension of the knee joint and SHELF syndrome, and therefore, the degree of its participation in the formation of pain syndrome.

Keywords: knee joint; mediopatellar synovial fold; MRI; ultrasound; functional tests.

To cite this article:

Eskin NA, Ochkurenko AA, Kusova FU, Kurpyakov AP, Gorokhvodatskiy AV, Matveeva NYu. Dynamic ultrasonic research mediopatellary synovial folding knee joint. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(3):37–45. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto82526>

Received: 06.10.2021

Accepted: 02.11.2021

Published: 13.01.2022

ВВЕДЕНИЕ

Одной из причин формирования синдрома болей в переднем отделе коленного сустава является патологически утолщенная медиопателлярная синовиальная складка (МПСС). Совместно с инфрапателлярной, супрапателлярной и латеральной складками она формируется во время эмбриогенеза. Если мембраны не полностью распались, то их остатки классифицируются как синовиальные складки. МПСС считается рудиментом, который по ряду причин имеет клинические проявления [1–4]. МПСС чаще всего патологически изменяется (утолщается, повреждается) и вследствие этого приводит к изменениям близлежащих структур коленного сустава [5–8]. В зависимости от различных причин возникает воспаление, гипертрофия, что становится причиной ущемления МПСС и болевого синдрома у пациентов [9–11].

При наличии жалоб у пациента на боли и щелчки в переднемедиальном отделе коленного сустава проводится дифференциальная диагностика между патологией внутреннего мениска, внутренней боковой связки, медиального удерживателя надколенника, поднадколенникового жирового тела и МПСС [12]. Сбор анамнеза, клинический осмотр пациента, рентгенография коленного сустава в 3-х проекциях (для исключения пателлофemorальной дисплазии), магнитно-резонансная томография (МРТ) информативны, но, к сожалению, не позволяют полноценно судить о вовлеченности МПСС в патологический процесс. Если болевой синдром и щелчки возникают только при определенном движении или положении сустава, информации, полученной перечисленными методами, будет недостаточно для постановки диагноза. Методом выбора в таком случае является ультразвуковое исследование (УЗИ), оно позволяет оценить конгруэнтность и хондромаляцию суставных поверхностей, толщину суставного хряща в доступных для исследования областях, анатомическую форму, целостность и структуру менисков, внешних связок (внутренняя боковая связка, наружная боковая связка, собственная связка надколенника), наличие воспалительных изменений капсулы сустава и поднадколенникового жирового тела, МПСС [13]. Современные аппараты для УЗИ не имеют лучевой нагрузки, стоимость исследования невысока и имеется возможность динамического контроля, поэтому метод удобен для применения врачами травматологами-ортопедами на амбулаторном приеме.

Однако, несмотря на все преимущества УЗИ, существуют сложности в оценке прямого воздействия МПСС на суставной хрящ надколенника и медиального мыщелка бедренной кости [14, 15], для этого целесообразно выполнять УЗИ с применением функциональных проб.

Цель исследования — изучить эффективность УЗИ с применением функциональных проб в диагностике патологии МПСС, которые имеют важное значение в определении тактики и оценке результатов лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 80 пациентов с болями в переднем отделе сустава, в том числе 46 мужчин (57,5%), 34 женщины (42,5%). Средний возраст пациентов — 23,9 лет (18–25 лет). Во время динамического УЗИ у всех пациентов оценивалось состояние 2 суставов для сопоставления клинической картины. Оценка происходила по следующим критериям: тип складки; наличие SHELF-синдрома, ущемления складки в пателлофemorальном сочленении, васкуляризации складки и синовита коленного сустава.

Всем пациентам перед назначением УЗИ было выполнено МРТ коленного сустава на аппарате Ingenia 1.5 T (Philips, Нидерланды) (рис. 1). МПСС выглядит как полоса низкой интенсивности как на T1, так и на T2 взвешенных изображениях, расположенной перед медиальным мыщелком бедренной кости. Она находится непосредственно за жировой складкой треугольной формы. Медиопателлярная пластинка имеет низкую интенсивность сигнала на взвешенных изображениях T1 и T2, ее можно оптимально визуализировать с помощью взвешенных изображений T2 в аксиальной и сагиттальной плоскостях, взвешенные изображения T2 могут быть выполнены с подавлением жира или без него. У всех пациентов проведена оценка типа складки в соответствии с классификацией J. Sakakibara [16].

Тип А ($n=11$ пациентов) — складка представлена линейным жгутообразным утолщением синовиальной стенки по медиальной поверхности капсулы сустава.

Тип В ($n=17$ пациентов) — складка представлена удлиненным линейным тяжем с неровными контурами, но не достигает медиального мыщелка бедренной кости.

Тип С ($n=38$ пациентов) — складка удлинена, утолщена, с неровными бахромчатыми контурами, распространяется на область медиального мыщелка бедренной кости.

Тип D ($n=14$ пациентов) — складка распространяется на область медиального мыщелка бедренной кости

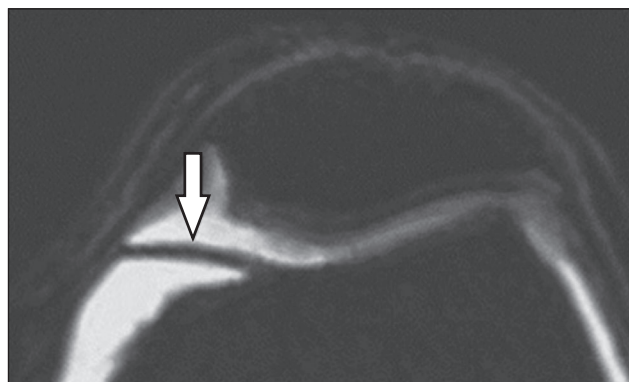


Рис. 1. Полученная с помощью магнитно-резонансной томографии картина медиопателлярной синовиальной складки

Fig. 1. A picture of the mediopatellar synovial fold obtained using magnetic resonance imaging

утолщена, неровная, имеет центральный дефект (фенестрированная складка).

Всем пациентам было выполнено УЗИ коленного сустава с применением функциональных проб. Обследование с использованием линейного преобразователя 12 МГц с апертурой 38 мм (система JU 22; Philips Medical Systems) проводил врач, который не участвовал в консервативном лечении и последующей операции. Перед УЗИ врач ознакомился с результатами МРТ.

Критерий включения в исследование: видимое «ущемление» патологически утолщенной МПСС в пателлофemorальном сочленении. Критерии исключения: любые сочетанные повреждения, включая патологию менисков, повреждения боковых и крестообразных связок, повреждения суставного хряща опорных поверхностей коленного сустава, а также МПСС типа А и В.

Этическая экспертиза. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом по биологической и медицинской этике ФГБУ «ЦИТО им. Приорова» Минздрава России (№ 3 от 26.10.2017).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Существует два способа ультразвуковой диагностики.

Первый способ описан в работе Ł. Paczesny, J. Kruczyński (2009) [17]. Сначала проведено стандартное сонографическое исследование сустава в соответствии с методикой N. Grobelaar, J.A. Bouffard (2000) [18]. Во время стандартного сонографического исследования жидкость в верхнем углублении была идентифицирована с помощью баллотировки датчика [19]. Затем проведен динамический тест МПСС. Исследуемого располагали лежа на спине, с полностью вытянутой нижней конечностью в коленном суставе и расслабленной четырехглавой

мышцей. Датчик размещали в поперечном положении над переднемедиальной частью коленного сустава (рис. 2), что позволяло визуализировать медиальную границу надколенника, надколенниковый хрящ и выпуклую часть медиального мыщелка бедренной кости.

МПСС берет начало на медиальной стенке полости коленного сустава, идет косо вниз к инфрапателлярной жировой подушке. МПСС в норме тонкая, розовая и эластичная (рис. 3). Может быть связана с супрапателлярной складкой. Выявляемость МПСС колеблется от 18,5 до 72,0%. Классификация МПСС: а) отсутствует, б) рудиментарная, в) полная, г) парная, д) фенестрированная, е) высокая. Причинами патологического изменения МПСС могут быть непрямо́я травма, прямой удар или хроническая травматизация в процессе спортивной деятельности (в том числе с явлениями синовита). Показатель заболеваемости МПСС составляет от 3,25 до 11% случаев.

Хроническая травматизация и воспаление вызывали фиброз МПСС, которая теряла свою эластичность и становилась толстой и неэластичной. В результате движений складка ущемлялась между надколенником и мыщелком бедренной кости. При этом наблюдалась односторонняя (двусторонняя) хондромалиция суставных поверхностей пателлофemorального сустава.

Правильность размещения ультразвукового датчика корректировали для достижения визуализации плоскостных сонографических ориентиров с помощью рентгенографического снимка (рис. 4). Эти положения ультразвукового трансдюсера позволяли визуализировать медиальную границу надколенника, надколенниковый хрящ и выпуклую границу медиального мыщелка бедренной кости, а также МПСС. После определения правильного расположения первым пальцем левой руки смещали надколенник в медиальную сторону сустава во время

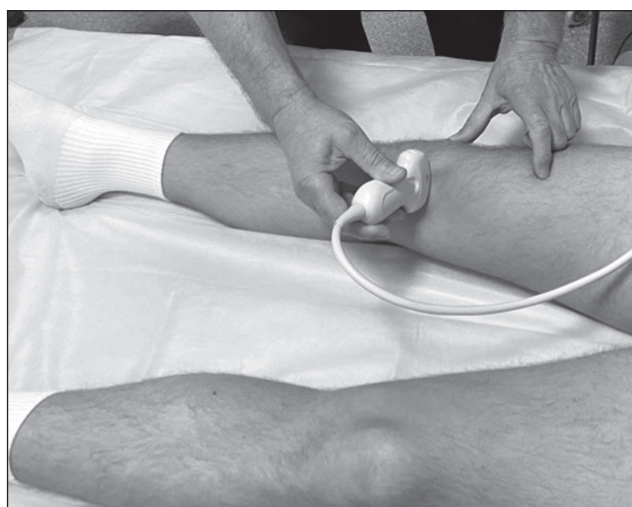


Рис. 2. Расположение конечности и датчика при сонографии медиопателлярной синовиальной складки, а также проведение динамического теста

Fig. 2. Location of the limb and transducer during sonography of the mediopatellar synovial fold, as well as the dynamic test

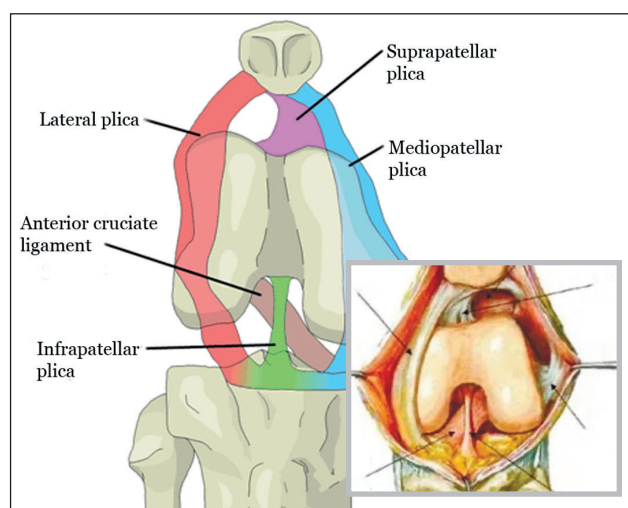


Рис. 3. Иллюстрация и схема расположения медиопателлярной синовиальной складки коленного сустава

Fig. 3. Illustration and layout of the mediopatellar synovial fold of the knee joint

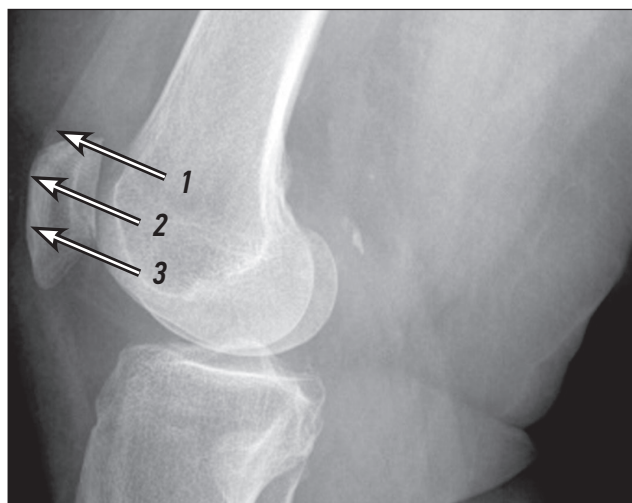


Рис. 4. Рентгенограмма коленного сустава. Положения ультразвукового датчика при проведении исследования: 1 — датчик расположен неправильно, более проксимально; 2 — датчик расположен в правильной позиции; 3 — датчик расположен неправильно, более дистально

Fig. 4. X-ray of the knee joint. Positions of the ultrasonic transducer during the study: 1 — the transducer is located incorrectly, more proximally; 2 — the sensor is in the correct position; 3 — the sensor is located incorrectly, more distally

динамической сонографии (см. рис. 1). Правильное расположение трансдюсера определялось с помощью трех плоскостных сонографических ориентиров: выпуклая, округлая передняя поверхность медиальной части бедренной кости; медиальная граница надколенника, покрытая гипэхогенным эхом хряща; МПСС.

После правильного расположения датчика, проводилась статическая оценка тканей вокруг медиальной границы надколенника (рис. 5). В этой проекции (рис. 5б) наличие МПСС определялось как непрерывная полоскообразная эхоструктура, расположенная непосредственно на передней поверхности медиального мыщелка бедренной кости. Его необходимо было отличать от другой анатомической структуры в этой области, а именно крыловидной складки, которая представляла собой синовиальную складку, появлявшуюся при расслабленном

состоянии коленного сустава [21]. Эхосигнал крыловидной складки имел треугольную форму и визуализировался как структура повышенной эхогенности по сравнению с эхогенностью складки и локализовался непосредственно под медиальной поддерживающей связкой надколенника.

Если ультразвуковой датчик располагался слишком проксимально, то определялось ультразвуковое изображение медиальной головки четырехглавой мышцы над медиальным мыщелком бедренной кости (рис. 5а). Если датчик располагался слишком дистально по отношению медиальному мыщелку бедренной кости, его изображение становилось вогнутым, неправильным с невозможностью визуализации расположения надколенника (рис. 5в).

После статической ультразвуковой визуализации МПСС проводился динамический тест (рис. 6). Надколенник смещали пальцем в медиальном направлении, чтобы добиться медиального смещения примерно на 1–2 см. Затем прекращали смещение, и надколенник резко возвращался в свое нормальное положение. Давление, оказываемое на датчик для оценки боли или дискомфорта при движении надколенника, использовалось такое же, как при обычном сонографическом исследовании.

При проведении динамического теста оценивались следующие критерии:

1) наличие непрерывной эхогенной складки, смещающейся по медиальному мыщелку бедренной кости во время медиального и латерального перемещения надколенника. Это подтверждало наличие МПСС, но не определяло ее патологическое состояние (рис. 6а);

2) ущемление эхогенной складки под надколенником во время медиального движения надколенника. Это позволяло выявить контакт МПСС с надколенником, так называемый внутренний импинджмент-синдром, вызванный ущемлением МПСС [20] (рис. 6б);

3) боль или дискомфорт, возникающие при динамической сонографии.

Результаты теста считались положительными, если во время динамического УЗИ отмечены все три критерия.

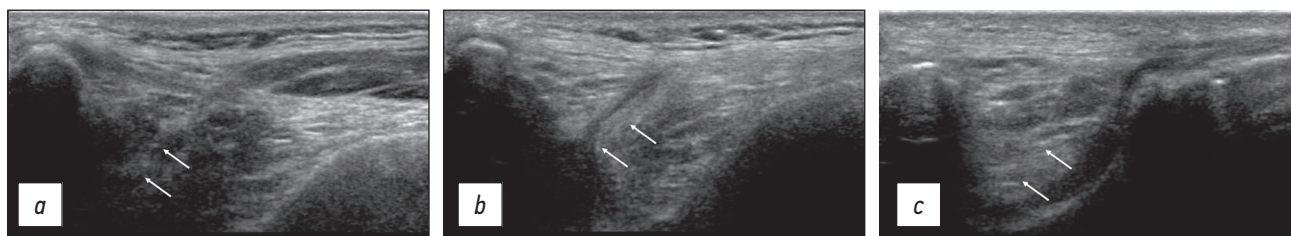


Рис. 5. Сонограммы коленного сустава: а — сонограмма при расположении датчика в рентгенологическом положении 1, более проксимально; б — сонограмма при расположении датчика в рентгенологическом положении 2, правильно; с — сонограмма при расположении датчика в рентгенологическом положении 3, более дистально. Стрелками обозначена медиопателлярная синовиальная складка

Fig. 5. Knee joint sonograms: a — sonogram when the sensor is located in the X-ray position 1, more proximally; b — sonogram when the sensor is located in the X-ray position 2, correct; c — sonogram when the sensor is located in X-ray position 3, more distally. Arrows indicate the mediopatellar synovial fold

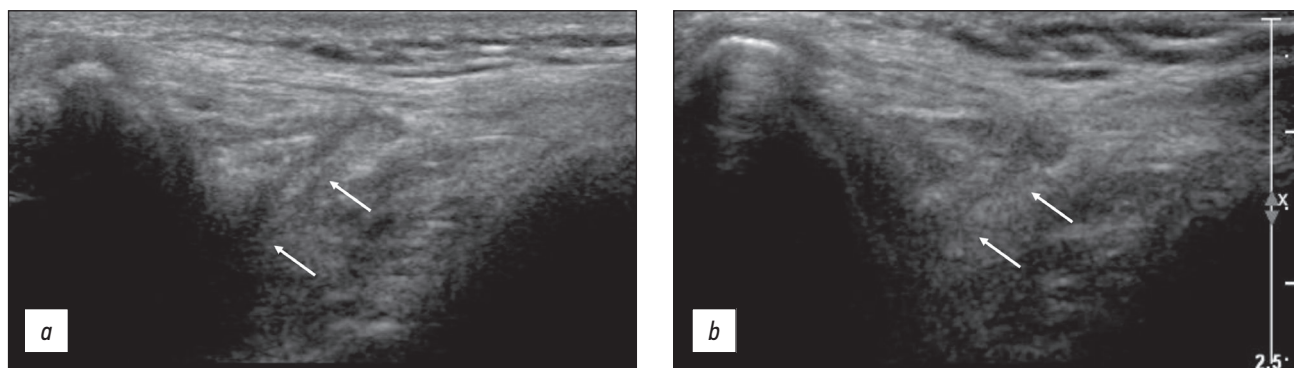


Рис. 6. Сонограммы до (а) и после (б) проведения динамического теста. Стрелками обозначена медиопателлярная синовиальная складка

Fig. 6. Sonograms before (a) and after (b) the dynamic test. Arrows indicate the mediopatellar synovial fold

Если эхоизображение МПСС не было обнаружено сонографически (пропущен критерий 1) или если МПСС заканчивалась над медиальным мыщелком бедренной кости и не соприкасалась с гиалиновым хрящом надколенника во время движения надколенника, то результат динамического теста расценивался как отрицательный. Если ручные манипуляции во время теста не вызывали боли или дискомфорта (пропущен критерий 3), результаты также расценивались как отрицательные.

Второй способ. Пациент располагался на кушетке, лежа на спине, колено согнуто до 60° (рис. 7а).

В данном положении находили МПСС, проводили ее морфологическую оценку (эхоструктура, форма, нарушение анатомической непрерывности, наличие дефектов и т. д.), оценивали наличие и/или отсутствие жидкостного образования, при возможности проводили замеры складки и ее взаимоотношение с надколенником и медиальным мыщелком бедренной кости.

Затем проводили динамический тест, который заключался в разгибании и сгибании коленного сустава, и оценивали местонахождение МПСС и ее взаимоотношение

с медиальным отделом надколенника и мыщелка бедренной кости (рис. 7б).

Критерии оценки МПСС соответствовали критериям, описанным при первом способе диагностики.

На УЗИ невозможно было отличить патологически утолщенную МПСС типа А от типа В и патологически утолщенную МПСС типа С от типа D, но так как на первом этапе всем пациентам выполнено МРТ, был известен тип складки каждого пациента. Проведение динамических проб при УЗИ показало, что из 80 обследованных пациентов в 44 (55,0%) случаях ущемления патологически утолщенной МПСС не выявлено, а в 36 (45,0%) случаях складка ущемлялась (таблица). У всех пациентов с патологически утолщенной МПСС типа А ($n=11$) и В ($n=17$), а также у 14 пациентов с типом С и у 2 — с типом D складка не ущемлялась. У них выявлена другая патология коленного сустава, они получили соответствующее консервативное лечение. У 24 пациентов с МПСС типа С и у 12 — с типом D выявлено ущемление патологически утолщенной МПСС между надколенником и медиальным мыщелком бедренной кости, что составило

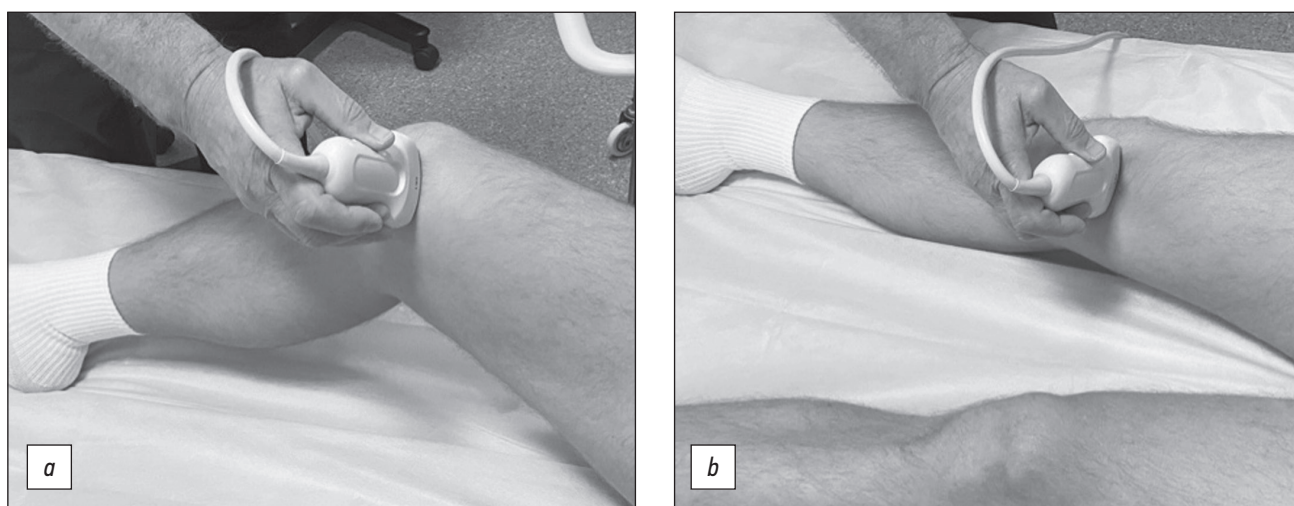


Рис. 7. Положение датчика и конечности при исследовании медиопателлярной синовиальной складки (а) и проведении динамического теста (б)

Fig. 7. Position of the transducer and limb in the study of the mediopatellar synovial fold (a) and the dynamic test (b)

Таблица. Результаты проведения динамических проб при ультразвуковом исследовании медиопателлярной синовиальной складки

Table. The results of dynamic tests during ultrasound examination of the mediopatellar synovial fold

Тип складки	Случаи	Доля, %
А — без ущемления	11	13,8
Б — без ущемления	17	21,2
С — без ущемления	14	17,5
С — с ущемлением	24	30,0
Д — без ущемления	2	2,5
Д — с ущемлением	12	15,0
Всего	80	100,0

30,0 и 15% от общего числа пациентов соответственно. Однако из 38 пациентов с патологически утолщенной МПСС типа С ущемление выявлено в 24 (63,2%) случаях, а с патологически утолщенной МПСС типа D из 14 пациентов ущемление выявлено в 12 (85,7%) случаях.

Кроме того, динамическое УЗИ позволяло дифференцировать ущемление в пателлофemorальном сочленении МПСС с ущемлением поврежденной части поднадколенного жирового тела.

Еще одно преимущество УЗИ — возможность динамического контроля эффективности проведенного лечения МПС.

ВЫВОДЫ

УЗИ позволило определить не только наличие или отсутствие патологически утолщенную МПСС, ее ущемление при движении коленного сустава, но и оценить степень влияния патологически утолщенной МПСС на близлежащие структуры сустава (толщина, степень васкуляризации как самой складки, так и синовиальной оболочки вокруг нее, наличие или отсутствие ущемления при сгибании и разгибании коленного сустава и наличии SHELF-синдрома), а, следовательно, степень ее участия в формировании болевого синдрома.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ogata S., Uthoff H.K. The development of synovial plicae in human knee joints: an embryologic study // *Arthroscopy*. 1990. Vol. 6, N 4. P. 315–321. doi: 10.1016/0749-8063(90)90063-j
- Pipkin G. Knee injuries: the role of the suprapatellar plica and suprapatellar bursa in simulating internal derangements // *Clin Orthop Relat Res*. 1971. Vol. 74. P. 161–176.
- Anderson H. Histochemical studies on the histogenesis of the knee and superior tibio fibular joints // *Acta Anat (Basel)*. 1961. Vol. 46. P. 279–303. doi: 10.1159/000141791
- Calpur O.U., Copuroglu C., Ozcan M. United unresorbed medial and lateral plicae as anterior mesenchymal synovial septal rem-

Доказано, что МПСС типа А и В не ущемлялась между медиальным мыщелком бедренной кости и надколенником, поэтому эти пациенты в оперативном лечении не нуждались. В этих случаях достаточно проведения консервативного лечения в зависимости от выявленной патологии помимо МПСС.

УЗИ с применением функциональных проб при синдроме патологически утолщенной МПСС типа С и D позволило оценить целесообразность назначения консервативной терапии и необходимость проведения оперативного метода лечения.

Доказано, что более 66% патологически утолщенной МПСС типа С и практически все патологически утолщенные МПСС типа D ущемлялись, поэтому в этих случаях целесообразно выполнять оперативное вмешательство.

Результаты проведенного исследования с применением динамических проб позволили модифицировать протокол диагностики и лечения патологически утолщенной МПСС с включением в него четкого критерия возможности использования консервативной терапии или проведения оперативного вмешательства.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Не указан.

Funding source. Not specified.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

nant // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2002. Vol. 10, N 6. P. 378–380. doi: 10.1007/s00167-002-0297-8

5. Broukhim B., Fox J.M., Blazina M.E., et al. The synovial shelf syndrome // *Clin Orthop Relat Res*. 1979. N 142. P. 135–138.

6. Jackson R.W., Marshall D.J., Fujisawa Y. The pathological medial shelf // *Orthop Clin North Am*. 1982. Vol. 13, N 2. P. 307–312.

7. Mital M.A., Hayden J. Pain in the knee in children: the medial plica shelf syndrome // *Orthop Clin North Am*. 1979. Vol. 10, N 3. P. 713–722.

8. Moller H. Incarcerating mediopatellar synovial plica syndrome // *Acta Orthop Scand*. 1981. Vol. 52, N 3. P. 357–361. doi: 10.3109/17453678109050115

9. Schindler O.S. 'The Sneaky Plica' revisited: morphology, pathophysiology and treatment of synovial plicae of the knee // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014. Vol. 22, N 2. P. 247–262. doi: 10.1007/s00167-013-2368-4
10. Yuan H.F., Guo C.A., Yan Z.Q. Mediatellar plica as a risk factor for knee osteoarthritis // *Chin Med J (Engl).* 2015. Vol. 128, N 2. P. 277–278. doi: 10.4103/0366-6999.149237
11. Wang H.S., Kuo P.Y., Yang C.C., Lyu S.R. Matrix metalloproteinase-3 expression in the medial plica and pannus-like tissue in knees from patients with medial compartment osteoarthritis // *Histopathology.* 2011. Vol. 58, N 4. P. 593–600. doi: 10.1111/j.1365-2559.2011.03783.x
12. Dupont J.Y. Synovial plicae of the knee. Controversies and review // *Clin Sports Med.* 1997. Vol. 16, N 1. P. 87–122. doi: 10.1016/s0278-5919(05)70009-0
13. ultrasound.net.ua [интернет]. Тезисы V Конгресса УАФУД 2016. Дата обращения: 30.09.2021]. Пономаренко С.А., Абдуллаев Р.Я., Сысун Л.А., Калашников В.И. Ультразвуковая диагностика патологии синовиальных складок коленных суставов; [около 1 страницы]. Доступ по ссылке: <http://ultrasound.net.ua/materiali/materialii-konferencii-ta-zjizdiv/v-kongres-uafud-2016/tezi-v-kongresu-uafud/ultrazvukovaja-dagnostika-patologii-sinovialnykh-skladok-kolennykh-sustavov/>
14. Lee Y.H., Song H.T., Kim S., et al. Infrapatellar plica of the knee: revisited with MR arthrographies undertaken in the knee flexion position mimicking operative arthroscopic

- posture // *Eur J Radiol.* 2012. Vol. 81, N 10. P. 2783–2787. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.12.028
15. Weckstrom M., Niva M.H., Lamminen A., et al. Arthroscopic resection of medial plica of the knee in young adults // *Knee.* 2010. Vol. 17, N 2. P. 103–107. doi: 10.1016/j.knee.2009.07.010
16. Sakakibara J. Arthroscopic study on lino's band (plica synovialis mediopatellaris) // *J Jpn Orthop Assoc.* 1976. Vol. 50. P. 513–522.
17. Paczesny L., Kruczynski J. Medial plica syndrome of the knee: diagnosis with dynamic sonograph radiology // *Radiology.* 2009. Vol. 251, N 2. P. 439–446. doi: 10.1148/radiol.2512081652
18. Grobbelaar N., Bouffard J.A. Sonography of the knee, a pictorial review // *Semin Ultra- sound CT MR.* 2000. Vol. 21, N 3. P. 231–274. doi: 10.1016/s0887-2171(00)90045-3
19. Karim Z., Wakefield R.J., Quinn M., et al. Validation and reproducibility of ultrasonography in the detection of synovitis in the knee: a comparison with arthroscopy and clinical examination // *Arthritis Rheum.* 2004. Vol. 50, N 2. P. 387–394. doi: 10.1002/art.20054
20. Munzinger U., Ruckstuhl J., Scherrer H., Gschwend N. Internal derangement of the knee joint due to pathologic synovial folds: the mediopatellar plica syndrome // *Clin Orthop Relat Res.* 1981. N 155. P. 59–64.
21. Guney A., Bilal O., Oner M., et al. Short- and mid-term results of plica excision in patients with mediopatellar plica and associated cartilage degeneration // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010. Vol. 18, N 11. P. 1526–1531. doi: 10.1007/s00167-010-1125-1

REFERENCES

1. Ogata S, Uthoff HK. The development of synovial plicae in human knee joints: an embryologic study. *Arthroscopy.* 1990;6(4):315–321. doi: 10.1016/0749-8063(90)90063-j
2. Pipkin G. Knee injuries: the role of the suprapatellar plica and suprapatellar bursa in simulating internal derangements. *Clin Orthop Relat Res.* 1971;74:161–176.
3. Anderson H. Histochemical studies on the histogenesis of the knee and superior tibio fibular joints. *Acta Anat (Basel).* 1961;46:279–303. doi: 10.1159/000141791
4. Calpur OU, Copuroglu C, Ozcan M. United unresorbed medial and lateral plicae as anterior mesenchymal synovial septal remnant. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2002;10(6):378–380. doi: 10.1007/s00167-002-0297-8
5. Broukhim B, Fox JM, Blazina ME, et al. The synovial shelf syndrome. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;(142):135–138.
6. Jackson RW, Marshall DJ, Fujisawa Y. The pathological medial shelf. *Orthop Clin North Am.* 1982;13(2):307–312.
7. Mital MA, Hayden J. Pain in the knee in children: the medial plica shelf syndrome. *Orthop Clin North Am.* 1979;10(3):713–722.
8. Moller H. Incarcerating mediopatellar synovial plica syndrome. *Acta Orthop Scand.* 1981;52(3):357–361. doi: 10.3109/17453678109050115
9. Schindler OS. 'The Sneaky Plica' revisited: morphology, pathophysiology and treatment of synovial plicae of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(2):247–262. doi: 10.1007/s00167-013-2368-4
10. Yuan HF, Guo CA, Yan ZQ. Mediatellar plica as a risk factor for knee osteoarthritis. *Chin Med J (Engl).* 2015;128(2):277–278. doi: 10.4103/0366-6999.149237
11. Wang HS, Kuo PY, Yang CC, Lyu SR. Matrix metalloproteinase-3 expression in the medial plica and pannus-like tissue in knees from patients with medial compartment osteoarthritis. *Histopathology.* 2011;58(4):593–600. doi: 10.1111/j.1365-2559.2011.03783.x
12. Dupont JY. Synovial plicae of the knee. Controversies and review. *Clin Sports Med.* 1997;16(1):87–122. doi: 10.1016/s0278-5919(05)70009-0
13. ultrasound.net.ua [Internet]. Abstracts of the V Congress of UA-FUD 2016 [cited 2021 Sep 30]. Ponomarenko SA, Abdullaev RYa, Sysun LA, Kalashnikov VI. Ul'trazvukovaya diagnostika patologii sinovial'nykh skladok kolennykh sustavov; [about 1 screen]. Available from: <http://ultrasound.net.ua/materiali/materialii-konferencii-ta-zjizdiv/v-kongres-uafud-2016/tezi-v-kongresu-uafud/ultrazvukovaja-dagnostika-patologii-sinovialnykh-skladok-kolennykh-sustavov/>
14. Lee YH, Song HT, Kim S, et al. Infrapatellar plica of the knee: revisited with MR arthrographies undertaken in the knee flexion position mimicking operative arthroscopic posture. *Eur J Radiol.* 2012;81(10):2783–2787. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.12.028
15. Weckstrom M, Niva MH, Lamminen A, et al. Arthroscopic resection of medial plica of the knee in young adults. *Knee.* 2010;17(2):103–107. doi: 10.1016/j.knee.2009.07.010
16. Sakakibara J. Arthroscopic study on lino's band (plica synovialis mediopatellaris). *J Jpn Orthop Assoc.* 1976;50:513–522.
17. Paczesny L, Kruczynski J. Medial plica syndrome of the knee: diagnosis with dynamic sonograph radiology. *Radiology.* 2009;251(2):439–446. doi: 10.1148/radiol.2512081652
18. Grobbelaar N, Bouffard JA. Sonography of the knee, a pictorial review. *Semin Ultrasound CT MR.* 2000;21(3):231–274. doi: 10.1016/s0887-2171(00)90045-3

19. Karim Z, Wakefield RJ, Quinn M, et al. Validation and reproducibility of ultrasonography in the detection of synovitis in the knee: a comparison with arthroscopy and clinical examination. *Arthritis Rheum.* 2004;50(2):387–394. doi: 10.1002/art.20054
20. Munzinger U, Ruckstuhl J, Scherrer H, Gschwend N. Internal derangement of the knee joint due to pathologic synovial

- fold: the mediopatellar plica syndrome. *Clin Orthop Relat Res.* 1981;(155):59–64.
21. Guney A, Bilal O, Oner M, et al. Short- and mid-term results of plica excision in patients with mediopatellar plica and associated cartilage degeneration. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(11):1526–1531. doi: 10.1007/s00167-010-1125-1

ОБ АВТОРАХ

***Александр Викторович Горохводацкий,**

врач – травматолог-ортопед;
адрес: ул. Приорова, д. 10, 127229, Москва, Россия;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5855-1214>; e-mail: Avodatskiy@mail.ru.

Николай Александрович Еськин, д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением ультразвуковой диагностики;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4738-7348>;
eLibrary SPIN: 1215-9279; e-mail: cito-uchsovet@mail.ru.

Александр Алексеевич Очкуренко, д-р мед. наук, профессор, врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1078-9725>;
eLibrary SPIN: 8324-2383; e-mail: cito-omo@mail.ru.

Фатима Урузмаговна Кусова, канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики; e-mail: kusova_cito@mail.ru.

Антон Павлович Курпяков, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; eLibrary SPIN: 3398-7972; e-mail: Kurpyakov_a_p@staff.sechenov.ru.

Наталья Юрьевна Матвеева, канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики; e-mail: nymatveeva@gmail.com.

AUTHORS INFO

***Alexander V. Gorokhvodatsky,** MD, traumatologist-orthopedist; address: 10 Priorova str., 127229, Moscow, Russia; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5855-1214>; e-mail: Avodatskiy@mail.ru.

Nikolay A. Eskin, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), professor, head of the department of ultrasound diagnostics; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4738-7348>; eLibrary SPIN: 1215-9279; e-mail: cito-uchsovet@mail.ru.

Alexander A. Ochurenko, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), professor, traumatologist-orthopedist; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1078-9725>; eLibrary SPIN: 8324-2383; e-mail: cito-omo@mail.ru.

Fatima U. Kusova, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), ultrasound diagnostics doctor; e-mail: kusova_cito@mail.ru.

Anton P. Kurpyakov, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; eLibrary SPIN: 3398-7972; e-mail: Kurpyakov_a_p@staff.sechenov.ru.

Natalya Yu. Matveeva, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), ultrasound diagnostics doctor; e-mail: nymatveeva@gmail.com.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63443>

Реконструктивные операции и эндопротезирование локтевого сустава: показания, возможности и перспективы

Г.А. Кесян, И.Г. Арсеньев*, Р.З. Уразгильдеев, Г.С. Карапетян,
А.А. Шуйский, О.Г. Кесян, А.Н. Левин

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Тяжелые повреждения локтевого сустава и их последствия являются серьезной проблемой современной травматологии и ортопедии ввиду большого числа неудовлетворительных результатов лечения, в частности, из-за отсутствия дифференцированного подхода к выбору тактики и способу оперативного вмешательства.

Цель. Оценить результаты дифференцированного подхода к выбору тактики и способу оперативного вмешательства при лечении больных с травмами и последствиями повреждений локтевого сустава.

Материалы и методы. Проведена оценка результатов лечения 245 пациентов с травмами и последствиями повреждения локтевого сустава в сроки до 11 лет с момента операции. Выделено 6 групп пациентов: 1-я группа — остеосинтез переломов костей локтевого сустава; 2-я — открытый артролиз без наложения шарнирно-дистракционного аппарата Оганесяна (ШДА); 3-я — открытый артролиз с наложением ШДА; 4-я — артроскопический артролиз без наложения ШДА; 5-я — артроскопический артролиз с наложением ШДА; 6-я — эндопротезирование локтевого сустава.

Результаты. В 93% случаев после остеосинтеза (1-я группа пациентов) получен хороший результат (дефицит амплитуды движений не более 10°, средний балл по шкале DASH — 8). У больных после артролиза — 2-кратное увеличение объема движений (в среднем от 42–50° до 114–120°), причем вне зависимости от способа артролиза (артроскопический или открытый) и от того, был ли использован ШДА, или нет. По шкале DASH у 89% больных отмечено снижение показателя в среднем с 77 до 36 баллов. В 6-й группе отмечено увеличение амплитуды движений в среднем с 45–48° до 126–135°, по шкале DASH — в среднем снижение с 79–82 до 39–44 баллов. В 28,4% потребовалось ревизионное вмешательство.

Заключение. Выбор способа оперативного лечения травм и последствий тяжелых повреждений локтевого сустава напрямую зависит от степени и характера разрушения костно-суставных и мягкотканых структур, дефицита объема движений в суставе.

Ключевые слова: локоть; локтевой сустав; артролиз локтевого сустава; эндопротез локтевого сустава.

Как цитировать:

Кесян Г.А., Арсеньев И.Г., Уразгильдеев Р.З., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Кесян О.Г., Левин А.Н. Реконструктивные операции и эндопротезирование локтевого сустава: показания, возможности и перспективы // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 3. С. 47–57. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63443>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63443>

Reconstructive surgeries and endoprosthetics of the elbow joint: indications, possibilities and prospects

Gurgen A. Kesyan, Igor G. Arsen'ev*, Rashid Z. Urazgil'deev, Grigoriy S. Karapetyan, Artem A. Shuisky, Ovsep G. Kesyan, Andrey N. Levin

N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Severe injuries of the elbow joint and their consequences are a serious problem in modern traumatology and orthopedics due to the large number of unsatisfactory treatment results, in particular, due to the lack of a differentiated approach to the choice of tactics and the method of surgery.

AIM: To evaluate the results of a differentiated approach to the choice of tactics and the method of surgical intervention in the treatment of patients with injuries and consequences of injuries of the elbow joint.

MATERIALS AND METHODS: The results of treatment of 245 patients with injuries and consequences of damage to the elbow joint were assessed within 11 years from the date of surgery. Six groups of patients were identified: group 1 — osteosynthesis of fractures of the elbow joint; 2nd — open arthrolysis without the imposition of Oganessian's hinged distraction apparatus (HDA); 3rd — open arthrolysis with the imposition of HDA; 4th — arthroscopic arthrolysis without HDA imposition; 5th — arthroscopic arthrolysis with the imposition of HDA; 6th — elbow arthroplasty.

RESULTS: In 93% of patients after osteosynthesis (1st group of patients), a good result was obtained (the deficit in the range of motion was not more than 10°, the average score on the DASH scale was 8). In patients after arthrolysis, there is a twofold increase in the range of motion (on average from 42°–50° to 114°–120°), and regardless of the method of arthrolysis (arthroscopic or open) and whether HDA was used or not. On the DASH scale, 89% of patients showed a decrease in points on average from 77 to 36. In the 6th group, an increase in the range of motion was noted on average from 45°–48° to 126°–135°, on the DASH scale — a decrease in points from 79–82 to 39–44 on average. Revision intervention was required in 28.4%.

CONCLUSION: The choice of the method of surgical treatment of injuries and the consequences of severe injuries of the elbow joint directly depends on the degree and nature of destruction of the bone-articular and soft tissue structures, the deficit in the range of motion in the joint.

Keywords: elbow; elbow joint; elbow arthrolysis; endoprosthesis elbow joint.

To cite this article:

Kesyan GA, Arsen'ev IG, Urazgil'deev RZ, Karapetyan GS, Shuisky AA, Kesyan OG, Levin AN. Reconstructive surgeries and endoprosthetics of the elbow joint: indications, possibilities and prospects. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(3):47–57. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63443>

ВВЕДЕНИЕ

Нарушение функций локтевого сустава часто приводит к снижению качества жизни больного из-за резкого ограничения элементарных возможностей к самообслуживанию в быту. Из-за выраженного нарушения биомеханики всей верхней конечности в 18–20% случаев пациенты остаются стойкими инвалидами. Локтевой сустав наиболее подвержен развитию контрактур и гетеротопической оссификации в ответ на травму, длительную иммобилизацию и хирургические вмешательства [1, 2, 10, 12, 13]. В связи с этим более 70% поврежденных локтевого сустава завершаются формированием стойких контрактур, анкилозов и деформаций [14]. До 60% больных, перенесших ранее травму локтевого сустава, нуждаются в различных восстановительных операциях [1–3, 8, 11]. Однако сохраняется высокая доля осложнений и неудовлетворительных исходов оперативного лечения отдаленных последствий повреждений данной области (от 11 до 95%). Различные виды артропластики локтевого сустава позволяют обеспечить хорошие результаты лечения в краткосрочном периоде (3 года) после операции лишь у 56% пациентов. Уже через 7–8 лет после таких вмешательств прогрессирование необратимых деструктивных процессов в костях, составляющих локтевой сустав, в большинстве случаев приводит к усилению болевого синдрома, нарастанию контрактуры и нестабильности [2, 10–12, 15]. Поиск альтернативных путей решения этой проблемы привел к разработке методов артроскопии и эндопротезирования локтевого сустава [4–6, 9]. Тотальное эндопротезирование, по сути, является операцией, позволяющей одновременно восстановить функцию и стабильность сустава, избавить пациента от боли. Однако данные отечественной и зарубежной литературы свидетельствуют о достаточно высоком числе осложнений и неудач первичной артропластики [5–7, 9, 10].

Таким образом, травмы и последствия тяжелых повреждений области локтевого сустава являются серьезной проблемой современной травматологии и ортопедии ввиду отсутствия четкого алгоритма лечения, дифференцированного подхода к выбору тактики и способу оперативного вмешательства.

Цель исследования — оценить результаты дифференцированного подхода к выбору тактики и способу оперативного вмешательства при лечении больных с травмами и последствиями повреждений локтевого сустава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Всего с 2008 по 2020 год в отделении ортопедии взрослых ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» под наблюдением находилось 245 пациентов с травмами и последствиями повреждения локтевого сустава: женщин — 126, мужчин — 119, возраст 18–77 лет. При поступлении всем пациентам производилось измерение амплитуды

сгибательно-разгибательных и ротационных движений в локтевом суставе, для оценки нарушений и ограничения активности использовали опросник DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand). Всем больным были выполнены рентгеновские снимки локтевого сустава, компьютерная томография с 3D моделированием для определения степени и характера изменений анатомии сустава, ультразвуковое исследование (УЗИ) локтевого нерва. По показаниям для уточнения характера повреждения мягкотканых структур — ядерно-магнитная резонансная томография локтевого сустава.

В 108 случаях больным выполнялись различные виды остеосинтеза при повреждениях костей локтевого сустава.

В 70 случаях выполнялся артролиз локтевого сустава по поводу отдаленных последствий его повреждений: с помощью артроскопической техники — 18 случаев, открытым способом — у 52 пациентов. В 26 случаях для разработки движений и профилактики нестабильности накладывался шарнирно-дистракционный аппарат Оганесяна (ШДА), 48 больных оперированы без наложения аппарата. Эндопротезирование локтевого сустава выполнено 67 больным.

В связи с этим выделено несколько групп пациентов, учитывая способ оперативного вмешательства: 1-я группа ($n=108$) — выполнен остеосинтез переломов костей локтевого сустава; 2-я группа ($n=34$) — произведен открытый артролиз без наложения ШДА; 3-я группа ($n=18$) — открытый артролиз с наложением ШДА; 4-я группа ($n=10$) — артроскопический артролиз без наложения ШДА; 5-я группа ($n=8$) — артроскопический артролиз с наложением ШДА; 6-я группа ($n=67$) — выполнено эндопротезирование локтевого сустава. Использовали отечественный эндопротез локтевого сустава «ЭСИ» (ООО «Эндосервис», Россия) а также Coonrad-Morrey (Zimmer-Biomet, США, Швейцария) (таблица).

В 1-ю группу включены пациенты с внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза плечевой кости типа В1–В2–В3 и С1–С2–С3 по классификации АО/ОТА (2018). В 45 случаях выполняли открытую репозицию с целью восстановления конгруэнтности суставной поверхности мыщелка плечевой кости и фиксацию двумя пластинами. В 33 случаях при изолированных переломах блока мыщелка применяли метод комбинированного остеосинтеза погружными винтами и ШДА.

Показанием к артроскопическому артролизу послужили: 1) посттравматические контрактуры давностью не более 6 мес с дефицитом амплитуды движений не более 90° и без нарушения анатомии костей, составляющих локтевой сустав (4-я группа пациентов); 2) вывихи и подвывихи костей предплечья давностью не более 3 мес без нарушения анатомических структур локтевого сустава (5-я группа). В 4-й группе больным после артролиза для устранения вывиха, удержания костей локтевого сустава в правильном положении и ранней

Таблица. Распределение больных по группам

Table. Distribution of patients by groups

Пол пациента	Группы						Всего
	1. Остеосинтез	2. Открытый артролиз без ШДА	3. Открытый артролиз и ШДА	4. Артроскопический артролиз без ШДА	5. Артроскопический артролиз и ШДА	6. Эндопротез локтевого сустава	
Мужчины	62	23	13	6	1	14	119
Женщины	46	11	5	4	7	53	126
Всего	108	34	18	10	8	67	245

Примечание. ШДА — шарнирно-дистракционный аппарат Оганесяна.

Note. ШДА — Oganesyany's hinged distraction apparatus.

разработки движений сразу после артроскопии накладывали ШДА.

Показаниями к открытому артролизу (2–3-я группы) послужили: 1) выраженные контрактуры с дефицитом амплитуды движений более 90° и умеренным нарушением конгруэнтности суставных концов плечевой и локтевой костей; 2) наличие гетеротопических оссификатов в области локтевого сустава. В послеоперационном периоде в течение 5–7 дней на фоне адекватного обезболивания и назначения миорелаксантов (мидокалм, сирдалуд, тизанидин) оценивался объем пассивных движений в локтевом суставе. При отсутствии положительной динамики в течение 5–7 суток накладывался ШДА.

Показаниями к эндопротезированию локтевого сустава (6-я группа больных) послужили контрактуры с выраженным разрушением и(или) деформацией суставных поверхностей, болевым синдромом и нестабильностью локтевого сустава (посттравматические артрозы, застарелые (более 6 мес) вывихи и переломовывихи костей предплечья, анкилозы локтевого сустава, несросшиеся переломы и ложные суставы мыщелка плечевой кости, дефекты проксимального конца плечевой кости и «болтающийся» локтевой сустав, а также оскольчатые внутрисуставные переломы дистального конца плечевой кости типа С (2–3-я группы) при невозможности выполнения сохранного оперативного вмешательства).

Техника операций. Положение больного на животе или на здоровом боку с рукой, отведенной на приставном столике при проведении остеосинтеза, артролиза и эндопротезирования, или на спине при выполнении артроскопии. Анестезия, как правило, комбинированная с установкой катетера для продленной регионарной анестезии. Операции проводили под пневматическим жгутом.

Для остеосинтеза выполняли разрез кожи по задней поверхности локтевого сустава длиной 15–20 см с последующим доступом к локтевому отростку с мобилизацией и транспозицией локтевого нерва. Все последующие этапы выполняли под контролем электронно-оптического преобразователя. Для доступа к внутрисуставному перелому дистального метаэпифиза плечевой кости осуществляли клиновидную остеотомию локтевого отростка

с мобилизацией и отведением сухожилия трехглавой мышцы плеча. У 12 пациентов использовали доступ без остеотомии локтевого отростка. Далее производили репозицию костных отломков с восстановлением конгруэнтности суставной поверхности и фиксацию 2-мя пластинами по наружной и внутренней боковым или наружной боковой и задней медиальной поверхностям мыщелка плечевой кости (рис. 1). При изолированных переломах блока выполняли репозицию отломков и проводили направляющие спицы перпендикулярно линиям перелома. По направляющим спицам рассверливали каналы и выполняли фиксацию перелома введением в каналы канюлированных компрессионных винтов, выполненных из титанового сплава или сополимера молочной кислоты (polylactic-co-glycolic acid — PLGA), с погружением головки винта до субхондральной пластинки, обеспечивая полное внутрикостное расположение фиксатора (рис. 2). Затем выполняли остеосинтез предварительно остеотомированного локтевого отростка проволокой и спицами по Веберу. Операционную рану ушивали послойно, формируя при этом ложе для локтевого нерва. Следующим этапом на локтевой сустав накладывали заранее скомпонованный ШДА Оганесяна, который фиксировали задней штангой с умеренной дистракцией в локтевом суставе в среднефизиологическом положении. Активную разработку движений в суставе в условиях шарнирно-дистракционного аппарата с постепенным увеличением амплитуды начинали с 2-х суток с момента операции.

При выполнении артроскопического артролиза первым этапом производился невролиз локтевого нерва. Первичное введение артроскопа выполнялось через нижний переднелатеральный доступ. Под четким визуальным контролем проводилось выделение передней поверхности блока плечевой кости, головки лучевой кости и передней капсулы сустава, как правило, заполненной большим количеством спаечной ткани и рубцовыми перетяжками. После удаления рубцовых тканей визуализировался венечный отросток, находящийся на краю или за блоком плечевой кости. Производилось освобождение венечной ямки плечевой кости от мягких тканей и моделирование при помощи артроскопического бора.

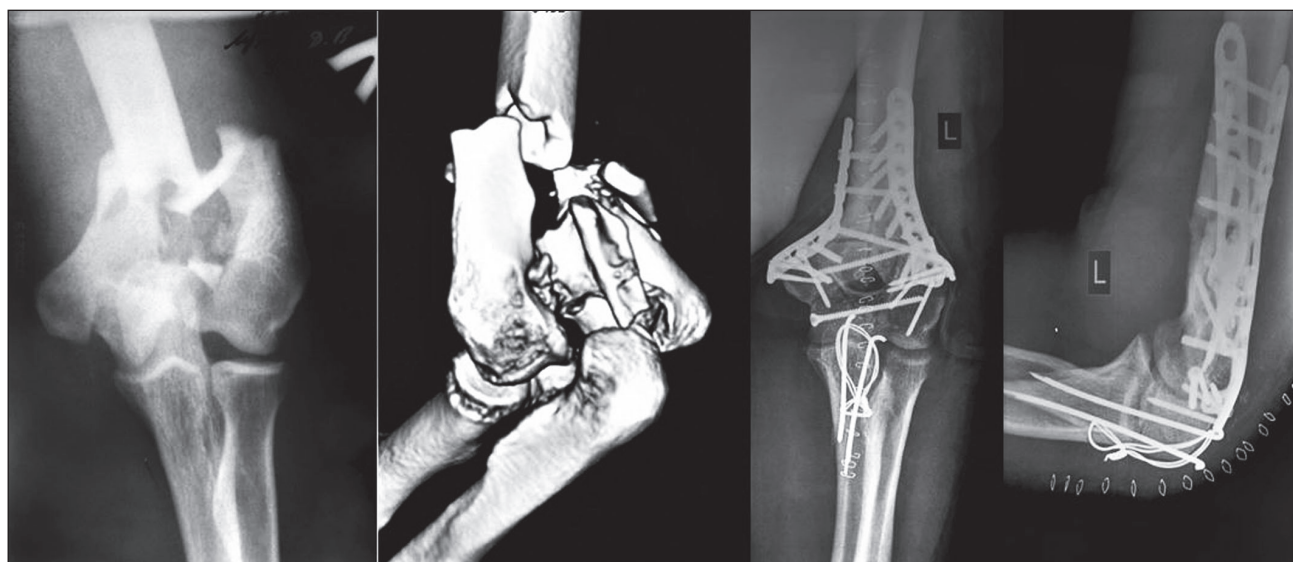


Рис. 1. Остеосинтез перелома мыщелка плечевой кости пластинами

Fig. 1. Osteosynthesis of the fracture of the condyle of the humerus with plates

Дальнейшие манипуляции по моделированию локтевой ямки плечевой кости проводились через прямой задний и заднелатеральный артроскопические доступы. По мере освобождения суставных поверхностей костей, образующих локтевой сустав, отмечается появление боковых, ротационных и сгибательно-разгибательных движений,

при осуществлении которых под артроскопическим контролем производится устранение вывиха. При лечении застарелых вывихов предплечья для удержания восстановленного нормального анатомического соотношения костей, образующих локтевой сустав, устранения ретракции мышц и взаимного давления суставных поверхностей,

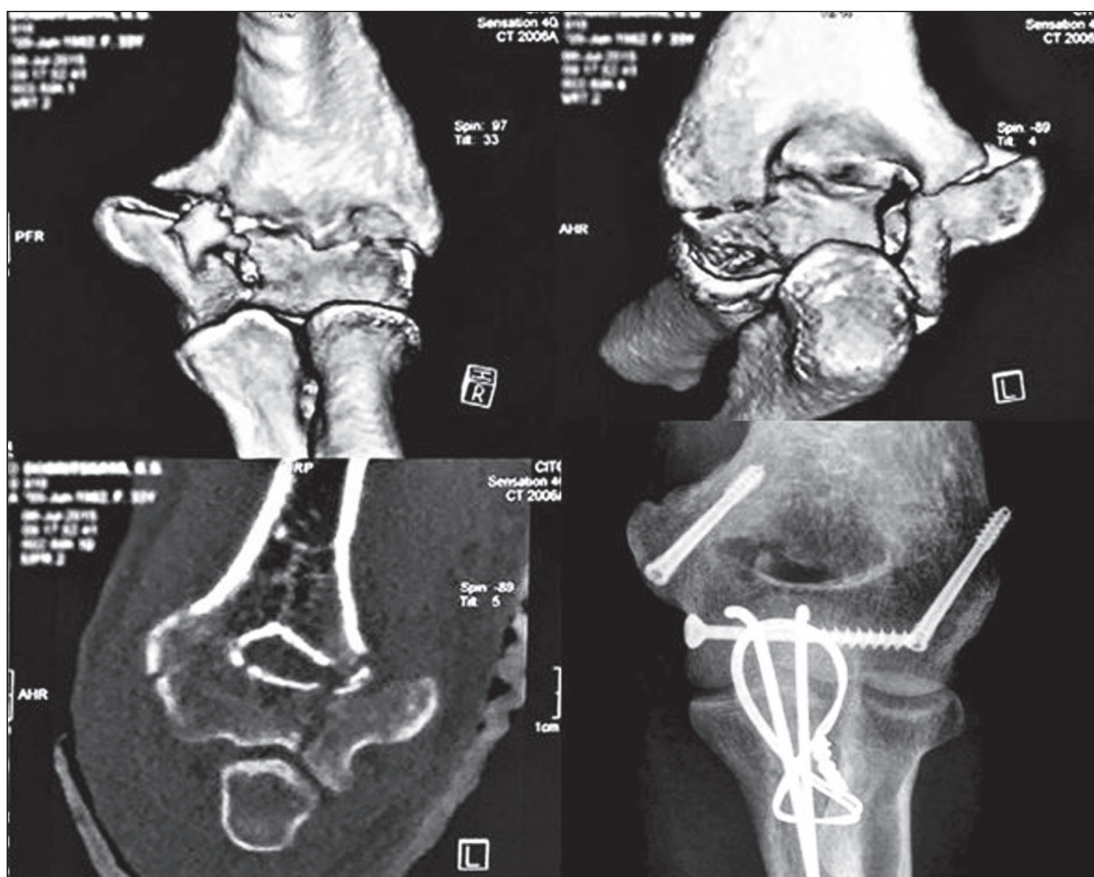


Рис. 2. Остеосинтез перелома мыщелка плечевой кости канюлированными винтами

Fig. 2. Osteosynthesis of the fracture of the condyle of the humerus with cannulated screws

проведения раннего функционального лечения производилось наложение ШДА в стандартной комплектации.

При выполнении открытого артролиза использовали задний доступ к суставу. Трехглавую мышцу рассекали продольно по медиальной и латеральной поверхностям мышечка и отделяли от задней поверхности плечевой кости до средней трети плеча с сохранением целостности самой мышцы и ее сухожилия. После этого обнажали локтевую ямку, которую освобождали от рубцовых тканей, при необходимости производилось ее моделирование с помощью долота и шаровидной фрезы. После резекции краевых разрастаний и оссификатов в области ямки и локтевого отростка полость плечелоктевого сустава освобождалась от рубцовых тканей вплоть до венечной ямки с помощью изогнутого элеватора или щупа. По необходимости производилось моделирование блока или головочки мышечка плеча, особенно при конфликте между головкой лучевой кости и мышечком. При выраженной деформации головки лучевой кости производили ее резекцию. При наличии оссификатов, хондромных тел в передних отделах локтевого сустава и венечной ямке осуществляли доступ между общим разгибателем пальцев и коротким лучевым разгибателем пальцев кисти в положении пронации предплечья для предотвращения

повреждения заднего межкостного нерва. Далее проверяли объем пассивных движений; если он достаточен и отсутствуют механические препятствия, рану послойно ушивали с активным дренированием. Дренаж удаляли на 2–3-е сутки и начинали пассивные движения в суставе на фоне продленной регионарной анестезии нарпином и приема миорелаксантов (мидокалм 150–200 мг/сут или сирдалуд 6–12 мг/сут). Объем пассивных движений оценивали на 5–7-е сутки после операции. При отсутствии положительной динамики производили закрытое наложение ШДА в стандартной комплектации.

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России (№ 1 от 28.05.2020).

Клинический пример № 1. Пациент, 20 лет, травма за 10 мес до поступления в результате дорожно-транспортного происшествия. Проводилось лечение по месту жительства в гипсовой лонгете сроком 4 нед. После снятия лонгеты назначен курс лечебной физкультуры, однако после 8 мес объем движений в локтевом суставе неудовлетворительный из-за неправильно сросшегося перелома блока и головочки мышечка плечевой кости (рис. 3, *a–b*). Выполнен открытый артролиз левого локтевого сустава с моделирующей резекцией блока мышечка



Рис. 3. Пациент, 20 лет: *a* — объем движений в локтевом суставе при поступлении; *b* — компьютерная томография при поступлении; *c* — открытый артролиз локтевого сустава с наложением шарнирно-дистракционного аппарата Оганесяна; *d* — результат лечения через 1 год после операции

Fig. 3. Patient, 20 years old: *a* — range of motion in the elbow joint upon admission; *b* — computed tomography at admission; *c* — open arthrolysis of the elbow joint with the imposition of Oganesyana's hinge-distraction apparatus; *d* — the result of treatment 1 year after surgery

и головки лучевой кости. Через 6 сут после первой операции ввиду недостаточного объема пассивных движений на фоне адекватного обезболивания, закрыто наложен ШДА (рис. 3, с). На 3-и сутки начаты пассивные движения в локтевом суставе с помощью сгибающей-разгибающей штанги, через 4 нед. начаты активные движения в ШДА. Срок фиксации в аппарате — 7 нед. В дальнейшем назначен курс реабилитационного лечения. Больной осмотрен через 1 год после операции, объем движений в локтевом суставе удовлетворительный (рис. 3, d).

Эндопротезирование локтевого сустава выполняли через задний доступ (от нижней трети плеча до верхней трети локтевой кости). Первым этапом выделяли локтевой нерв. Далее трехглавая мышца плеча рассекалась продольно по бокам от локтевого отростка и выше до нижней трети диафиза плечевой кости с сохранением целостности самой мышцы и (что очень важно) места прикрепления сухожилия к локтевому отростку. После вскрытия плече-локтевого сустава локтевую кость вывихивали кнаружи, освобождая мыщелок плеча. Ввиду наличия обширных посттравматических деформаций и дефектов дистального эпиметафиза плечевой кости при резекции старались сохранить как можно больше костной ткани мыщелка.

Резекцию локтевой кости старались выполнить, максимально сохранив локтевой отросток с местом прикрепления сухожилия трехглавой мышцы плеча для предотвращения несостоятельности разгибательного аппарата. При конфликте между головкой лучевой кости и мыщелком плеча выполняли либо моделирующую резекцию плечевой кости, либо, при выраженной деформации головки луча, ее резекцию. Устанавливали примерочные компоненты. При этом важно добиться того, чтобы соединения компонентов эндопротеза в узел вращения выполнялось легко, без значительных усилий. Далее проверяли объем пассивных движений в суставе. Установку компонентов эндопротеза производили с использованием одной порции цемента. Рану послойно ушивали с активным дренированием 2 дренажами (область эндопротеза и подкожная клетчатка).

Клинический пример № 2. Пациентка 70 лет, чрезмыщелковый перелом плечевой кости, 2 года после травмы и консервативного лечения в гипсовой повязке в течение 2 мес. После снятия повязки назначен курс ЛФК, однако стали прогрессировать боли и нестабильность в локтевом суставе из-за сформировавшегося ложного сустава мыщелка плеча (рис. 4, a). Больной выполнено

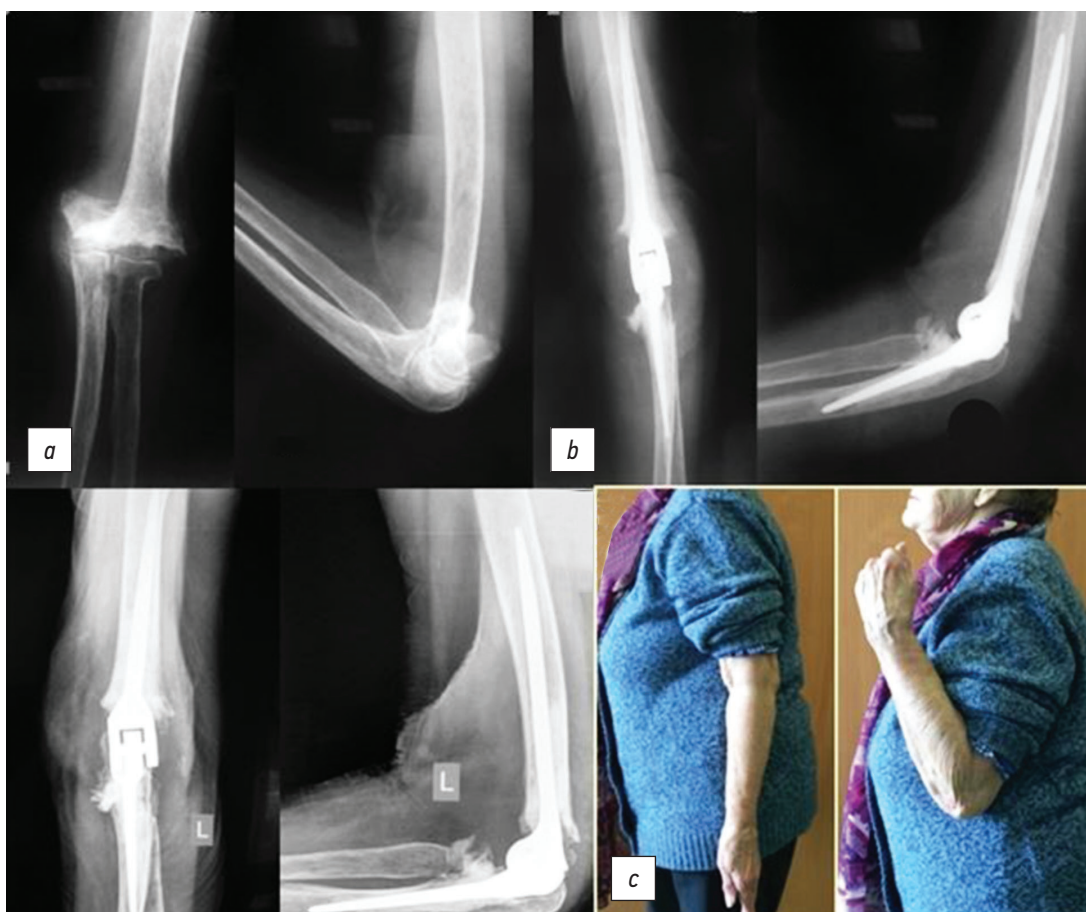


Рис. 4. Пациентка, 70 лет: *a* — рентгенологическая картина при поступлении; *b* — выполнено тотальное эндопротезирование сустава; *c* — результат лечения (1,5 года после операции)

Fig. 4. Patient, 70 years old: *a* — X-ray picture upon admission; *b* — total joint replacement was performed; *c* — the result of treatment (1.5 years after surgery)

тотальное эндопротезирование локтевого сустава эндопротезом «ЭСИ» (рис 4, *b*). В дальнейшем проведен курс реабилитационного лечения. Больная осмотрена через 1,5 года после операции, объем движений в локтевом суставе удовлетворительный, болевой синдром не выражен (рис. 4, *c*).

В послеоперационном периоде после открытого артролиза без ШДА и после эндопротезирования накладывалась съемная гипсовая лонгета на 1–2 нед. Пассивные движения (в виде укладок) начинали через 2–3 сут (обычно после удаления активного дренажа). Движения осуществляли на фоне достаточного обезболивания (в том числе продленная блокада через катетер) и назначения миорелаксантов. Швы снимали на 10–12-е сутки после операции, а через 3–4 нед. переходили к активным движениям в локтевом суставе. При использовании ШДА Оганесяна, пассивные движения с помощью сгибающей-разгибающей штанги начинали на 2–3-е сутки после операции. Обычно выполняли 25–30 сгибательно-разгибательных движений на фоне умеренной дистракции, что занимало 2–3 нед. Затем штангу снимали на время разработки и приступали к активным движениям в аппарате в условиях дистракции еще 2 нед. Затем убрали дистракцию. Срок фиксации в ШДА — в среднем 6–8 нед.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ исходов лечения (до 11 лет с момента операции) показал, что в большинстве случаев (93%) после проведенного остеосинтеза (1-я группа пациентов) получен хороший результат: пациенты не жаловались на боли в поврежденном суставе, получен достаточный объем движений (дефицит амплитуды движений не более 10°), средний балл по шкале DASH — 8. У 7% оперированных больных отмечено снижение амплитуды движений в локтевом суставе до 160° в положении разгибания предплечья, 70° в положении сгибания предплечья, снижение амплитуды наружной и внутренней ротации предплечья — в пределах 5°. На фоне консервативного и физиотерапевтического лечения отмечен регресс болевого синдрома и увеличение объема движений. Пациенты этой группы вернулись к труду через 14–16 нед. после операции.

У больных, которым проводился артролиз локтевого сустава, также наблюдали практически двукратное увеличение объема движений (в среднем от 42°–50° до 114°–120°), причем вне зависимости от способа артролиза (артроскопический или открытый) и от того, был ли использован ШДА, или нет. По шкале DASH у 89% больных отмечено снижение баллов в среднем с 77 до 36. У 10 больных, которым производился открытый артролиз (6 больных без наложения ШДА и 4 пациента с аппаратным лечением), потребовался повторный артролиз в течение 1,5–2 лет после первой операции

в связи с недостаточным объемом движений. У 1 пациента 3-й группы сохранялся болевой синдром и нестабильность локтевого сустава, что потребовало эндопротезирования через 3 года после первой операции.

В 6-й группе отмечены аналогичные результаты с увеличением амплитуды движений в среднем с 45°–48° до 126°–135°, по шкале DASH — снижение баллов с 79–82 до 39–44 в среднем. В 19 случаях (28,4%) потребовалось ревизионное вмешательство. У 11 пациентов (16,4%) оно было связано с развитием асептической нестабильности эндопротеза. В 9 случаях отмечена асептическая нестабильность плечевого компонента у 2 больных — локтевого. Данное осложнение развилось в сроки от 6 до 24 мес с момента первичной операции. В 5 случаях (7,5%) развилась септическая нестабильность (у 1 пациента в раннем послеоперационном периоде, у 4 — в течение 10–12 мес после эндопротезирования). При этом выполнено удаление эндопротеза с артродезированием локтевого сустава с помощью аппаратов внешней фиксации. Еще у 2 больных воспалительный процесс удалось купировать в раннем послеоперационном периоде путем саннирующей операции, эндопротез сохранен. В 3 случаях (4,5%) повторное оперативное вмешательство связано с несостоятельностью разгибательного аппарата локтевого сустава в результате повреждения сухожилия трехглавой мышцы, причем у 1 пациента в сочетании с нестабильностью плечевого компонента эндопротеза. Еще у 4 больных в ближайшем послеоперационном периоде развился некроз мягких тканей в области операции. У всех 4 пациентов удалось сохранить эндопротез на фоне консервативного лечения.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время арсенал средств для лечения последствий повреждения локтевого сустава достаточно ограничен, требует дифференцированного подхода к выбору тактики и способу оперативного пособия. Своевременно выполненный остеосинтез внутрисуставных переломов костей локтевого сустава при условии максимального восстановления конгруэнтности суставных поверхностей в подавляющем большинстве случаев приводит к положительным результатам. При этом большую роль играет стабильность остеосинтеза, позволяющая в раннем послеоперационном периоде начать разработку движений в локтевом суставе. Изначально нестабильные переломы блока мышечка с наличием мелких фрагментов, требуют выполнения комбинированного остеосинтеза с использованием шарнирно-дистракционных аппаратов.

Органосохраняющие операции при последствиях тяжелых повреждений сустава в виде открытого или артроскопического артролиза с использованием ШДА или без него и выполненные по строгим показаниям показали хорошие

долгосрочные результаты. Практически полное отсутствие гнойно-воспалительных осложнений, достаточный объем движений и отсутствие выраженной нестабильности после операции указывают на состоятельность данных методов лечения даже на фоне умеренных или грубых анатомических нарушений.

Неудобства пациентов связаны в первую очередь с длительностью реабилитационного лечения и необходимостью ношения достаточно громоздкого аппарата. Неудовлетворительный объем движений у 10 больных мы связываем со значительной тяжестью повреждения суставных структур и неадекватной реабилитацией в амбулаторных условиях.

Анализ результатов эндопротезирования локтевого сустава у данной категории больных показал достаточно высокую общую долю осложнений (28,4%). В первую очередь это гнойно-воспалительные осложнения, которые зачастую приводят к потере эндопротеза и артродезированию. Мы видим причину в том, что до эндопротезирования все пациенты с данным осложнением перенесли неоднократные оперативные вмешательства на локтевом суставе, связанные с установкой различных металлоконструкций и развитием воспалительных осложнений ранее. В дальнейшем многоэтапное оперативное лечение (удаление металлоконструкций с санацией и установкой временного цементного спейсера с антибиотиком, затем эндопротезирование после полного заживления и отсутствия воспалительных проявлений в течение 4–6 мес после санации) позволило в большинстве случаев избежать данного осложнения. Достаточно большую долю случаев нестабильности компонентов эндопротеза мы связываем с наличием обширных дефектов дистального конца плечевой кости и проксимального конца локтевой. Нестабильность локтевого компонента в большинстве случаев развилась после грубого нарушения ортопедического режима (подъем тяжестей). Всем пациентам удалось стабилизировать эндопротез путем рефиксации компонентов, в 2 случаях — с дополнительным использованием аллотрансплантатов. Несостоятельность разгибательного аппарата плеча у 3 пациентов связана с повреждением сухожилия трехглавой мышцы. Данное осложнение развилось, во-первых, на фоне дегенеративных изменений самого сухожилия, во-вторых, из-за некорректной установки локтевого компонента, когда узел вращения был смещен кзади относительно проксимального конца локтевого отростка. При этом во время сгибательно-разгибательных движений происходила постоянная травматизация сухожилия о заднюю поверхность узла вращения эндопротеза. Во всех случаях пластика сухожилия с переустановкой локтевого компонента или без позволила восстановить разгибательный аппарат. Следует отметить, что на данном этапе развития эндопротезирования локтевого сустава речь может идти только о бытовой адаптации пациента.

Все современные конструкции эндопротезов не способны в полной мере обеспечить больному ту величину нагрузок, характер и объем движений в суставе, которые необходимы для трудовой деятельности, особенно тяжелого физического труда. Если учесть тот факт, что большинство пациентов, которым показано эндопротезирование в рамках данного исследования, — это люди молодого и работоспособного возраста, данная проблема приобретает исключительную актуальность.

ВЫВОДЫ

1. Выбор способа оперативного лечения травм и последствий тяжелых повреждений локтевого сустава напрямую зависит от степени и характера разрушения костно-суставных и мягкотканых структур, дефицита объема движений в суставе.
2. Различные органосохраняющие операции в виде остеосинтеза (в том числе комбинированного), артролиза в сочетании с шарнирно-дистракционными аппаратами, выполненные по дифференцированным показаниям, позволяют минимизировать число осложнений и добиться хороших результатов лечения.
3. Необходимы строгие показания к эндопротезированию у всех категории больных ввиду большого числа гнойно-воспалительных осложнений и нестабильности эндопротеза.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен в соответствии со списком авторов.

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. The largest contributions are distributed according to the list of authors.

Источник финансирования. Не указан.

Funding source. Not specified.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных и фотографий.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солдатов Ю.П., Макушин В.Д. Результаты реконструктивных операции при анкилозах локтевого сустава // *Гений ортопедии*. 2003. № 1. С. 40–43.
2. Жабин Г.И. Травмы локтевого сустава. В кн.: *Травматология и ортопедия: руководство для врачей / под ред. Н.В. Корнилова*. Санкт-Петербург: Гиппократ, 2005. С. 167–218.
3. Ключевский В.В., Хассан Б.Э.Х. Профилактика контрактур локтевого сустава при лечении переломов дистального сегмента плечевой кости // *Гений ортопедии*. 2010. № 2. С. 74–98.
4. Миронов С.П., Оганесян О.В., Селезнев Н.В., Хапилин А.П. Восстановление функции локтевого сустава при застарелых вывихах костей предплечья путем комбинированного применения артроскопической техники и шарнирно-дистракционного аппарата // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2006. № 1. С. 33–38.
5. Parker P., Furness N.D., Evans J.P., et al. A systematic review of the complications of contemporary total elbow arthroplasty // *Shoulder Elbow*. 2021. Vol. 13, N 5. P. 544–551. doi: 10.1177/1758573220905629
6. Слободской А.Б., Прохоренко В.М., Дунаев А.Г., и др. Эндопротезирование локтевого сустава у молодых пациентов // *Гений ортопедии*. 2015. № 2. С. 26–31. doi: 10.18019/1028-4427-2015-2-26-31
7. Samdani V., Manoharan G., Jordan R.W., et al. Indications and outcome in total elbow arthroplasty: a systematic review // *Shoulder Elbow*. 2020. Vol. 12, N 5. P. 353–361. doi: 10.1177/1758573219873001
8. Morrey B.F., An K.N., Chao E.Y.S. Functional evaluation of the elbow. In: Morrey B.F., editor. *The elbow and its disorders*. Philadelphia: Saunders, 1985. P. 73–91.
9. Алиев А.Г., Амбросенков А.В., Бояров А.А., и др. Сравнительная эффективность тотального эндопротезирования локтевого сустава у пациентов с последствиями травм и ревматоидным артритом в среднесрочном и отдаленном периодах // *Травматология и ортопедия России*. 2019. Т. 25, № 1. С. 41–51. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-41-51
10. Кесян Г.А., Арсеньев И.Г., Уразгильдеев Р.З., Карапетын Г.С. Дифференцированный подход к оперативному лечению последствий тяжёлых повреждений локтевого сустава // *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2017. Т. 16, № 4. С. 161–167.
11. Шуйский А.А., Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., и др. Опыт лечения внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза плечевой кости методом комбинированного остеосинтеза погружными винтами и шарнирно-дистракционным аппаратом внешней фиксации // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2018. Т. 25, № 2. С. 56–62. doi: 10.32414/0869-8678-2018-2-56-62
12. Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., Карапетын Г.С., и др. Эволюция методов лечения внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза плечевой кости (обзор литературы) // *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2020. Т. 19, № 3. С. 185–200. doi: 10.37903/vsgma.2020.3.27
13. Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., Дан И.М., и др. Гетеротопическая оссификация крупных суставов, как осложнение травм и заболеваний нервной системы (обзор литературы) // *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2017. Т. 16, № 4. С. 154–160.
14. Burkhart K.J., Hollinger B. Post-traumatic arthritis in the young patient: treatment options before the endoprosthesis // *Orthopade*. 2016. Vol. 45, N 10. P. 832–843. (In German). doi: 10.1007/s00132-016-3326-x
15. Cai J., Wang W., Yan H., et al. Complications of open elbow arthrolysis in post-traumatic elbow stiffness: a systematic review // *PLoS One*. 2015. Vol. 10, N 9. P. e0138547. doi: 10.1371/journal.pone.0138547

REFERENCES

1. Soldatov YP, Makushin VD. The results of reconstructive surgeries for the elbow ankyloses. *Genii ortopedii*. 2003;(1):40–43. (In Russ).
2. Zhabin GI. Travmy loktevogo sustava. In: Kornilov NV, editor. *Traumatalogiya i ortopediya: rukovodstvo dlya vrachei*. St. Petersburg: Gippokrat; 2005. P. 167–218. (In Russ).
3. Kliuchevsky VV, Hassan Ben El Hafi. The elbow contracture prevention in treatment of humeral distal segment fractures. *Genii ortopedii*. 2010;(2):74–98. (In Russ).
4. Mironov SP, Oganesyana OV, Seleznev NV, Khapilin AP. Restoration of elbow function in old forearm dislocation by combined using of arthroscopic technique and hinge-distraction device. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2006;(1):33–38. (In Russ).
5. Parker P, Furness ND, Evans JP, et al. A systematic review of the complications of contemporary total elbow arthroplasty. *Shoulder Elbow*. 2021;13(5):544–551. doi: 10.1177/1758573220905629
6. Slobodskoi AB, Prokhorenko VM, Dunaev AG, et al. The elbow arthroplasty in young patients. *Genii ortopedii*. 2015;(2):26–31. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2015-2-26-31
7. Samdani V, Manoharan G, Jordan RW, et al. Indications and outcome in total elbow arthroplasty: a systematic review. *Shoulder Elbow*. 2020;12(5):353–361. doi: 10.1177/1758573219873001
8. Morrey BF, An KN, Chao EYS. Functional evaluation of the elbow. In: Morrey BF, editor. *The elbow and its disorders*. Philadelphia: Saunders; 1985. P. 73–91.
9. Aliev AG, Ambrosenkov AV, Boyarov AA, et al. Midand long-term results of total elbow arthroplasty: post-traumatic consequences and rheumatoid arthritis. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2019;25(1):41–51. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-41-51
10. Kesyan GA, Arsenyev IG, Urazgil'deev RZ, Karapetyan GS. Differentiated approach to surgical treatment of the consequences of severe injury of the elbow joint. *Vestnik Smolenskoi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii*. 2017;16(4):161–167. (In Russ).
11. Shuiskiy AA, Kesyan GA, Urazgil'deev RZ, et al. Experience in treatment of distal humeral epimetaphyseal intra-articular fractures using combined osteosynthesis by submersible screws and external fixation hinge distraction system. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;25(2):56–62. (In Russ). doi: 10.32414/0869-8678-2018-2-56-62
12. Kesyan GA, Urazgil'deev RZ, Karapetyan GS, et al. Evolution of treatment methods of treatment of intraarticular fractures of the distal metaepiphysis of the humerus (literature review). *Vestnik Smolenskoi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii*. 2020;19(3):185–200. (In Russ). doi: 10.37903/vsgma.2020.3.27

13. Kesyana GA, Urazgil'deev RZ, Dan IM, et al. Heterotopic ossification of large joints, as a complication of injuries and diseases of the central nervous system (review). *Vestnik Smolenskoi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii*. 2017;16(4):154–160. (In Russ).

14. Burkhart KJ, Hollinger B. Post-traumatic arthritis in the young patient: treatment options before the endo-

prosthesis. *Orthopade*. 2016;45(10):832–843. (In German). doi: 10.1007/s00132-016-3326-x

15. Cai J, Wang W, Yan H, et al. Complications of open elbow arthrolysis in post-traumatic elbow stiffness: a systematic review. *PLoS One*. 2015;10(9):e0138547. doi: 10.1371/journal.pone.0138547

ОБ АВТОРАХ

***Игорь Геннадьевич Арсеньев**, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1801-8383>; eLibrary SPIN: 8317-3709; e-mail: igo23602098@yandex.ru.

Гурген Абавенович Кесян, д-р мед. наук, профессор, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1933-1822>; eLibrary SPIN: 8960-7440; e-mail: kesyan.gurgen@yandex.ru.

Рашид Загидуллоевич Уразгильдеев, д-р мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2357-124X>; eLibrary SPIN: 9269-5003; e-mail: rashid-uraz@rambler.ru.

Григорий Сергеевич Карапетыан, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>; eLibrary SPIN: 6025-2377; e-mail: dr.karapetian@mail.ru.

Анатольевич Шуйский Артем, врач – травматолог-ортопед, аспирант; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>; eLibrary SPIN: 6125-1792; e-mail: shuj-artyom@mail.ru.

Овсеп Гургенович Кесян, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-368X>; eLibrary SPIN: 4258-3165; e-mail: offsep@yandex.ru.

Андрей Николаевич Левин, канд. мед. наук, врач – травматолог-ортопед; eLibrary SPIN: 4598-8922; e-mail: levin-cito@mail.ru.

AUTHORS INFO

***Igor G. Arsen'ev**, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; address: 10 Priorova str., 127299, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1801-8383>; eLibrary SPIN: 8317-3709; e-mail: igo23602098@yandex.ru.

Gurgen A. Kesyana, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1933-1822>; eLibrary SPIN: 8960-7440; e-mail: kesyan.gurgen@yandex.ru.

Rashid Z. Urazgil'deev, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2357-124X>; eLibrary SPIN: 9269-5003; e-mail: rashid-uraz@rambler.ru.

Grigoriy S. Karapetyan, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>; eLibrary SPIN: 6025-2377; e-mail: dr.karapetian@mail.ru.

Artem A. Shuyskiy, MD, post-graduate student, traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>; eLibrary SPIN: 6125-1792; e-mail: shuj-artyom@mail.ru.

Ovsep G. Kesyana, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-368X>; eLibrary SPIN: 4258-3165; e-mail: offsep@yandex.ru.

Andrey N. Levin, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; eLibrary SPIN: 4598-8922; e-mail: levin-cito@mail.ru.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89567>

Features and tactics of management of patients with joint hypermobility (Clinical observation)

Anatoliy K. Orletskiy, Dmitriy O. Timchenko, Elena S. Kozlova*

N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

ABSTRACT

There are not enough studies in the literature on the treatment of patients with impaired collagen homeostasis. Dysplastic changes in the bone and ligamentous structures of the shoulder joint are a risk factor for the development of chronic instability and can be one of the reasons for relapses after surgery. Orthopedic disorders of this pathology should be corrected by operative or conservative techniques for each patient individually.

The choice of treatment tactics for patients with chronic post-traumatic multiplanar instability of the shoulder joint against the background of connective tissue dysplasia.

Surgical treatment was used, the duration of wearing the orthosis on the shoulder joint area was increased in order to ensure the centering of the humeral head, and a rehabilitation program was proposed.

Keywords: chronic instability of the shoulder joint; arthroscopy; rehabilitation; connective tissue dysplasia; collagen homeostasis.

To cite this article:

Orletskiy AK, Timchenko DO, Kozlova ES. Features and tactics of management of patients with joint hypermobility (Clinical observation). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(3):59–64. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89567>

Received: 02.12.2021

Accepted: 06.12.2021

Published: 28.12.2021

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89567>

Особенности и тактика ведения пациентов с гипермобильностью суставов (Клиническое наблюдение)

А.К. Орлецкий, Д.О. Тимченко, Е.С. Козлова*

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

В литературе недостаточно исследований о лечении пациентов с нарушением коллагенового гомеостаза. Диспластические изменения костных и связочных структур плечевого сустава являются фактором риска развития хронической нестабильности и могут служить одной из причин рецидивов после оперативного лечения. Ортопедические нарушения данной патологии должны корректироваться оперативными или консервативными методиками для каждого пациента индивидуально.

Описан выбор тактики лечения пациентов с хронической посттравматической многоплоскостной нестабильностью плечевого сустава на фоне дисплазии соединительной ткани.

Применялось хирургическое лечение, увеличена продолжительность ношения ортеза на область плечевого сустава для обеспечения центрации головки плечевой кости, а также предложена программа реабилитации.

Ключевые слова: хроническая нестабильность плечевого сустава; артроскопия; реабилитация; дисплазия соединительной ткани; коллагеновый гомеостаз.

Как цитировать:

Орлецкий А.К., Тимченко Д.О., Козлова Е.С. Особенности и тактика ведения пациентов с гипермобильностью суставов (Клиническое наблюдение) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 3. С. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto89567>

Рукопись получена: 02.12.2021

Рукопись одобрена: 06.12.2021

Опубликована: 28.12.2021

BACKGROUND

Shoulder joint bone structure examination (Fig. 1 *a, b*), as well as the identification of the signs of dysplasia, is advisable in patients with primary and recurrent instability to decide on a further management approach. The literature revealed a relationship between the counts of autoantibodies to certain types of collagen and the nature of external and cardiac manifestations of connective tissue dysplasia. An increased level of autoantibodies against types I and II collagens was registered in patients with pectus excavatum, scoliosis, severe joint hypermobility syndrome, and multiple intracardiac microanomalies. That to collagen type I was registered in cases of platypodia, and that to collagen types I, II, and V were revealed in patients with a prolapsing mitral valve myxomatous degeneration. An increased level of anti-collagen antibodies in patients with severe external and cardiac dysplastic signs indicates impaired autoimmune regulation mechanisms of collagen metabolism. The analysis of autoantibodies against collagen concentrations in the blood plasma of patients with joint hypermobility syndrome, considering its scoring [1], revealed high levels of autoantibodies of type I collagen with maximum values in severe articular hypermobility (4.9 ± 0.5 and 6.2 ± 0.7 $\mu\text{g/ml}$ for mild and severe syndromes, respectively). Patients with severe joint hypermobility syndrome were noted with increased autoantibody levels of type II collagen (3.5 ± 0.3 $\mu\text{g/ml}$) compared to those with both control and mild hypermobility syndrome (2.7 ± 0.3 $\mu\text{g/ml}$) [2]. Additionally, the examination of patients with joint

hypermobility has an algorithm. The criteria indicated in the table were used for the examination.

Joint hypermobility syndrome is established in the presence of 2 major criteria, 1 major and 2 minor criteria, or only 4 minor criteria [3].

Multiplanar instability is characterized by shoulder instability in any position. However, most often, instability occurs in the anterior and inferior directions. This type of instability develops due to repeated dislocations and subluxations. According to the most commonly used classification, multiplane instability is in turn subdivided into the following:

- instability that occurs with hyperelasticity of the ligaments due to systemic genetic connective tissue structure disorders (Marfan syndrome and Ehlers–Danlos syndrome);
- multiplanar asymptomatic anterior and inferior instability;
- multiplanar posterior and inferior instability;
- multiplanar anterior and posterior instability [5, 6].

Shoulder joint instability is also classified based on the displacement plane. Therefore, the following are distinguished:

- horizontal instability;
- vertical instability;
- mixed instability (both horizontal and vertical plane displacement) [7].

To date, the main links in the pathogenesis of post-traumatic instability have been well studied, including the following:

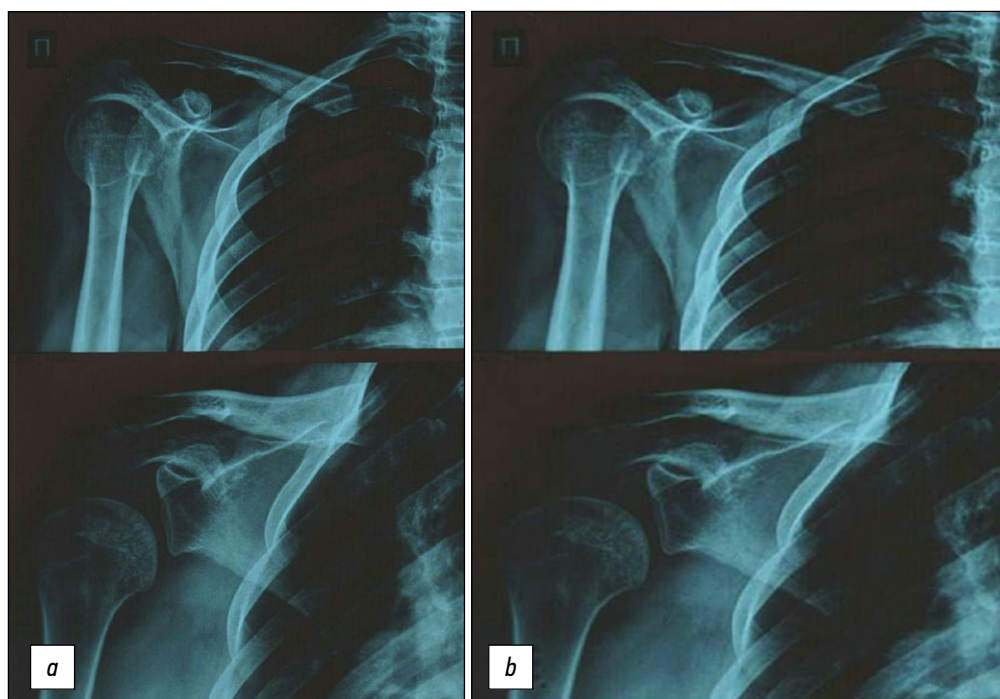


Fig. 1. View of radiographs of a patient with shoulder dysplasia.

Table. The Brighton criteria for joint hypermobility syndrome (R. Keer, R. Graham, 2003)

Major criteria	Minor criteria
The Beighton joint hypermobility score is 4–9 points. Arthralgia lasting at least 3 months in 4 or more joints	The Beighton hypermobility score is 1, 2, or 3–9 (Beighton score 1–3 at age 50 or older) Arthralgia for at least 3 months in 1–3 joints or back pain for at least 3 months, spondylolisthesis, or spondylosis Subluxations, dislocations in >1 joint, or recurrent ones in 1 joint Epicondylitis, bursitis, or tenosynovitis Marfan-like appearance (asthenic body type, tall stature, arachnodactyly [positive wrist test], upper to lower segment ratio of <0.89, height to arm span ratio of >1.03) Skin is thinner, with increased extensibility (skin fold on the hand dorsum is pulled by >3 cm), stretch marks, or tissue paper-like suture Eye symptoms include drooping eyelids or antimongoloid slant Varicose veins, ventral hernias, or uterine or rectal prolapse

- decreased mechanical strength of the joint capsule and rotator cuff of the muscle complex due to their stretching or rupture;
- a disorder of proprioceptive information transmission from the mechanoreceptors of the central nervous system ligaments and inadequate feedback;
- impaired regeneration of capsule and periarticular tissues, with scar formation and capsule weakening with a tendency to stretch;
- atrophy of the muscles stabilizing the joint [8, 9].

Here, we described a case of a positive outcome in an 18-year-old female patient who had 4 minor criteria for joint hypermobility syndrome (Table 1, Fig. 2). The anamnesis revealed that surgical treatment was performed and rehabilitation was conducted in the late postoperative periods to restore the function of the operated upper limb.

Clinical case. Patient K., 18 years old.

The patient was diagnosed with chronic post-traumatic multiplanar instability of the right shoulder joint associated with the consequences of post-traumatic upper brachial plexopathy and alar scapula syndrome, presumably due to muscle imbalance with severe shoulder joint dysfunction, and condition after multiple surgical interventions.

In May 2016, she had a right shoulder joint injury (hit by a ball in a straight arm), which led to a right shoulder joint dislocation. In the next 3 months after the injury, right shoulder joint instability developed.

Repeated course of conservative treatment in a primary care facility had no improvement. In December 2016, the patient was hospitalized in the N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics for consultation and further treatment approach

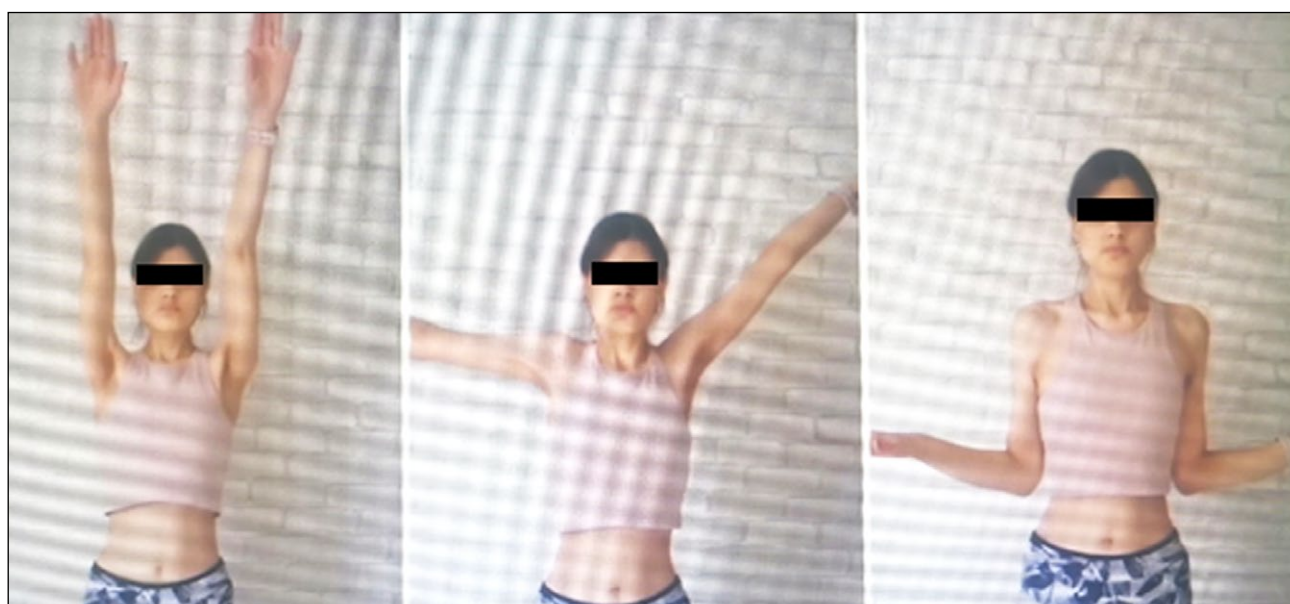


Fig. 2. View of a patient with joint hypermobility syndrome. Long-term results of treatment (after 6 months).



Fig. 3. The patient's appearance after multiple surgical interventions (May 2017).

determination. Arthroscopy of the right shoulder joint and capsulography were performed.

In January 2017, the instability recurred with slight right shoulder joint physical exertion. Centering and fixation of the right humeral head with the spokes was performed. She was discharged for outpatient treatment at the primary care facility. In April 2017, she entered the department of the N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics. Lavsanodesis was made (by the type of suspension) of the right shoulder joint.

In connection with the lavsan tape eruption in May 2017, a repeated lavsanodesis of the joint was performed, as well as a case conference.

In September 2018, the patient underwent examination and conservative treatment at a hospital.

Results revealed paralytic subluxation of the humeral head on the right and conditions after surgical treatment were diagnosed.

In January 2020, the lavsan tape was removed from the right shoulder.

Figure 3 presents the view of the patient after the surgery.

The patient was admitted for treatment at the Department of Medical Rehabilitation of the N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, where therapy was performed, which included physiotherapy exercises (personal coaching) to strengthen the shoulder muscles, massage the collar zone, shoulder muscles, and the right upper limb forearm, magnetic therapy on the shoulder joint No. 10 to improve trophism and pain relief, and electrical stimulation of the deltoid



Fig. 4. Movement in the shoulder joint of the right upper limb when using the orthosis.

muscle and short rotators number 10, daily. The patient was recommended to wear an orthosis (Fig. 4). Her condition improved and she was discharged for outpatient treatment at the primary care facility to continue the rehabilitation (Fig. 2). She continued the course of active rehabilitation in cooperation with the DJAMSY clinic (at the patient's primary care facility).

DISCUSSION

The question arises about the further prognosis or the need for surgical treatment in patients with multidirectional shoulder joint instability in impaired collagen homeostasis and undifferentiated connective tissue dysplasia, as well as the important role of rehabilitation in early and late periods.

Surgical interventions for traumatic shoulder dislocations are infrequently performed. Surgical treatment indications include irreducible dislocations, significant displacement of the large humeral tubercle or the marginal fragment of the scapular articular process, as well as chronic dislocations. The surgical indication for arthroscopy in simple dislocations includes a high level of functional aspiration of the patient or a combination of Bankart and Hill-Sachs injuries and short shoulder rotators in individuals with an average physical activity level [4].

CONCLUSION

The clinical example shows that, despite the obvious signs of connective tissue dysplasia, surgical treatment was chosen for untimely conservative treatment in the next 3 months from the injury, which led to multiple surgical interventions but did not improve and restore the function of the operated upper limb. We recommend the selection of an individual plan of rehabilitation measures for such patients at all treatment stages (reduction, immobilization, and functional restoration) [4].

ADDITIONAL INFO

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Funding source. Not specified.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

REFERENCES

1. Spivak EM. *Sindrom gipermobil'nosti sustavov u detei i podrostkov*. Yaroslavl; 2003. 128 p. (In Russ).
2. Yagoda AV, Gladkikh NN. Autoimmune aspects of collagen homeostasis disorder in undifferentiated connective tissue dysplasia. *Medical Immunology (Russia)*. 2007;9(1):61–68. (In Russ). doi: 10.15789/1563-0625-2007-1-61-68
3. *Displazii soedinitel'noi tkani*. Klinicheskie rekomendatsii. Moscow; 2017. 100 p. (In Russ).
4. Tsykunov MB, Builova TV. Shoulder dislocation rehabilitation program (project of the federal clinical guidelines). *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika*. 2015;(1):98–109. (In Russ). doi: 10.17238/ISSN2223-2524.2015.1.98
5. Juul-Kristensen B. Generalised joint hypermobility and shoulder joint hypermobility – risk of upper body musculoskeletal symptoms and reduced quality of life in the general population. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):226. doi: 10.1186/s12891-017-1595-0
6. Merolla G, Cerciello S, Chillemi C, et al. Multidirectional instability of the shoulder: biomechanics, clinical presentation and treatment strategies. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2015;25(6):975–985. doi: 10.1007/s00590-015-1606-5
7. Proshchenko YN, Baidurashvili AG, Brianskaia AI, et al. Clinical forms of shoulder instability in pediatric patients. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2016;4(4):41–46. (In Russ). doi: 10.17816/PTORS4441-46
8. Bergsma A, Murgia A, Cup EH, et al. Upper extremity kinematics and muscle activation patterns in subjects with facioscapulo-humeral dystrophy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(9):1731–1741. doi: 10.1016/j.apmr.2014.03.033
9. Lebus GF, Raynor MB, Nwosu SK, et al. Predictors for surgery in shoulder instability: a retrospective cohort study using the FEDS system. *Orthop J Sports Med*. 2015;3(10): 232–238. doi: 10.1177/2325967115607434

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спивак Е.М. Синдром гипермобильности суставов у детей и подростков. Ярославль, 2003. 128 с.
2. Ягода А.В., Гладких Н.Н. Аутоимунные аспекты нарушения коллагенового гомеостаза при недифференцированной дисплазии соединительной ткани // Медицинская иммунология. 2007. Т. 9, № 1. С. 61–68. doi: 10.15789/1563-0625-2007-1-61-68
3. Дисплазии соединительной ткани. Клинические рекомендации. Москва, 2017. 100 с.
4. Цыкунов М.Б., Буйлова Т.В. Клинические рекомендации по проведению реабилитационных мероприятий больным после вывихов плеча (проект федеральных клинических рекомендаций) // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. № 1. С. 98–109. doi: 10.17238/ISSN2223-2524.2015.1.98
5. Juul-Kristensen B. Generalised joint hypermobility and shoulder joint hypermobility – risk of upper body musculoskeletal symptoms and reduced quality of life in the general population // BMC Musculoskelet Disord. 2017. Vol. 18, N 1. P. 226. doi: 10.1186/s12891-017-1595-0
6. Merolla G., Cerciello S., Chillemi C., et al. Multidirectional instability of the shoulder: biomechanics, clinical presentation and treatment strategies // Eur J Orthop Surg Traumatol. 2015. Vol. 25, N 6. P. 975–985. doi: 10.1007/s00590-015-1606-5
7. Проценко Я.Н., Баиндурашвили А.Г., Брянская А.И., и др. Формы нестабильности плечевого сустава у детей // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2016. Т. 4, № 4. С. 41–46. doi: 10.17816/PTORS4441-46
8. Bergsma A., Murgia A., Cup E.H., et al. Upper extremity kinematics and muscle activation patterns in subjects with facioscapulohumeral dystrophy // Arch Phys Med Rehabil. 2014. Vol. 95, N 9. P. 1731–1741. doi: 10.1016/j.apmr.2014.03.033
9. Lebus G.F., Raynor M.B., Nwosu S.K., et al. Predictors for surgery in shoulder instability: a retrospective cohort study using the FEDS system // Orthop J Sports Med. 2015. Vol. 3, N 10. P. 232–238. doi: 10.1177/2325967115607434

AUTHORS INFO

***Elena S. Kozlova**, physiotherapist;
address: 10, Priorova str., 127299, Moscow, Russia;
e-mail: elenako352@gmail.com

Anatoliy K. Orletskiy, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
e-mail: nova495@mail.ru

Dmitriy O. Timchenko, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
eLibrary SPIN: 6626-2823;
e-mail: d.o.Timchenko@mail.ru

ОБ АВТОРАХ

***Елена Сергеевна Козлова**, врач по лечебной физкультуре, физиотерапевт;
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;
e-mail: elenako352@gmail.com

Анатолий Корнеевич Орлецкий, д-р мед. наук, профессор,
врач травматолог-ортопед;
e-mail: nova495@mail.ru

Дмитрий Олегович Тимченко, канд. мед. наук,
врач травматолог-ортопед;
eLibrary SPIN: 6626-2823;
e-mail: d.o.Timchenko@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63221>

Осложнения в хирургии идиопатического сколиоза у детей. Обзор литературы

В.В. Коротеев¹, В.М. Крестьяшин^{1,2}, Д.Ю. Выборнов^{1,2}, Н.И. Тарасов¹, А.В. Семенов^{2*}, П.А. Горелова², Н.А. Карлова²

¹ Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия;

² Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

В современной литературе до сих пор продолжают споры о причинах наиболее часто встречающихся осложнений после операций по поводу юношеского идиопатического сколиоза и их факторах риска. Принимая во внимание растущие возможности стационаров по сокращению периода стационарного лечения в послеоперационном периоде, возникла строгая необходимость в том, чтобы лечащие врачи были осведомлены об основных типах осложнений хирургии юношеского идиопатического сколиоза, а также факторах риска их возникновения для точного прогнозирования и применения индивидуального подхода к ведению послеоперационного периода у больных, имеющих риск их возникновения. По результатам обзора литературы подробно описаны две большие группы послеоперационных осложнений: общесоматические и неврологические. Помимо основных наиболее часто встречающихся осложнений рассмотрены и более редкие, к которым относятся синдром верхней брыжеечной артерии и отдаленные глубокие инфекции.

За последнее 20-летие частота послеоперационных осложнений при хирургической коррекции сколиотических деформаций значительно снизилась. Учитывая данные из различных работ, можно сделать вывод, что общий уровень осложнений снизился с 5,7% (2000–2003) до 4,95% (2004–2007) и затем еще до 0,98% (2013–2016). Несмотря на общее снижение частоты осложнений, последние все равно остаются проблемой для клиницистов. К основным факторам риска возникновения осложнений можно отнести наличие сопутствующей почечной патологии у пациента, большой объем операционной кровопотери, значительное увеличение времени анестезии и операционного вмешательства; применение конструкций из нержавеющей стали, применение переднего или комбинированного оперативного доступа; отказ от применения интраоперационного нейромониторинга.

Ключевые слова: идиопатический сколиоз; осложнения хирургического лечения при идиопатическом сколиозе; осложнения.

Как цитировать:

Коротеев В.В., Крестьяшин В.М., Выборнов Д.Ю., Тарасов Н.И., Семенов А.В., Горелова П.А., Карлова Н.А. Осложнения в хирургии идиопатического сколиоза у детей. Обзор литературы // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 3. С. 65–73.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63221>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63221>

Complications in adolescent idiopathic scoliosis surgery. Review

Vladimir V. Koroteev¹, Vladimir M. Krestyashin^{1,2}, Dmitry Yu. Vybornov^{1,2}, Nikolay I. Tarasov¹, Andrey V. Semenov^{2*}, Polina A. Gorelova², Natalya A. Karlova²

¹ Filatov Municipal Children Hospital Moscow Department of Healthcare, Moscow, Russia;

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

To days debates about most frequent complications after adolescent idiopathic surgery and its risk factors remains to persist. Taking into account rising possibilities of orthopaedic surgery departments worldwide to reduce AIS patients' hospital length of stay, strong need in strict knowledge about types and frequency of abovementioned complications and its risk factors is emerging. This knowledge can help clinicians in prediction of complications development and can aid in better diagnostics and treatment. Two main groups of complications were described thoroughly in current review: non-neurologic and neurologic. Both frequently developing and rare complications were described including superior mesenteric artery syndrome and deep infections.

There an obvious tendency of the rate of complications after AIS surgery to decline during last two decades from 5.7% in 2000–2003 to 4.95% in 2007 and to 0.98% in 2016. Despite that fact these complications still remain to be a big burden for clinicians. Major risk factors for its development include concomitant renal diseases, large intraoperative blood loss, substantial increase of anesthesia and surgery duration, stainless steel rods implementation combined or anterior only approach and refuse of intraoperative neuromonitoring.

Keywords: idiopathic scoliosis; surgical treatment complications of idiopathic scoliosis; complications.

To cite this article:

Koroteev VV, Krestyashin VM, Vybornov DYu, Tarasov NI, Semenov AV, Gorelova PA, Karlova NA. Complications in adolescent idiopathic scoliosis surgery. Review. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(3):65–73. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto63221>

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современной хирургии юношеского идиопатического сколиоза (ЮИС) за последние 20 лет позволило снизить общее количество осложнений после операций на позвоночнике [1], что связано в основном с применением современных транспедикулярных конструкций при выполнении наиболее частой операции при ЮИС — задней стабилизации с использованием транспедикулярной конструкции [2]. С 1997 по 2012 год, с приходом эры транспедикулярной фиксации, количество устанавливаемых дорсальных конструкций, по данным ряда авторов, выросло с 63,4 до 91,3% среди всех возможных доступов при оперативном лечении сколиозов [3].

Несмотря на отработанную годами технику оперативных вмешательств и высокотехнологичное современное оборудование, ранние и поздние отдаленные осложнения остаются значительной проблемой и приводят к увеличению времени нахождения ребенка в стационаре [4], ухудшению качества жизни, а иногда — к повторным операциям [5]. При этом в литературе не встречаются практические рекомендации по наблюдению пациентов в отдаленном послеоперационном периоде, а также тактики для их предотвращения на этапах предоперационной подготовки и оперативного вмешательства. Подготовка обзора литературы, посвященного послеоперационным осложнениям и факторам риска их возникновения, продиктована практической необходимостью для определения подхода к пред-, интра- и послеоперационному ведению пациентов с идиопатическим сколиозом.

Был проведен анализ литературы по теме осложнений хирургической коррекции ЮИС у детей. Поиск проводили по базам данных PubMed, Medline, Google Scholar по ключевым словам «adolescent idiopathic scoliosis and surgery and complications», а также в русскоязычной литературе по ключевым словам «юношеский идиопатический сколиоз», «осложнения», «хирургия юношеского идиопатического сколиоза». В связи с необходимостью охвата большого количества статистических данных для наиболее полного формирования понятия о частоте, структуре осложнений хирургической коррекции ЮИС, а также факторах риска, в настоящий обзор литературы было решено включить все статьи с выборкой более 100 пациентов за последние 20 лет. В настоящий обзор включена суммарно 31 статья, из них 2 — систематические обзоры, 3 — обзорные статьи, 26 — исследований 3-го и 4-го уровня доказательности.

ОБСУЖДЕНИЕ

В докладе Общества по изучению идиопатического сколиоза (Scoliosis Research Society — SRS) по статистике осложнений за 2000–2003 годы, который базируется на анализе результатов оперативного лечения 6334 детей, опубликованы данные по частоте послеоперационных

осложнений при применении комбинированных конструкций (10,2%) по сравнению с дорсальной (5,1%) и вентральной (5,2%). Авторы сообщают о превалировании респираторных осложнений (1,6%) и осложнений, ассоциированных с конструкцией (1,4%), тогда как остальные виды осложнений, классифицируемые в обзоре (спонтанные ранения дурального мешка, неврологические, гематологические, раневые инфекции и др.), относятся к оставшимся 2,7%. Суммарно авторы сообщили о частоте осложнений, равной 5,7% [6].

Из всех возможных осложнений, встречающихся при дорсальной стабилизации позвоночника при коррекции ЮИС, неврологические осложнения могут принести наибольший вред — преимущественно в связи со снижением качества жизни. Поэтому в литературе принято выделять последние в отдельный раздел осложнений, а все остальные называть общепринятым понятием «неврологические осложнения». Распространенность таких осложнений у пациентов с идиопатическим сколиозом в послеоперационном периоде составляет около 15,4%, из них частота респираторных осложнений — 1,42%, обильных кровотечений — 0,85%, развития раневых инфекций — 0,71%. Возраст, пол, наличие сопутствующих заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также хирургические подходы никак не коррелируют с повышением частоты развития осложнений [7].

К.-М.Г. Fu и соавт. [8] провели крупное исследование осложнений в спинальной хирургии у детей, используя базу данных хирургов SRS. Прооперированы по поводу сколиоза 19 642 пациента из этого исследования. Общее количество осложнений составило 8,2%, среди самых частых были раневые инфекции (2,7%), респираторные осложнения (0,9%), ранения дурального мешка (0,5%) и гематомы (0,4%). Прямую и статистически значимую зависимость демонстрировали следующие факторы: наличие сопутствующей почечной патологии у пациента, большой объем операционной кровопотери, значительное увеличение времени анестезии и операционного вмешательства [8].

В крупном метаанализе с общей выборкой из 1565 пациентов, где проводилось сравнение эффективности и безопасности дорсального инструментария разных типов, у 1,9% пациентов был выявлен псевдоартроз, который наиболее часто встречается при использовании дистрактора Харрингтона [2]. Суммарно в 3,6% случаев отмечались инфекционные осложнения, при этом в подгруппе дистрактора Харрингтона — до 5,5%, а в подгруппе транспедикулярных конструкций — до 1,18%. Частота повторных операций составила 7,2%, чаще всего они выполнялись после установки дистрактора Харрингтона. Примечательно, что из 254 пациентов с транспедикулярными фиксаторами ни одному не потребовалась повторная операция. Неврологические осложнения зафиксированы у 2 из 1136 человек пациентов (0,17%), у которых в раннем послеоперационном периоде после установки

конструкции Cotrel–Dubousset (CDI) отмечался односторонний парез нижних конечностей.

В масштабном исследовании с выборкой 36 335 пациентов осложнений после хирургических вмешательств по коррекции ЮИС суммарная частота послеоперационных осложнений составила 7,6% [5]. При анализе подгрупп выявлено, что для задних, передних и комбинированных оперативных доступов показатели частоты осложнений составляли 6,7; 10,0 и 19,8% соответственно. Самые распространенные из них — острая дыхательная недостаточность (3,4%), реинтубация (1,3%), имплант-ассоциированные осложнения (1,1%), кардиоваскулярные осложнения (0,9%) и пневмония (0,8%). Развитие таких серьезных осложнений, как смерть, синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания, сепсис, повреждение спинного мозга и корешков нервных стволов, легочная эмболия, тромбозы и прочее встречались с частотой до 0,2% для каждого вышеперечисленного осложнения. К группам риска по осложнениям отнесли пациентов молодого возраста, мужского пола, лиц с сопутствующими заболеваниями (анемия, гипертония, гипертиреоз). Выявлено, что длина инструментированного сегмента позвоночника не была связана с развитием осложнений.

Для коррекции крайне тяжелых форм идиопатического сколиоза общепринятой мерой считается многоуровневая дискэктомия в сочетании с корпородезом на вершине сколиотической дуги. Однако данная методика не является совершенной, так как после ее применения может сохраняться ригидность основной дуги. С.В. Виссарионов и соавт. [9] в своей работе приводят аргументы за использование клиновидной резекции тела позвонка, являющегося вершиной искривления, с сохранением замыкательных пластинок, что помогает увеличить шансы успешного исправления деформации.

В качестве одного из факторов риска возникновения осложнений рассматривали метод интраоперационной навигации при установке транспедикулярных винтов. Авторы одного из исследований пришли к выводу, что при интраоперационной компьютерно-томографической (КТ) навигации частота осложнений значительно снижается по сравнению с методами установки винтов без 3D-навигации — с 0–1,7 до 0%. Однако в следующем исследовании (систематическом обзоре) авторы выявили отсутствие разницы по частоте возникновения осложнений между двумя вышеуказанными группами, а также увеличение времени операции при использовании КТ-навигации [10].

Отечественные авторы считают, что в процессе предоперационной подготовки необходимо выполнять комплекс процедур для увеличения мобильности деформированного позвоночника: корригирующие упражнения, направленные на увеличение фронтальной и ротационной мобильности позвоночника; вытяжение на наклонной плоскости; вертикальное вытяжение посте-

пенно до полного вися; вытяжение на тракционном столе; приемы мобилизирующей мануальной терапии. Это может помочь предотвратить осложнения для пациентов с тяжелой степенью деформации, например, резкое перерастяжение спинного мозга и корешков после коррекционного маневра [11].

По данным исследования с самой большой когортой пациентов [1], в котором участвовали 84 320 пациентов с идиопатическим сколиозом на протяжении 13 лет, послеоперационные осложнения были выявлены у 1268 из них (1,5%), средний показатель смертности в послеоперационном периоде составил 0,014%. Наиболее часто отмечались хирургические инфекции (0,52%), неврологические осложнения (0,35%) и осложнения, связанные с имплантатами (неправильное расположение имплантата, потеря костной фиксации и поломка импланта — 0,20%). Исследователями была обнаружена небольшая, но статистически значимая корреляция между развитием инфекционного процесса и степенью первичной деформации, а также интраоперационной кровопотери. Самыми частыми возбудителями для инфекционных процессов были грамположительные бактерии, наиболее часто высеивался метициллин-резистентный золотистый стафилококк (MSSA), что могло быть связано с доброкачественным течением и интактной раной. Авторы сделали вывод, что общий уровень осложнений значительно снизился — с 4,95% в период с 2004 по 2007 год до 0,98% в период с 2013 по 2016 год, наибольшее снижение (на 87,4%) произошло среди осложнений, связанных с имплантатами, и на 33,9% — уменьшение частоты развития впервые выявленных неврологических патологий в послеоперационном периоде.

Неврологические осложнения, как наиболее значимые и приводящие к резкому ухудшению качества жизни, требуют отдельного обсуждения. В их число входит большой спектр расстройств: от транзиторной позиционной нейропатии из-за нахождения в позе на животе с отведенными верхними конечностями до необратимого неврологического дефицита в результате повреждения спинного мозга [12]. В специальном докладе SRS, посвященном частоте неврологических осложнений в хирургии сколиоза, опубликованы данные о неврологических осложнениях. Последние встречались у 86 из 11 741 пациентов, оперированных по поводу ЮИС. Общая частота таких осложнений составила 0,73%, из них 0,43% относились к ранениям спинного мозга, а 0,31% — к ранениям корешков [13]. При этом в 4,7% случаев неврологический дефицит был невосстановим, частично восстановим в 46,8% случаев и полностью восстановился у 47,1% детей, получивших различные неврологические осложнения. Авторы настоятельно рекомендуют использование интраоперационного нейромониторинга всем хирургам, даже имеющим большой опыт в установке транспедикулярных конструкций, так как повреждение спинного мозга и его корешков может быть не только прямым в результате неправильно

установленного винта, но и ишемическим из-за интраоперационной гипотонии, а также в результате перерастяжения спинного мозга и корешков после коррекционного маневра [12].

Одно из отдаленных осложнений, требующих хирургического вмешательства, — отдаленная глубокая инфекция. В литературе существует множество указаний на сроки после оперативного вмешательства, когда инфекция может считаться отдаленной, но большинство авторов определяют этот срок в 12 мес [14–17].

Ранее считалось, что происходит коррозия металла и фреттинг — высвобождение микрочастиц в результате микротрения элементов конструкции в месте фиксации, — который в свою очередь ведет к асептическому воспалению и формированию грануляций. Однако позже была доказана роль определенных микроорганизмов в этиологии поздних инфекций: *Propionibacterium acne*, *Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus* и др. [17, 18].

Отмечается достоверно более высокая частота возникновения отдаленных инфекций при применении конструкций из нержавеющей стали (4,56%), чем из сплавов титана (1,33%) [17]. Комплексное лечение при глубокой инфекции в месте установки конструкции состоит из вскрытия инфицированной полости и тщательного ее дренирования, а также в применении стандартной схемы антибиотикотерапии, используемой при инфицировании конструкций — посев + внутривенная антибиотикотерапия в течение 2 дней с последующей коррекцией терапии и переходом на пероральную антибиотикотерапию в течение 4 нед. [18, 19]. Однако очень часто лечение по вышеописанной схеме дает лишь временный эффект, после чего происходит рецидив инфекции, который, по мнению многих авторов [16, 18, 19], связан с формированием бактериями гликокаликсной биопленки, мешающей воздействию антибиотиков на колонию, расположенную непосредственно на металлоконструкции. Данный факт позже был подтвержден исследованием биопленок бактерий *S. aureus* и *S. epidermidis* на кроликах с использованием различных сплавов металлов: бактерии образовывали пленки в значительно большем количестве на нержавеющей стали по сравнению с титановым сплавом [20]. Единственным возможным вариантом в данной ситуации стал полный демонтаж конструкции [17], так как при ее сохранении шансы рецидива инфекции составляют примерно 50%, что было показано в исследовании С. Но и соавт. [21], которые также сообщили, что в 47% случаев был высеян коагулазонегативный стафилококк. Знание этого факта позволяет назначать этиотропную эмпирическую терапию с большой эффективностью.

Среди угрожающих жизни осложнений отдельно следует упомянуть синдром верхней брыжеечной артерии, возникающий, по разным данным, с частотой от 1 до 7,6% [22–26]. Смертность от синдрома верхней брыжеечной артерии может составлять до 33% [27]. Синдром возникает преимущественно у детей с индексом массы

тела ниже 20, астеников. Значительно чаще данное осложнение связано с удлинением продольного размера позвоночного столба в результате оперативной коррекции сколиоза [26]. Патогенез заключается в сдавлении нижней горизонтальной части двенадцатиперстной кишки в аортomezентериальном пинцете. Это происходит в результате малого угла отхождения верхней брыжеечной артерии от аорты (в норме от 38 до 65°), который, в свою очередь, зависит от объема жировой подушки верхней брыжеечной артерии [28]. Синдром клинически представлен рвотой, иногда с примесью желчи, тошнотой, запором, анорексией и абдоминальными болями, имеющими характер колик. Рентгенологически при исследовании с барием можно отметить дуоденальную непроходимость, а «золотым стандартом» диагностики считается ангиография [29]. Синдром верхней брыжеечной артерии можно вести консервативно, проводя декомпрессию желудка, коррекцию водно-электролитного баланса путем внутривенных инфузий, осуществляя адекватное питание внутривенно или энтерально [30].

Крайне мало исследований посвящено тактике послеоперационного наблюдения пациентов после операций на позвоночнике по поводу ЮИС. В настоящее время большинство авторов наблюдают пациентов после коррекции деформации позвоночника в течение не менее 2 лет, однако четко обоснованные сроки наблюдения в литературе не указаны. Авторы одного из исследований проводили контроль за отдаленными результатами с помощью осмотров через 2 года и 5 лет после оперативного вмешательства [31]. Они утверждают, что проводить контрольные осмотры через 5 лет нецелесообразно, на основании отсутствия разницы между величиной послеоперационного угла Кобба основной деформации, измеренной соответственно через 2 года и 5 лет после операции. Не отмечалось также и разницы в общем самочувствии на основании опросников. У троих пациентов выявили отдаленные осложнения после коррекции, но все они обратились за медицинской помощью самостоятельно. У первого пациента появились боли в поясничной области (через 21 мес после оперативного вмешательства), у второго выявили глубокую раневую инфекцию с образованием свища, соединяющегося с позвоночником, она развилась спустя 24 мес, еще у одного — перелом стержня из титанового сплава без смещения. В исследовании Н.Н. Надирова и соавт. [32] указано, что пациентов после коррекции грудного идиопатического сколиоза необходимо наблюдать в течение 1–3 лет. Потеря коррекции в срок наблюдения составила 0–5%, стоит отметить, что все эти пациенты имели угол деформации от 100 до 114° по Коббу и ригидную грудную дугу искривления (мобильность 11%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проанализированных исследований можно сделать выводы, что за последнее 20-летие

частота послеоперационных осложнений при хирургической коррекции сколиотических деформаций значительно снизилась. Учитывая данные из различных работ, можно сделать вывод, что общий уровень осложнений уменьшился с 5,7% (2000–2003) до 4,95% (2004–2007) и затем еще до 0,98% (2013–2016). Наибольшее снижение (на 87,4%) произошло среди осложнений, связанных с имплантатами, и на 33,9% — уменьшение частоты развития впервые выявленных неврологических патологий в послеоперационном периоде [1, 6]. Можно также утверждать, что широкое применение транспедикулярных конструкций значительно снизило число осложнений.

Все послеоперационные осложнения можно разделить на 2 большие группы: общесоматические и неврологические. К основным неневрологическим относят: респираторные осложнения, развитие раневых инфекций, псевдоартроз, синдром верхней брыжеечной артерии. Частота респираторных осложнений составляла 0,9–1,42%, а частота развития раневой инфекции — 0,71%. Была доказана роль определенных микроорганизмов в этиологии поздних инфекций: *Propionibacterium acne*, *S. epidermidis*, *S. aureus* и др. В 47% случаев отдаленные глубокие инфекции вызываются коагулазонегативным стафилококком. Особые сложности при лечении пациентов с раневыми инфекциями обусловлены их частым рецидивированием, которое связано с формированием бактериями гликокаликсной биопленки, мешающей воздействию антибиотиков на колонию, расположенную непосредственно на металлоконструкции. Синдром верхней брыжеечной артерии, по разным источникам, встречается в 1–7,6% и обусловлен формированием аорто-мезентериального «пинцета». Смертность от синдрома верхней брыжеечной артерии может составлять до 33% [7, 8, 16–19, 21–26].

К неврологическим осложнениям относят большой спектр патологических состояний: от транзиторной позиционной нейропатии из-за нахождения в позе на животе с отведенными верхними конечностями до необратимого неврологического дефицита в результате повреждения спинного мозга [12].

Среди доказанных факторов риска осложнений отмечают следующие:

1) наличие сопутствующей почечной патологии у пациента, большой объем операционной кровопотери, значительное увеличение времени анестезии и операционного вмешательства [8];

2) применение конструкций из нержавеющей стали, при которых значительно возрастает риск глубокой раневой инфекции (4,56%), чем из сплавов титана (1,33%) [17];

3) применение переднего или комбинированного оперативного доступа, при которых риск развития осложнений вырастают до 10,0 и 19,8% соответственно, в то время как при заднем доступе осложнения возникают в 6,7% случаев [5];

4) значительное удлинение продольного размера позвоночного столба в результате оперативной коррекции

сколиоза, которое приводит к синдрому верхней брыжеечной артерии [26];

5) применение дистрактора Харрингтона — в таких случаях наиболее часто встречается псевдоартроз и инфекционные осложнения [2];

6) отказ от интраоперационного нейромониторинга при установке транспедикулярных конструкций, что может приводить к повреждениям спинного мозга и его корешков [12].

В качестве практических рекомендаций на основании настоящего обзора рекомендуется соблюдение всех технологических процессов установки конструкций, тщательное предоперационное планирование, индивидуальный подход к послеоперационному ведению и обязательное наблюдение детей, оперированных по поводу сколиотической деформации как минимум в течение 2 лет после операции.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: А.В. Семенов — планирование дизайна исследования, поиск литературы, отбор публикаций, анализ публикаций, статистическая обработка данных, описание результатов работы, формирование выводов, написание публикации; В.В. Коротеев, Н.И. Тарасов — участие в финальном консенсусе по отбору публикаций, формирование выводов, консультирование по оперативным методикам лечения заболевания; Д.Ю. Выборнов, В.М. Крестьяшин — планирование дизайна исследования, общее руководство над проведением исследования и написанием публикации, консультирование по оперативным методикам лечения, общая редакция публикации; П.А. Горелова, Н.А. Карлова — планирование дизайна исследования, поиск литературы, отбор публикаций, анализ публикаций, статистическая обработка данных, описание результатов работы, формирование выводов, написание публикации.

Author contribution. A.V. Semenov — research design planning, literature search, selection of publications, analysis of publications, statistical data processing, description of work results, drawing conclusions, writing a publication; V.V. Koroteev, N.I. Tarasov — participation in the final consensus on the selection of publications, drawing up conclusions, consulting on operational methods of treating the disease; D.Yu. Vybornov, V.M. Krestyashin — planning the design of the study, general guidance over the conduct of the study and writing the publication, consulting on surgical methods of treatment, general edition of the publication; P.A. Gorelova, N.A. Karlova — research design planning, literature search, selection of publications, analysis of publications, statistical data processing, description of work results, drawing conclusions, writing a publication. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation

of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Не указан.

Funding source. Not specified.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kwan K.Y.H., Koh H.Y., Blanke K.M., Cheung K.M.C. Complications following surgery for adolescent idiopathic scoliosis over a 13-year period // *Bone Joint J.* 2020. Vol. 102-B, N 4. P. 519–523. doi: 10.1302/0301-620X.102B4.BJJ-2019-1371.R1
2. Lykissas M.G., Jain V.V., Nathan S.T., et al. Mid- to long-term outcomes in adolescent idiopathic scoliosis after instrumented posterior spinal fusion: a meta-analysis // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013. Vol. 38, N 2. P. 113–119. doi: 10.1097/BRS.0b013e31827ae3d0
3. Vigneswaran H.T., Grabel Z.J., Ebersson C.P., et al. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis in the United States from 1997 to 2012: an analysis of 20, 346 patients // *J Neurosurg Pediatr.* 2015. Vol. 16, N 3. P. 322–328. doi: 10.3171/2015.3.PEDS14649
4. Sultan A.A., Berger R.J., Cantrell W.A., et al. Predictors of extended length of hospital stay in adolescent idiopathic scoliosis patients undergoing posterior segmental instrumented fusion: an analysis of 407 surgeries performed at a large academic center // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019. Vol. 44, N 10. P. 715–722. doi: 10.1097/BRS.0000000000002919
5. De la Garza Ramos R., Goodwin C.R., Abu-Bonsrah N., et al. Patient and operative factors associated with complications following adolescent idiopathic scoliosis surgery: an analysis of 36,335 patients from the Nationwide Inpatient Sample // *J Neurosurg Pediatr.* 2016. Vol. 18, N 6. P. 730–736. doi: 10.3171/2016.6.PEDS16200
6. Coe J.D., Arlet V., Donaldson W., et al. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the scoliosis research society morbidity and mortality committee // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006. Vol. 31, N 3. P. 345–349. doi: 10.1097/01.brs.0000197188.76369.13
7. Carreon L.Y., Puno R.M., Lenke L.G., et al. Non-neurologic complications following surgery for adolescent idiopathic scoliosis // *J Bone Joint Surg Am.* 2007. Vol. 89, N 11. P. 2427–2432. doi: 10.2106/JBJS.F.00995
8. Fu K.M., Smith J.S., Polly D.W., et al. Morbidity and mortality associated with spinal surgery in children: a review of the Scoliosis Research Society morbidity and mortality database // *J Neurosurg Pediatr.* 2011. Vol. 7, N 1. P. 37–41. doi: 10.3171/2010.10.PEDS10212
9. Виссарионов С.В., Мурашко В.В., Кокушин Д.Н., и др. Хирургическое лечение пациента с тяжелым идиопатическим кифосколиозом // *Детская хирургия.* 2014. Т. 18, № 5. С. 37–41.
10. Chan A., Parent E., Wong J., et al. Does image guidance decrease pedicle screw-related complications in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review update and meta-analysis // *Eur Spine J.* 2020. Vol. 29, N 4. P. 694–716. doi: 10.1007/s00586-019-06219-3
11. Виссарионов С.В., Дроздецкий А.П. Тактика хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации // *Травматология и ортопедия России.* 2010. № 2. С. 25–29.
12. Murphy R.F., Mooney J.F. 3rd. Complications following spine fusion for adolescent idiopathic scoliosis // *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2016. Vol. 9, N 4. P. 462–469. doi: 10.1007/s12178-016-9372-5
13. Hamilton D.K., Smith J.S., Sansur C.A., et al. Rates of new neurological deficit associated with spine surgery based on 108,419 procedures: a report of the scoliosis research society morbidity and mortality committee // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011. Vol. 36, N 15. P. 1218–1228. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ec5fd9
14. Heggeness M.H., Esses S.I., Errico T., Yuan H.A. Late infection of spinal instrumentation by hematogenous seeding // *Spine (Phila Pa 1976)*. 1993. Vol. 18, N 4. P. 492–496.
15. Richards B.S. Delayed infections following posterior spinal instrumentation for the treatment of idiopathic scoliosis // *J Bone Joint Surg Am.* 1995. Vol. 77, N 4. P. 524–529. doi: 10.2106/00004623-199504000-00004
16. Soultanis K., Mantelos G., Pagiatakis A., Soucacos P.N. Late infection in patients with scoliosis treated with spinal instrumentation // *Clin Orthop Relat Res.* 2003. N 411. P. 116–123. doi: 10.1097/01.blo.0000068357.47147.10
17. Di Silvestre M., Bakaloudis G., Lolli F., Giacomini S. Late-developing infection following posterior fusion for adolescent idiopathic scoliosis // *Eur Spine J.* 2011. Vol. 20 Suppl. 1. P. S121–127. doi: 10.1007/s00586-011-1754-1
18. Richards B.R., Emara K.M. Delayed infections after posterior TSRH spinal instrumentation for idiopathic scoliosis: revisited // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001. Vol. 26, N 18. P. 1990–1996. doi: 10.1097/00007632-200109150-00009
19. Clark C.E., Shufflebarger H.L. Late-developing infection in instrumented idiopathic scoliosis // *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999. Vol. 24, N 18. P. 1909–1912. doi: 10.1097/00007632-199909150-00008
20. Sheehan E., McKenna J., Mulhall K.J., et al. Adhesion of Staphylococcus to orthopaedic metals, an in vivo study // *J Orthop Res.* 2004. Vol. 22, N 1. P. 39–43. doi: 10.1016/S0736-0266(03)00152-9
21. Ho C., Skaggs D.L., Weiss J.M., Tolo V.T. Management of infection after instrumented posterior spine fusion in pediatric scoliosis // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007. Vol. 32, N 24. P. 2739–2744. doi: 10.1097/BRS.0b013e31815a5a86
22. Tsirikos A.I., Jeans L.A. Superior mesenteric artery syndrome in children and adolescents with spine deformities undergoing corrective surgery // *J Spinal Disord Tech.* 2005. Vol. 18, N 3. P. 263–271.
23. Hod-Feins R., Copeliovitch L., Abu-Kishk I., et al. Superior mesenteric artery syndrome after scoliosis repair surgery: a case study and reassessment of the syndrome's pathogenesis // *J Pediatr Orthop B.* 2007. Vol. 16, N 5. P. 345–349. doi: 10.1097/BPB.0b013e32826d1d9b
24. Zhu Z.Z., Qiu Y. Superior mesenteric artery syndrome following scoliosis surgery: its risk indicators and treatment strategy // *World J Gastroenterol.* 2005. Vol. 11, N 21. P. 3307–3310. doi: 10.3748/wjg.v11.i21.3307
25. Braun S.V., Hedden D.M., Howard A.W. Superior mesenteric artery syndrome following spinal deformity correc-

tion // *J Bone Joint Surg Am*. 2006. Vol. 88, N 10. P. 2252–2257. doi: 10.2106/JBJS.E.00348

26. Kim J.Y., Kim H.S., Moon E.S., et al. Incidence and risk factors associated with superior mesenteric artery syndrome following surgical correction of scoliosis // *Asian Spine J*. 2008. Vol. 2, N 1. P. 27–33. doi: 10.4184/asj.2008.2.1.27

27. Boseker E.H., Moe J.H., Winter R.B., Koop S.E. Determination of "normal" thoracic kyphosis: a roentgenographic study of 121 "normal" children // *J Pediatr Orthop*. 2000. Vol. 20, N 6. P. 796–798. doi: 10.1097/00004694-200011000-00019

28. Derrick J.R., Fadhli H.A. Surgical anatomy of the superior mesenteric artery // *Am Surg*. 1965. Vol. 31. P. 545–547.

29. Gustafsson L., Falk A., Lukes P.J., Gamklo R. Diagnosis and treatment of superior mesenteric artery syndrome // *Br J Surg*. 1984. Vol. 71, N 7. P. 499–501. doi: 10.1002/bjs.1800710706

REFERENCES

1. Kwan KYH, Koh HY, Blanke KM, Cheung KMC. Complications following surgery for adolescent idiopathic scoliosis over a 13-year period. *Bone Joint J*. 2020;102-B(4):519–523. doi: 10.1302/0301-620X.102B4.BJJ-2019-1371.R1

2. Lykissas MG, Jain VV, Nathan ST, et al. Mid- to long-term outcomes in adolescent idiopathic scoliosis after instrumented posterior spinal fusion: a meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(2):113–119. doi: 10.1097/BRS.0b013e31827ae3d0

3. Vigneswaran HT, Grabel ZJ, Ebersson CP, et al. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis in the United States from 1997 to 2012: an analysis of 20,346 patients. *J Neurosurg Pediatr*. 2015;16(3):322–328. doi: 10.3171/2015.3.PEDS14649

4. Sultan AA, Berger RJ, Cantrell WA, et al. Predictors of extended length of hospital stay in adolescent idiopathic scoliosis patients undergoing posterior segmental instrumented fusion: an analysis of 407 surgeries performed at a large academic center. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019;44(10):715–722. doi: 10.1097/BRS.0000000000002919

5. De la Garza Ramos R, Goodwin CR, Abu-Bonsrah N, et al. Patient and operative factors associated with complications following adolescent idiopathic scoliosis surgery: an analysis of 36,335 patients from the Nationwide Inpatient Sample. *J Neurosurg Pediatr*. 2016;18(6):730–736. doi: 10.3171/2016.6.PEDS16200

6. Coe JD, Arlet V, Donaldson W, et al. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the scoliosis research society morbidity and mortality committee. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(3):345–349. doi: 10.1097/01.brs.0000197188.76369.13

7. Carreon LY, Puno RM, Lenke LG, et al. Non-neurologic complications following surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(11):2427–2432. doi: 10.2106/JBJS.F.00995

8. Fu KM, Smith JS, Polly DW, et al. Morbidity and mortality associated with spinal surgery in children: a review of the Scoliosis Research Society morbidity and mortality database. *J Neurosurg Pediatr*. 2011;7(1):37–41. doi: 10.3171/2010.10.PEDS10212

9. Vissarionov SV, Murashko VV, Kokushkin DN, et al. Surgical treatment of a patient with severe idiopathic chest kyphoscoliosis. *Detskaya khirurgiya*. 2014;18(5):37–41. (In Russ).

10. Chan A, Parent E, Wong J, et al. Does image guidance decrease pedicle screw-related complications in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review

30. Lam D.J., Lee J.Z., Chua J.H., et al. Superior mesenteric artery syndrome following surgery for adolescent idiopathic scoliosis // *J Pediatr Orthop B*. 2014. Vol. 23, N 4. P. 312–318. doi: 10.1097/BPB.0000000000000050

31. Mac-Thiong J.M., Remondino R., Joncas J., et al. Long-term follow-up after surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis using high-density pedicle screw constructs: is 5-year routine visit required? // *Eur Spine J*. 2019. Vol. 28, N 6. P. 1296–1300. doi: 10.1007/s00586-019-05887-5

32. Нади́ров Н.Н., Беля́нчиков С.М., Коку́шин Д.Н., Мурашко В.В. Хирургическая коррекция деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с применением современных технологий // *Детская хирургия*. 2016. Т. 20, № 6. С. 287–291. doi: 10.18821/1560-9510-2016-20-6-287-291

update and meta-analysis. *Eur Spine J*. 2020;29(4):694–716. doi: 10.1007/s00586-019-06219-3

11. Vissarionov SV, Drozdetsky AP. Tactic in surgical treatment of thoracic idiopathic scoliosis in children. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2010;(2):25–29. (In Russ).

12. Murphy RF, Mooney JF 3rd. Complications following spine fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2016;9(4):462–469. doi: 10.1007/s12178-016-9372-5

13. Hamilton DK, Smith JS, Sansur CA, et al. Rates of new neurological deficit associated with spine surgery based on 108,419 procedures: a report of the scoliosis research society morbidity and mortality committee. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(15):1218–1228. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ec5fd9

14. Heggeness MH, Esses SI, Errico T, Yuan HA. Late infection of spinal instrumentation by hematogenous seeding. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1993;18(4):492–496.

15. Richards BS. Delayed infections following posterior spinal instrumentation for the treatment of idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77(4):524–529. doi: 10.2106/00004623-199504000-00004

16. Soultanis K, Mantelos G, Pagiatakis A, Soucacos PN. Late infection in patients with scoliosis treated with spinal instrumentation. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(411):116–123. doi: 10.1097/01.blo.0000068357.47147.10

17. Di Silvestre M, Bakaloudis G, Lolli F, Giacomini S. Late-developing infection following posterior fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2011;20 Suppl. 1:S121–127. doi: 10.1007/s00586-011-1754-1

18. Richards BR, Emara KM. Delayed infections after posterior TSRH spinal instrumentation for idiopathic scoliosis: revisited. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(18):1990–1996. doi: 10.1097/00007632-200109150-00009

19. Clark CE, Shufflebarger HL. Late-developing infection in instrumented idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999;24(18):1909–1912. doi: 10.1097/00007632-199909150-00008

20. Sheehan E, McKenna J, Mulhall KJ, et al. Adhesion of Staphylococcus to orthopaedic metals, an in vivo study. *J Orthop Res*. 2004;22(1):39–43. doi: 10.1016/S0736-0266(03)00152-9

21. Ho C, Skaggs DL, Weiss JM, Tolo VT. Management of infection after instrumented posterior spine fusion in pediatric scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(24):2739–2744. doi: 10.1097/BRS.0b013e31815a5a86

22. Tsirikos AI, Jeans LA. Superior mesenteric artery syndrome in children and adolescents with spine deformities undergoing corrective surgery. *J Spinal Disord Tech.* 2005;18(3):263–271.
23. Hod-Feins R, Copeliiovitch L, Abu-Kishk I, et al. Superior mesenteric artery syndrome after scoliosis repair surgery: a case study and reassessment of the syndrome's pathogenesis. *J Pediatr Orthop B.* 2007;16(5):345–349. doi: 10.1097/BPB.0b013e32826d1d9b
24. Zhu ZZ, Qiu Y. Superior mesenteric artery syndrome following scoliosis surgery: its risk indicators and treatment strategy. *World J Gastroenterol.* 2005;11(21):3307–3310. doi: 10.3748/wjg.v11.i21.3307
25. Braun SV, Hedden DM, Howard AW. Superior mesenteric artery syndrome following spinal deformity correction. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(10):2252–2257. doi: 10.2106/JBJS.E.00348
26. Kim JY, Kim HS, Moon ES, et al. Incidence and risk factors associated with superior mesenteric artery syndrome following surgical correction of scoliosis. *Asian Spine J.* 2008;2(1):27–33. doi: 10.4184/asj.2008.2.1.27
27. Boseker EH, Moe JH, Winter RB, Koop SE. Determination of "normal" thoracic kyphosis: a roentgenographic study of 121 "normal" children. *J Pediatr Orthop.* 2000;20(6):796–798. doi: 10.1097/00004694-200011000-00019
28. Derrick JR, Fadhli HA. Surgical anatomy of the superior mesenteric artery. *Am Surg.* 1965;31:545–547.
29. Gustafsson L, Falk A, Lukes PJ, Gamklou R. Diagnosis and treatment of superior mesenteric artery syndrome. *Br J Surg.* 1984;71(7):499–501. doi: 10.1002/bjs.1800710706
30. Lam DJ, Lee JZ, Chua JH, et al. Superior mesenteric artery syndrome following surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop B.* 2014;23(4):312–318. doi: 10.1097/BPB.0000000000000050
31. Mac-Thiong JM, Remondino R, Joncas J, et al. Long-term follow-up after surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis using high-density pedicle screw constructs: is 5-year routine visit required? *Eur Spine J.* 2019;28(6):1296–1300. doi: 10.1007/s00586-019-05887-5
32. Nadirov NN, Belyanchikov SM, Kokushin DN, Murashko VV. Surgical correction of spinal deformity in children with idiopathic scoliosis of chest localization using modern technologies. *Detskaya khirurgiya.* 2016;20(6):287–291. (In Russ). doi: 10.18821/1560-9510-2016-20-6-287-291

ОБ АВТОРАХ

***Андрей Всеволодович Семенов**, аспирант,
врач – травматолог-ортопед; адрес: Россия, Москва,
117997, ул. Островитянова, 1, 117997
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6858-4127>;
e-mail: dru4elos@gmail.com.

Владимир Викторович Коротеев, канд. мед. наук,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4502-1465>;
e-mail: 9263889457@mail.ru.

Владимир Михайлович Крестьяшин, д-р мед. наук,
профессор, врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3118-9566>;
eLibrary SPIN: 8845-9946; e-mail: dgkb13@gmail.com.

Дмитрий Юрьевич Выборнов, д-р мед. наук, профессор,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8785-7725>;
eLibrary SPIN: 2660-5048; e-mail: dgkb13@gmail.com.

Николай Иванович Тарасов, канд. мед. наук,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9303-2372>;
eLibrary SPIN: 5934-3400; e-mail: dru4elos@gmail.com.

Полина Александровна Горелова, клинический ординатор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0354-2123>.

Наталья Артемовна Карлова, клинический ординатор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5917-2024>.

AUTHORS INFO

***Andrey V. Semenov**, postgraduate student,
traumatologist-orthopedist;
address: 1 Ostrovitianova str., 117997, Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6858-4127>;
e-mail: dru4elos@gmail.com.

Vladimir V. Koroteev, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4502-1465>;
e-mail: 9263889457@mail.ru.

Vladimir M. Krestyashin, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), professor,
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3118-9566>;
eLibrary SPIN: 8845-9946; e-mail: dgkb13@gmail.com.

Dmitry Yu. Vybornov, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), professor,
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8785-7725>;
eLibrary SPIN: 2660-5048; e-mail: dgkb13@gmail.com.

Nikolay I. Tarasov, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9303-2372>;
eLibrary SPIN: 5934-3400; e-mail: dru4elos@gmail.com.

Polina A. Gorelova, resident;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0354-2123>.

Natalya A. Karlova, resident;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5917-2024>.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto76056>

Современные тенденции и перспективы тотальной артропластики локтевого сустава (обзор литературы)

Г.А. Кесян*, И.Г. Арсеньев, Р.З. Уразгильдеев, Г.С. Карапетян, А.Н. Левин,
О.Г. Кесян, А.А. Шуйский

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

В статье представлен анализ зарубежной и отечественной литературы по вопросам тотального эндопротезирования локтевого сустава, а также ревизионной артропластики. Обзор литературы проводился на базе интернет-платформ PubMed, Google Scholar, Science Research Portal, eLibrary, CyberLeninka, rsl.ru. Были определены основные направления в исследовательских работах: показания к эндопротезированию локтевого сустава, дизайн импланта, осложнения и ревизионная хирургия. Проблема эндопротезирования локтевого сустава остается актуальной для современной травматологии и ортопедии из-за большого числа осложнений и неудовлетворительных результатов как первичной, так и ревизионной артропластик. На основе анализа литературы сделаны выводы: необходимы отказ от полностью связанных, жестких систем из-за высокой частоты асептического расшатывания; дальнейшие исследования в направлении дизайна импланта; совершенствование техники операции; определение строгих показаний к эндопротезированию локтевого сустава в зависимости от патологии, возраста пациента и его физической активности; определение показаний к использованию различных типов эндопротезов в зависимости от нозологии; совершенствование техники и разработка новых способов ревизионной артропластики локтевого сустава.

Ключевые слова: локтевой сустав; артропластика локтевого сустава; эндопротезирование локтевого сустава.

Как цитировать:

Кесян Г.А., Арсеньев И.Г., Уразгильдеев Р.З., Карапетян Г.С., Левин А.Н., Кесян О.Г., Шуйский А.А. Современные тенденции и перспективы тотальной артропластики локтевого сустава (обзор литературы) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 3. С. 75–92. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto76056>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto76056>

Current trends and prospects for total elbow arthroplasty (literature review)

Gurgen A. Kesyan, Igor G. Arsen'ev*, Rashid Z. Urazgil'deev, Grigoriy S. Karapetyan, Andrey N. Levin, Ovsep G. Kesyan, Artem A. Shuyskiy

N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

ABSTRACT

The article presents an analysis of foreign and domestic literature on total elbow arthroplasty, as well as revision arthroplasty. The literature review was carried out on the Internet platforms PubMed, Google Scholar, Science Research Portal, eLibrary, CyberLeninka, rsl.ru. The main directions in research work were determined: indications for endoprosthetics of the elbow joint, implant design, complications and revision surgery. The problem of elbow arthroplasty remains relevant for modern traumatology and orthopedics due to the large number of complications and unsatisfactory results of both primary and revision arthroplasty. Based on the analysis of the literature, the following conclusions were drawn: the rejection of fully connected, rigid systems due to the high frequency of aseptic loosening, the need for further research in the direction of implant design, improvement of the operation technique, determination of strict indications for elbow arthroplasty depending on the pathology, age of the patient and his physical activity, determination of indications for the use of various types of endoprostheses depending on nosology, improvement of technology and development of new methods of revision arthroplasty of the elbow joint.

Keywords: elbow joint; elbow arthroplasty; elbow replacement.

To cite this article:

Kesyan GA, Arsen'ev IG, Urazgil'deev RZ, Karapetyan GS, Levin AN, Kesyan OG, Shuyskiy AA. Current trends and prospects for total elbow arthroplasty (literature review). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(3):75–92. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto76056>

Received: 15.07.2021

Accepted: 26.11.2021

Published: 23.12.2021

ВВЕДЕНИЕ

Проблема эндопротезирования локтевого сустава остается актуальной для современной травматологии и ортопедии. Сегодня это относительно необычная хирургическая операция, проводимая в избранных случаях инвалидизирующих заболеваний, травм и последствий повреждений локтевого сустава. Хотя в некоторых случаях эндопротезирование — единственный вариант восстановления потерянной функции, важно понимать, что эта хирургическая процедура связана с относительно большим количеством осложнений и неудач, которые зачастую чрезвычайно сложно исправить [1, 2].

Так как количество выполняемых операций в мире относительно невелико по сравнению с тотальной артропластикой тазобедренного или коленного суставов, сложно выявить значимые тенденции без большого количества пациентов и на достаточно длительных сроках наблюдения [3, 4].

Цель данного обзора — на основе анализа зарубежной и отечественной литературы определить основные направления в исследовательских работах, раскрыть проблемы и перспективы развития в области тотальной артропластики локтевого сустава.

МЕТОДЫ ПОИСКА ЛИТЕРАТУРЫ

Обзор иностранной литературы проводился на базе интернет-платформ PubMed, Google Scholar, Science Research Portal по ключевым словам «elbow», «elbow arthroplasty», «elbow replacement» (локоть, артропластика локтевого сустава, замена локтевого сустава). В общей сложности просмотрено 456 статей, соответствующих критериям отбора по данной тематике. По нашему мнению, основной интерес представляют мировые тенденции за последние 20–25 лет, поэтому были исключены большинство обзорных публикаций до 1995 года, статьи, имеющие только исторический интерес, клинические случаи и работы, посвященные эндопротезированию при опухолевых заболеваниях. При отборе литературы мы столкнулись с той же проблемой, на которую указывал I. Voloshin (2011): отсутствием крупных высококачественных рандомизированных клинических исследований, уровень доказательности большинства публикаций, состоящих из ретроспективных серий случаев, всего лишь IV [5].

Анализ иностранной литературы проведен на основе 88 статей. Оценка основных тенденций в артропластике локтевого сустава проводилась по данным регистров эндопротезов Австралии, Новой Зеландии, Великобритании, Норвегии, Испании, США, Германии, Шотландии, Финляндии, Швеции, а также статей, опубликованных с 1995 по 2021 год. Некоторые важные аспекты (такие как динамика, частота и структура осложнений) прослежены за более длительный период на основе публикаций с 1983 года.

Поиск русскоязычных публикаций проводился на базе интернет-платформ eLibrary, CyberLeninka, rsl.ru по ключевым словам «локоть», «артропластика локтевого сустава», «эндопротезирование локтевого сустава», а также архивов научных периодических изданий за последние 25 лет. Найдено 76 публикаций, соответствующих критериям поиска. Были исключены патенты, медицинские технологии, тезисы и авторефераты диссертационных работ, анализ русскоязычной литературы проведен на основе 9 источников.

Были определены основные направления в исследовательских работах:

- 1) показания к эндопротезированию локтевого сустава;
- 2) дизайн импланта;
- 3) осложнения;
- 4) ревизионная артропластика.

Уровень доказательности большинства работ III–IV, в единичных публикациях — II.

ПОКАЗАНИЯ К ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЮ ЛОКТЕВОГО СУСТАВА

В целом статистика показывает рост числа первичных артропластик локтевого сустава во всем мире [3, 6–9]. Некоторые авторы отмечают тот факт, что если в конце XX и самом начале XXI века отмечен бурный рост, то за последние 5 лет количество эндопротезирований локтевого сустава, выполняемых в год, практически неизменно во многих странах [10]. В некоторых регионах (Шотландия) отмечено даже незначительное снижение общего числа артропластик [11].

С другой стороны, именно в последние 15–20 лет отмечается отчетливая тенденция к изменению основных показаний к эндопротезированию от ревматоидного артрита (РА) к острой травме и последствиям травм локтевого сустава [3, 7, 8, 12, 13]. А.А. Macken et al. на основании регистров эндопротезов локтевого сустава Австралии, Нидерландов, Новой Зеландии, Норвегии, Великобритании и Швеции, указывают, что при сравнении периодов 2000–2009 и 2010–2017 годов было выполнено меньше артропластик при РА (61 против 46%) и больше эндопротезирований, выполняемых по поводу острого перелома (23 против 38%) и первичного остеоартрита (5 против 8%) [3]. По мнению многих исследователей, уменьшение количества эндопротезирований локтевого сустава при РА может отражать успехи в консервативном лечении и прогресс органосохраняющих хирургических методов. Снижение общего количества артропластик в некоторых регионах (Шотландия) связано в первую очередь именно с этим [6, 8, 11].

По общемировой статистике в настоящее время как показания к артропластике лидируют воспалительные артропатии (44%). Затем идут переломы дистального отдела плечевой кости (28%), первичный остеоартроз (17%), посттравматический артроз (9%) и прочие (2%) [3, 7, 11, 14–16].

При сравнении географических регионов оказалось, что Скандинавские страны сообщают об уменьшении числа артропластик локтевого сустава по поводу РА, а страны Океании (Австралия, Новая Зеландия) наоборот, некоторое увеличение показаний к эндопротезированию при ревматоидном артрите [3].

По данным отечественной научной литературы прослеживается аналогичная тенденция [17–19]. Так, по данным ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» с 1999 по 2016 год на долю первичных артропластик локтевого сустава при посттравматическом артрозе приходилось 32,5% случаев, а при РА — лишь 14,7%, идиопатическом артрозе — 3,4%, острой травме — 2,5%. Обращает на себя внимание большое число больных с посттравматическими изменениями в локтевом суставе, которым выполнена тотальная артропластика — анкилозы, ложные суставы мышелка плечевой кости (в общей сложности 27,1%) [20]. По данным ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» доля пациентов с РА, перенесших эндопротезирование локтевого сустава, не превышает 13,1%, лидируют острые переломы (47,4%) и последствия травм в виде ложных суставов дистального суставного конца плечевой кости, застарелых вывихов и переломовывихов (25,4%) [21].

Дизайн эндопротезов локтевого сустава

Локтевой сустав считается гомологичным коленному, поэтому с конца 60-х годов XX века одноосные шарнирные конструкции применялись в хирургии как локтевого, так и коленного суставов (Dee elbow, Walldius knee). Большое количество осложнений и неудач достаточно быстро привело к тому, что в начале 1970-х годов были созданы мышелковые конструкции коленных эндопротезов, которые более точно повторяют биомеханику движений и используются в настоящее время [22]. Развитие тотальной артропластики локтевого сустава, совершенствование

технологий и дизайна имплантов проходило по двум основным направлениям: связанные и несвязанные системы. Простые системы с жесткой фиксацией шарнира показали неудовлетворительные результаты даже в ближайшие сроки (более 50%), поэтому были заменены на полусвязанные эндопротезы с возможностью варусного и вальгусного отклонения локтевого компонента. Параллельно с этим разрабатывались полностью несвязанные импланты, не имеющие механической связи между плечевым и локтевым компонентами и, по мнению авторов, более точно воспроизводящие биомеханику сустава [23, 24]. В более поздних поколениях несвязанного эндопротеза разработан дополнительный радиальный компонент с целью улучшить стабильность за счет уравновешивания сил между плечевой, локтевой и лучевой костями и таким образом воспроизвести нормальное анатомическое строение локтевого сустава [25]. Попытки объединить положительные качества этих типов эндопротезов привели к появлению трансформируемых и модульных систем, в которых хирург может решить во время операции использовать связанный или несвязанный тип, либо выполнить гемиартропластику [26, 27].

К настоящему времени все используемые в мире эндопротезы локтевого сустава, можно разделить на 4 типа (рисунок):

- 1) связанные системы с полужесткой фиксацией шарнира;
- 2) несвязанные системы;
- 3) конвертируемые эндопротезы;
- 4) модульные системы.

C. Welsink et al. сообщают о 19 конкретных конструкциях эндопротезов, описанных в современной научной литературе [28]. Нами найдено 17 используемых систем с достаточным числом наблюдений, особенно на отдаленных сроках (табл. 1).

Таблица 1. Эндопротезы локтевого сустава

Table 1. Elbow joint endoprosthesis

Системы			
Связанные	Несвязанные	Конвертируемые	Модульные
1. Coonrad-Morrey (Zimmer-Biomet)	1. Souter-Strathclyde (Stryker)**	1. Latitude (Tornier)	1. MNSK system (Kyocera, Kyoto, Japan)
2. GSB III (Gschwend-Scheier-Bahler)	2. Kudo (type 5) (Zimmer-Biomet)	2. Acclaim (DePuy-Synthes)	2. K-NOW total elbow system (Teijin Nakashima Medical Co., Ltd., Okayama, Japan)
3. Discovery (Lima Corporate-Orthopaedic Emotion)	3. Sorbie-Questor (Wright Medical Technology)		
4. Norway (Implantcast)	4. iBP (Biomet, Bridgend, UK)		
5. Nexel (Zimmer)	5. NESimplavit (Implantcast)		
6. PROSNAP (Kyocera Medical, Osaka, Japan)			
7. ЭСИ (Россия)*			
8. Арете (Россия)			

Примечание. * полностью связанный эндопротез с жесткой фиксацией шарнира; ** изначально несвязанный эндопротез, который рядом авторов используется для гемиартропластики как модульную систему.

Note. * fully connected endoprosthesis with rigid fixation of the hinge; ** initially unrelated endoprosthesis, which a number of authors uses for hemiarthroplasty as a modular system.

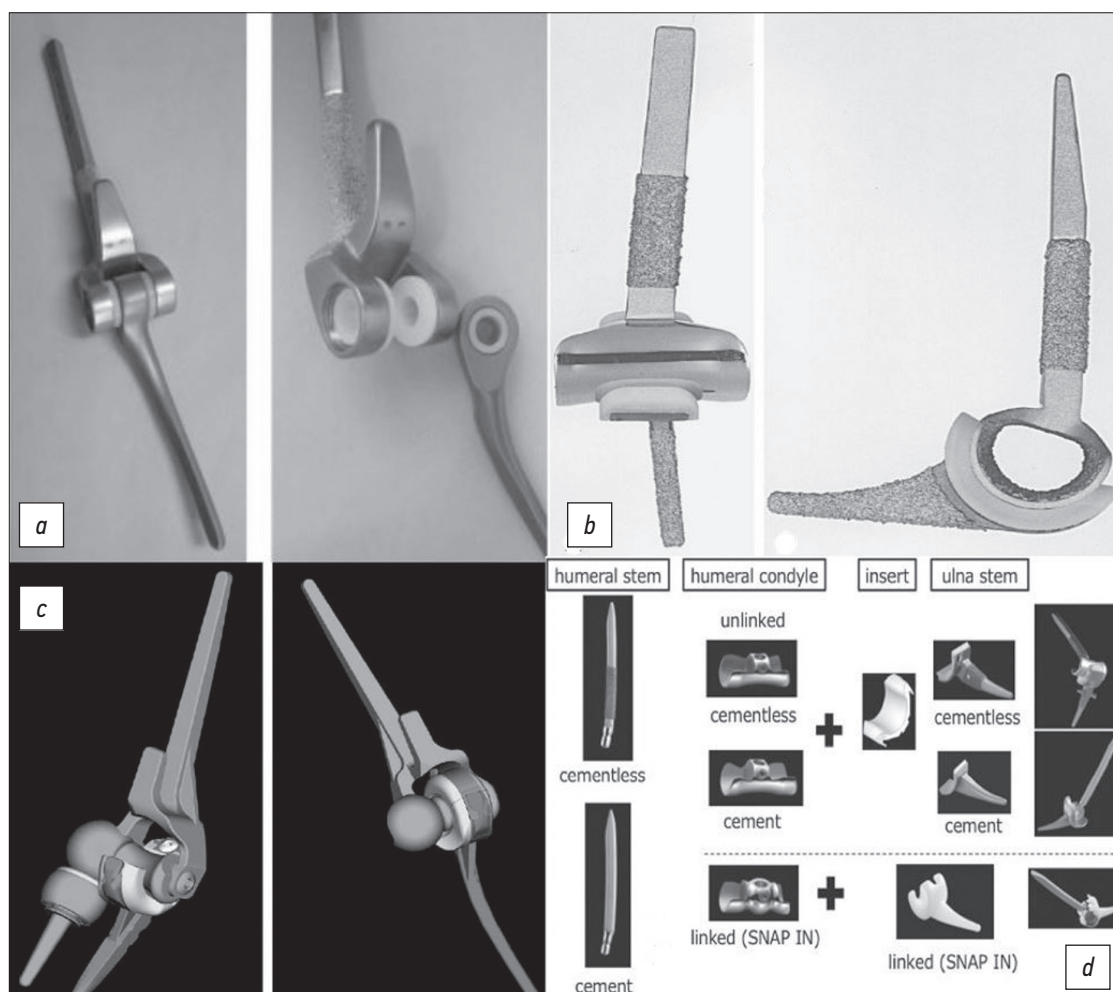


Рисунок. Типы эндопротезов локтевого сустава. *a* — связанный эндопротез Coonrad-Morrey (Zimmer-Biomet); *b* — несвязанный эндопротез Kudo-5 (Zimmer-Biomet); *c* — конвертируемый эндопротез Latitude (Tornier); *d* — модульная система K-NOW total elbow system (Teijin Nakashima Medical Co., Ltd., Okayama, Japan)

Figure. Types of elbow joint endoprostheses. *a* — Coonrad-Morrey linked endoprosthesis (Zimmer-Biomet); *b* — unlinked endoprosthesis Kudo-5 (Zimmer-Biomet); *c* — Latitude (Tornier) convertible endoprosthesis; *d* — modular system K-NOW total elbow system (Teijin Nakashima Medical Co., Ltd., Okayama, Japan)

По статистике, связанные эндопротезы более распространены в США, странах Центральной Европы, в России, тогда как несвязанные системы чаще используются в Великобритании, странах Океании и Азии. Кроме того, в Европе и США больше распространена тотальная замена локтя, в Австралии несколько преобладает гемиартропластика [3, 29].

СТАТИСТИКА ОСЛОЖНЕНИЙ

Анализ зарубежной и отечественной литературы указывает с одной стороны, на достаточно большое количество осложнений после эндопротезирования локтевого сустава, с другой — значительный разброс в показателях неудовлетворительных результатов у разных авторов (табл. 2). I. Voloshin et al. (2011) на основе 64 публикаций за 1993–2009 годы определили общую частоту осложнений — порядка $24,3 \pm 5,8\%$ [5]. A. Prkic et al. (2017) в систематическом обзоре изучили 9308 первичных тотальных

артропластик локтевого сустава, из числа которых впоследствии было выполнено 1253 ревизии (13,5%) [14]. Схожие данные присутствуют и в отечественной литературе [17, 30–32].

Представленные в таблице данные свидетельствуют о значительной неоднородности в показателях частоты осложнений. Дело в том, что большинство авторов включают в их число только те нежелательные явления, которые привели к повторному оперативному вмешательству на ранее протезированном суставе (ревизии). Если определить осложнение как вообще любое нежелательное явление, отрицательно повлиявшее на исход операции, то число окажется значительно выше. Кроме того, один и тот же пациент может иметь более одного осложнения [42].

Средние показатели выживаемости эндопротезов локтевого сустава выглядят так: 92% — в течение первых 5 лет, 84% — через 10 лет, 71% — 15 лет и 61% — 20 лет. Прослеживается тенденция к снижению в среднем на 10% за каждые 5 лет [13, 41, 44].

Таблица 2. Осложнения (общее количество)

Table 2. Complications (total score)

Исследования	Год публикации	Доля осложнений, %
M. Ikavalko et al. [33]	2002	16,5
J.C. Van der Lugt et al. [34]	2004	23,5
C.P. Little et al. [35]	2005	13
В.М. Прохоренко и др. [32]	2009	11,0
I. Voloshin et al. [5]	2011	24,3
А.Б. Слободской и др. [36]	2012	13,1
D.M. Gay et al. [6]	2012	12,0
S.E. Park et al. [37]	2013	44,0
A.J. Lovy et al. [38]	2016	12,0
A. Prkic et al. [14]	2017	13,5
D. Perretta et al. [39]	2017	41,0
Г.А. Кесян и др. [17]	2017	29,0
C.A. Kwong et al. [40]	2017	24,0
J. Viveen et al. [10]	2018	11,5
Y. Krukhaug et al. [41]	2018	18,9
P. Parker et al. [42]	2019	38,7
M.S. Davey et al. [43]	2021	16,3

СТРУКТУРА ОСЛОЖНЕНИЙ

Среди основных причин, неизбежно приводящих к ревизионной операции на протезированном локтевом суставе, выделяют асептическое расшатывание, инфекцию, перипротезные переломы, износ и разрушение компонентов эндопротеза. Среди других осложнений, непосредственно влияющих на результат оперативного лечения, но не всегда требующих повторного вмешательства, можно отметить гетеротопическую оссификацию, дисфункцию разгибательного аппарата и невропатию локтевого нерва. По мнению большинства авторов, самая распространенная причина повторных операций — это инфекция и асептическое расшатывание, причем единого мнения в статистике нет. D.A. DeBernardis et al., изучая непосредственно ревизионную хирургию локтевого сустава, говорят, что в 43,5% причиной повторной операции была глубокая инфекция эндопротеза, в 37% — асептическое расшатывание, в 13% — перипротезные переломы и в 6,5% — износ компонентов конструкции [45]. A. Prkic et al. в 38% отметили расшатывание, затем следовали глубокая инфекция — 19% и перипротезные переломы — 12% [14]. J. Somerson et al. среди всех осложнений

в 23% выявили износ и разобщение компонентов, асептическое расшатывание — в 22% и инфекцию — в 16% случаев [46].

Структура осложнений относительно первичных артропластик представлена в табл. 3.

Асептическое расшатывание. Как правило, понятие «нестабильность эндопротеза сустава», распространенное в отечественной литературе, означает потерю прочности соединения компонентов эндопротеза с костью. В иностранных публикациях под этим подразумевается несколько иное состояние, связанное с нестабильностью соединения в шарнире (вывихи, подвывихи и разобщение компонентов). Термин «расшатывание» или «разрыхление» (loosening), используемое в иностранной литературе для обозначения привычной нам «нестабильности», более предпочтителен применительно к эндопротезу локтевого сустава с его сложной биомеханикой.

Клинически значимое расшатывание наступает в среднем с частотой от 2 до 17%, а рентгенологически выявляется еще чаще [12, 17, 18, 35, 47]. I. Voloshin et al. на основе анализа результатов 2938 первичных эндопротезирований локтевого сустава выявили, что у связанных имплантов общее число асептического расшатывания компонентов достигает 13,7%, у несвязанных — 10,1% [5]. P. Parker et al. указывают на то, что показатели асептического расшатывания составляют более 10% в течение 5 лет после первичной артропластики независимо от имплантата или показаний к операции [42].

При эндопротезировании локтевого сустава происходит передача силы при сгибании и разгибании непосредственно с предплечья на плечевой компонент эндопротеза и диафиз плеча. Это приводит к снятию напряжения с мышелка плечевой кости и прогрессирующей резорбции костной ткани. Данная неанатомичная передача сил не только предрасполагает к расшатыванию ножек эндопротеза, но и увеличивает вероятность износа полиэтилена, механического повреждения компонентов или перипротезного перелома [48, 49]. К факторам риска развития асептического расшатывания относят также высокую физическую активность и молодой возраст пациента [18, 50].

Инфекция. Тяжелое осложнение, часто приводящее к потере эндопротеза. В первые годы развития артропластики локтевого сустава удаление имплантата без дальнейшей реконструкции было единственным вариантом

Таблица 3. Структура осложнений после эндопротезирования локтевого сустава

Table 3. Structure of complications after elbow arthroplasty

Исследования	Асептическое расшатывание, %	Гнойно-воспалительные осложнения, %	Перипротезные переломы, %	Разрушение компонентов, %	Несостоятельность разгибательного аппарата, %
I. Voloshin et al., 2011 [5]	11,9	3,3	2,6	2,9	2,4
Г.А. Кесян и др., 2017 [17]	10,5	13,0	—	—	5,2
А.Г. Алиев и др., 2019 [31]	9,8	6,0	—	2,3	—
P. Parker et al., 2019 [42]	12,4	3,2	1,3	2,7	0,8
M.S. Davey et al., 2021 [43]	12,9	3,3	—	4,2	—

Таблица 4. Инфекционные осложнения

Table 4. Infectious complications

Исследования	Год публикации	Доля осложнений, %
B.F. Morrey et al. [52]	1983	9,0
S.W. Wolfe et al. [53]	1990	7,3
M.D. Kasten et al. [54]	1993	11,7
K.A. Hildebrand et al. [55]	2000	7,7
K.Schmidt et al. [56]	2007	10,3
L.L. Shi et al. [47]	2007	8,1
F. Qureshi et al. [57]	2010	9,1
Y. Achermann et al. [58]	2011	7,5
P.J. Jenkins et al. [11]	2013	8,2
Г.А. Кесян и др. [17]	2017	13
A.C. Watts et al. [59]	2018	3,3
P. Parker et al. [42]	2019	3,2
А.Г. Алиев и др. [31]	2019	6,0
M.S. Davey et al. [43]	2021	3,3

лечения перипротезной инфекции. В настоящее время данная тактика рассматривается, только когда шансы избавиться от инфекции крайне низки, при катастрофической потере костной массы либо в случаях, когда пациент не заинтересован в многократных дополнительных хирургических вмешательствах [51].

Проблема инфекционных осложнений не теряет своей актуальности из-за отсутствия тенденции к снижению частоты возникновения (табл. 4). Высокими показателями инфицирования при эндопротезировании локтевого сустава по сравнению с протезами бедра (0,2–1,6%) и колена (<2%) могут быть по нескольким причинам. Во-первых, основным показанием для артропластики локтевого сустава является ревматический или посттравматический остеоартрит. Ревматические расстройства связаны с более высоким риском заражения в результате хронического воспалительного процесса и иммуносупрессивной терапии. Реконструктивные операции, как правило, предшествующие артропластике при посттравматическом остеоартрите, также связаны с более высоким риском инфекции. Эндопротезирование тазобедренного или коленного сустава проводится обычно при длительно существующем дегенеративном остеоартрозе, не приводящем к значимым системным изменениям. Во-вторых, подкожное размещение, недостаточное мышечное покрытие локтевого эндопротеза и отсутствие толстой фиброзной фасции подразумевают плохую защиту от кожной инфекции [12, 42, 58].

Y. Achermann et al. по срокам инфицирования после операции разделяют осложнения на ранние (до 3 мес) — 48% случаев, с задержкой до 24 мес — 11%, и поздние (свыше 24 мес) — 40%. Пути заражения — гематогенный (30%), периоперационный (59%) и контактный (11%). В 63% случаев инфицирования после эндопротезирования локтевого сустава основным показанием к артропластике был РА, остеоартроз — в 37%. При микробиологическом

исследовании в 41% выявлен *Staphylococcus aureus*, коагулазонегативный *staphylococcus* в 33%, в 7% — *Streptococcus agalactiae*, *Enterobacter cloacae* в 3,7%, *Corynebacterium pseudodiphtheriticum* — 3,7%. Полимикробное заражение выявлено в 7% случаев, и в 3,7% микроорганизм не был идентифицирован. Безрецидивная выживаемость имплантата составила 79% через 1 год и 65% — через 2 года после ревизии [58].

Однако, по данным других авторов, наиболее часто перипротезная инфекция ассоциирована со *Staphylococcus epidermidis* (более 62%). Ввиду выраженной способности к образованию биопленок высок риск рецидива [31, 42, 59–65].

Перипротезные переломы. Частота перипротезных переломов после тотального эндопротезирования локтевого сустава составляет в среднем от 5% до 29% [12, 66–68]. Обращает на себя внимание тот факт, что в большинстве случаев перипротезные переломы сочетаются с признаками асептического расшатывания. А.М. Foruria et al. сообщают о том, что в 78% случаев пациенты не могли точно вспомнить, когда возник перелом. Установить, что было первичным, перелом или расшатывание, не удалось [69]. По мнению многих авторов, возникновение перипротезного перелома происходит на фоне остеопороза и остеолита, вызванных микрочастицами изношенного полиэтилена и полиметилметакрилатного цемента. Немаловажным обстоятельством является и несоблюдение ортопедического режима [12, 18, 51, 69]. Дальнейшее асептическое расшатывание или новый перипротезный перелом встречаются у 20% пациентов, которым произведено ревизионное вмешательство [12, 66, 67].

Разобщение, разрушение компонентов эндопротеза. Разобщение компонентов эндопротеза встречается с общей частотой до 15%. При использовании несвязанных конструкций доля данного осложнения достигает 25% [18, 70].

Клинически значимый износ шарнира, требующий ревизии, происходит примерно в 1–6% случаев, в среднем через 7,9 года после первичного эндопротезирования [71, 72]. S.H. Goldberg et al. указывают на то, что у извлеченных по различным причинам эндопротезов признаки износа имелись во всех случаях. У пациентов в околоуставных мягких тканях встречались признаки металлоза и частицы полиэтилена [73].

G.S. Athwal, B.F. Morrey сообщили о разрушении плечевого компонента в 0,65% случаев в среднем через 8,2 года после имплантации и разрушении локтевого компонента в 1,2% случаев через 4,6 года после первичного эндопротезирования. Более высокая частота отмечена у больных с травмами локтевого сустава, в отличие от пациентов, которым произведено эндопротезирование по поводу РА (74% и 22% соответственно). Более чем в 90% случаев при этом была выявлена значительная потеря костной массы [12, 74]. В целом, результаты

хирургического лечения данного осложнения благоприятные при отсутствии других проблем.

Гетеротопическая оссификация. Локтевой сустав вообще склонен к гетеротопической оссификации (ГО) в ответ на любые внешние воздействия (травма, оперативное вмешательство и т. д.) [17]. В процессе заживления мезенхимальные клетки могут неправильно дифференцироваться в остеогенные клетки-предшественники, что приводит к образованию эктопической костной ткани [75]. Несмотря на многочисленные исследования, в которых сообщается о частоте возникновения гетеротопической оссификации после артропластики тазобедренного и коленного суставов, частота возникновения ГО после эндопротезирования локтя в литературе упоминается редко. E.Y. Liu et al. (2019) в систематическом обзоре сообщают об общей частоте возникновения ГО около 10%. При этом в большинстве случаев оссификация протекает бессимптомно, и очень немногим пациентам требуется хирургическое лечение (примерно 6% от общего числа выявленных случаев, что составляет около 0,6% первичных артропластик). Пациенты женского пола составили 73%, средний возраст больных — 62 года [76]. Y.M. Baghdadi et al., изучая исходы 723 артропластик локтевого сустава, обнаружили, что ГО чаще развивается у пациентов с ожирением (10 против 3% для больных без ожирения) [77].

T.J. Graham описывает классификацию ГО в области локтевого сустава: I стадия — субклиническая; IIa — ограничение сгибания и разгибания; IIb — ограничение пронации и супинации; IIc — ограничение движений в обеих плоскостях; и III — полный анкилоз локтевого сустава [78].

В качестве профилактического лечения для снижения риска возникновения ГО часто используются нестероидные противовоспалительные препараты и лучевая терапия. Однако эффективность этих методов требует дальнейшего изучения [76].

Дисфункция разгибательного аппарата. При эндопротезировании локтевого сустава трехглавая мышца плеча выполняет две важные функции. Во-первых, это адекватное разгибание предплечья. При нарушении этой функции пациенты с трудом могут поднять выпрямленную в локтевом суставе конечность, дотянуться до полки, открыть дверь, толкая ее перед собой, и т. д. Во-вторых, хват трехглавой мышцы вокруг импланта обеспечивает достаточно толстое мягкотканное покрытие, снижающее раневые осложнения и риск глубокой инфекции [58, 79, 80]. Общая частота недостаточности трицепса после тотальной артропластики локтевого сустава колеблется от 2 до 8% [12, 17]. Как правило, это неполные разрывы или функциональная недостаточность. Менее чем у 2% пациентов происходит полный разрыв трехглавой мышцы плеча [80, 81].

Другие осложнения. *Невропатия локтевого нерва.* Все методики имплантации эндопротеза локтевого сустава подразумевают выделение и транспозицию локтевого

нерва. Парестезия в зоне его иннервации в послеоперационном периоде встречается с частотой от 29 до 40%. Как правило, симптомы исчезают в течение 2–6 нед. после операции. Однако примерно в 11% случаев невропатия имеет стойкий характер. Прямое травматическое повреждение нерва либо термическое при цементировании встречаются редко, так как нерв обычно хорошо визуализируется [55, 82, 83].

При стойких явлениях невропатии были обнаружены невромы локтевого нерва, рубцовые деформации и перетяжки. Однако только примерно в 0,5% случаев требовался повторный невролиз [84]. В редких случаях необратимой потери функции нерва была необходима сухожильно-мышечная транспозиция [85].

Повреждение лучевого нерва. Встречается еще реже, как правило, это происходит при перфорации кортикального слоя плечевой ножкой эндопротеза, при удалении компонентов во время ревизии и выдавливании костного цемента в месте перипротезного перелома [12].

Тромбоэмболия легочной артерии. Редкое осложнение. S.F.M. Duncan на основе изучения результатов 1076 эндопротезирований локтевого сустава сообщает о распространенности явной тромбоэмболии легочной артерии — около 0,25% после первичных артропластик и 0,38% после ревизий [86].

Смертность. J. Sanchez-Sotelo et al. (2007) в своем исследовании определили уровень смертности в 0,62% в течение 90 дней после тотального эндопротезирования локтевого сустава вне зависимости от возраста и пола [87].

О ПРИЧИНАХ ОСЛОЖНЕНИЙ

Зависимость осложнений от нозологии. В отличие от тазобедренного или коленного суставов, существует крайняя неоднородность нозологических форм, служащих показанием к эндопротезированию локтевого сустава. Количество тех или иных осложнений значительно отличается в этих группах (табл. 5). D.M. Gay et al. указывают, что частота ревизий для групп травматического, воспалительного артрита и остеоартрита в течение 3 мес после первичной артропластики составляла 4,8; 8,3 и 14,7% соответственно [6]. А.Г. Алиев и др. сообщают, что суммарная частота осложнений у пациентов, которым выполнено эндопротезирование по поводу последствий травм, составила 23,8%. В группе воспалительных артропатий общая частота осложнений — 13,6% [31]. Наибольшее количество гнойно-воспалительных осложнений, которые привели к потере эндопротеза, встречалось у пациентов, оперированных по поводу тяжелого посттравматического артроза и дефектов дистального конца плечевой кости [17].

Зависимость частоты осложнений от дизайна эндопротеза. В настоящее время нет единого мнения о преимуществах той или иной системы эндопротезов (табл. 6). Теоретически несвязанные имплантаты должны быть более подвержены вывихам, а связанные

Таблица 5. Зависимость частоты осложнений от нозологической формы**Table 5.** Dependence of the frequency of complications on the nosology

Исследование	Ревматоидный артрит, %	Острая травма, %	Последствия травм, %	Остеоартрит, %
C.P. Little et al., 2005 [35]	10,0	3,0	10,0	–
I. Voloshin et al., 2011 [5]	24,3±5,8	21,5±9,2	37,5 ±9,2	–
D.M. Gay et al., 2012 [6]	8,3	–	4,8	14,7
D. Perretta et al., 2017 [39]	27,0	57,0	–	11,0
А.Г. Алиев и др., 2019 [31]	13,6	–	23,8	–
P. Parker et al., 2019 [42]*	37,8	32,3	–	131,7*
V. Samdanis et al., 2020 [8]	5,2	50,0	50,0	–

Примечание. * Авторы определяют осложнения как любое нежелательное явление. В результате, у одного пациента может быть два и более осложнения.

Note. * The authors define complications as any undesirable event. As a result, one patient may have two and more complications.

Таблица 6. Частоты осложнений в зависимости от дизайна эндопротеза**Table 6.** Frequency of complications depending on the design of the endoprosthesis

Исследования	Связанный дизайн, осложнения, %	Несвязанный дизайн, осложнения, %
C.P. Little et al., 2005 [90]	9,1	19,7
I. Voloshin et al., 2011 [5]	25,9±8,4	27,2±6,2
S.E. Park et al., 2013 [38]	30,6	62,9
A. Prkic et al., 2017 [14]	13,8	16,3
Y. Krukhaug et al., 2018 [41]	8,2	25,1
J.M. Kwak et al., 2019 [13]	19,1	26,5
A. Viswanath et al., 2020 [16]	5,0	14,8

имплантаты — иметь более высокие показатели асептического расшатывания из-за неадекватного переноса нагрузок с локтевой кости на плечевую. На практике же обе системы демонстрируют схожие удовлетворительные краткосрочные и среднесрочные результаты, тем не менее объективные общие данные отсутствуют. Так, при среднем сроке наблюдения 5 лет все имплантаты, как связанные, так и несвязанные, облегчают боль и увеличивают диапазон движения у всех групп пациентов [10, 15, 28, 88, 89]. I. Voloshin et al. указывают на общую частоту осложнений в связанных и несвязанных группах — 25,9±8,4% и 27,2±6,2% соответственно [5]. A. Prkic et al. приводят следующие данные: из 2211 связанных артропластик зарегистрировано 304 ревизии (13,8%), из 2764 несвязанных эндопротезов — 451 ревизия (16,3%) [14].

Статистические исследования, проведенные с 2000 по 2017 год A.I. Viswanath et al. на основе регистра эндопротезов Новой Зеландии, показали, что частота ревизий эндопротеза Coonrad-Morrey (связанный эндопротез) была на 65% ниже по сравнению с протезом Latitude (несвязанный трансформируемый эндопротез), причем независимо от способа крепления протеза Latitude (связанный или несвязанный) и замены головки лучевой кости [16]. Некоторые исследователи объясняют это тем, что при использовании несвязанных имплантов подразумевается сохранность мягких тканей, особенно боковых связок, и скрупулезная точность хирургической техники. Плохо

сбалансированные коллатеральные связки могут привести к чрезмерному износу полиэтилена, остеолиту и нестабильности [16, 23].

Схожие данные присутствуют и в других исследованиях. P. Parker et al. пишут о том, что эндопротез Latitude показал наибольший показатель (%) асептического расшатывания и глубокого нагноения, и указывают, что большое количество расшатываний во всей группе эндопротезов этого типа связано с радиальным компонентом, наиболее часто подверженным данному осложнению, а не с плечевой или локтевой ножками [42].

В настоящее время складывается парадоксальная ситуация: в общем связанные системы показывают лучшую выживаемость в среднесрочной перспективе, чем несвязанные, но результаты ревизионной хирургии во второй группе заметно превосходят первую [89].

Влияние опыта хирурга на результаты артропластики локтевого сустава. Существует обратная зависимость между частотой ревизионных операций и опытом хирурга, на что указывают многие авторы [6, 31]. P.J. Jenkins et al. говорят о том, что частота повторных операций после первичной артропластики была высокой (до 15% за 18 лет наблюдения). Авторы на основании Шотландского объединенного регистра эндопротезов (1146 артропластик локтевого сустава), показали, что лучшая выживаемость имплантата отмечена у хирургов, которые выполнили более 10 операций за год [11]. A. Abdelmalek и O. Donaldson, проводя опрос среди хирургов, занимающихся

эндопротезированием локтевого сустава, отметили, что 52% респондентов согласны с тем, что для владения техникой артропластики требуется определенное количество выполненных операций, 62% заявили, что 5 процедур в год следует рассматривать как минимум [91].

Еще в одном исследовании из Финляндии на основе финского регистра артропластик локтевого сустава (1457 операций), отмечено, что риск ревизии был в 1,5 раза выше в неспециализированных больницах по сравнению со специализированными [92].

РЕВИЗИОННАЯ АРТРОПЛАСТИКА

На основании имеющихся на сегодняшний день данных можно сделать вывод, что ревизионное эндопротезирование локтевого сустава связано с высоким уровнем осложнений и повторных операций. Пятилетняя выживаемость ревизионного эндопротеза при этом составляет от 64 до 83% [9]. Хотя общие показания к выполнению первичной артропластики достаточно подробно описаны в литературе, лишь немногие исследования посвящены показаниям к ревизионному эндопротезированию [93].

Основным показанием к повторной операции служит процесс постепенного расшатывания компонентов эндопротеза локтевого сустава. При этом очень важным обстоятельством для определения дальнейшей тактики хирургического лечения является факт присоединения инфекции вне зависимости от того, на каком этапе это произошло. J.M. Kwak et al. разделяют все осложнения, приведшие к ревизионной артропластике, на инфицированные и неинфицированные [13]. Если говорить об общих принципах, очаг инфекции должен быть ликвидирован путем извлечения имплантата, что должно сопровождаться реимплантацией в сочетании с антибиотикотерапией. Напротив, неинфицированные осложнения следует лечить, устраняя механические проблемы в интерфейсе «имплант-кость» или «имплант-имплант» [44, 51, 57, 94, 95].

По данным литературы, отсутствует единое мнение о перспективности реконструктивных вмешательств на инфицированном локтевом эндопротезе. Хотя большинство авторов сходятся во мнении, что хирургическое лечение должно быть в большинстве случаев многоэтапным. Обобщая данные литературы, представим несколько вариантов тактики лечения инфицированного эндопротеза [13, 51, 58–60, 93–95]:

- 1) санация очага, дебридмент с сохранением импланта при его стабильной фиксации;
- 2) санация очага, дебридмент с заменой импланта при его расшатывании;
- 3) санация очага, дебридмент с имплантацией временного цементного спейсера с антибиотиками с отсроченным ревизионным эндопротезированием при отсутствии рецидива;
- 4) резекционная артропластика и артродезирование.

K. Yamaguchi et al. еще в 1998 году указывали на то, что результаты ревизии инфицированного эндопротеза сильно зависят от возбудителя. Обширное орошение и обработка раны при наличии инфекции может быть достаточно успешным, если микроорганизмом является не *Staphylococcus epidermidis* и если компоненты стабильны. Когда требуется удаление компонентов, поэтапная реимплантация также может быть весьма успешной, если инфекционным агентом является не *Staphylococcus epidermidis* [60].

D.A. DeBernardis et al. указывают на то, что среди пациентов, которые прошли ревизию на предмет инфекции, неудовлетворительный результат получен у 100% тех, кто проходил одностадийную ревизию, и у 64,3% тех, кто проходил двухэтапную ревизию. Рецидив также отмечался у 50% пациентов, которые прошли одно- или двухэтапную ревизию на предмет инфекции с использованием аллотрансплантата, и у 58,3% пациентов, которые прошли ревизию без его использования [45].

На основе анализа данных литературы по вопросу асептического расшатывания и перипротезных переломов можно сделать вывод, что это звено одного процесса, в первую очередь связанного с прогрессирующей потерей костной массы. Что произошло первично (перелом или расшатывание), в большинстве случаев определить не удастся [12, 51, 69]. Основная задача хирургического лечения в данной ситуации — устранить механические проблемы в интерфейсе «имплант-кость» и восстановить костный массив вокруг импланта. Предложены различные виды ауто- и аллопластики, так как восстановление стабильности компонентов эндопротеза только за счет использования удлиненных конструкций не всегда оправдано [13, 49, 69, 96]. J.M. Kim et al. указывают на то, что использование более длинного компонента с расширенным передним фланцем допускается при потере кости на дистальном отделе плеча до 8 см. Чтобы избежать дисфункции разгибательного аппарата, общее укорочение плечевой кости проксимальнее локтевой ямки не должно превышать 2 см [12].

Ревизия ревизионного эндопротеза. Ни один эндопротез крупного сустава (тазобедренный, коленный или плечевой) не подвергается такому количеству повторных вмешательств, как локтевой. Однако в современной литературе мало информации о результатах ревизии ревизионного тотального эндопротеза локтевого сустава. По данным последних исследований (2019–2021 годов), из пациентов, подвергшихся ревизионной артропластике, 54–56% нуждаются в дополнительном хирургическом лечении [93, 97].

Оценивая результаты повторных ревизий, P. Doms et al. указывают на то, что в 30% потребовались удлиненные имплантаты или имплантаты, изготовленные по индивидуальному заказу, а в 50% — увеличение аллотрансплантата. При окончательной клинической оценке

56% больных имели недостаточность трехглавой мышцы. Среди осложнений — инфицирование, симптоматическое асептическое расшатывание плечевого компонента, сенсорная невропатия локтевого нерва, повреждение лучевого нерва. Однако достоверные статистические данные отсутствуют [65].

Пациенты, у которых первичный эндопротез выходил из строя из-за инфекции, с большей вероятностью получают осложнения после ревизии и требуют большего количества последующих операций, чем пациенты с другой этиологией первичного отказа эндопротеза. А.Т. Wee et al. на основе изучения результатов 213 последовательных ревизионных артропластик локтевого сустава указывают на то, что у 16 пациентов вопреки ожиданиям зафиксированы положительные результаты интраоперационных посевов микрофлоры. В большинстве случаев идентифицирован *Staphylococcus epidermidis* либо *Propionibacterium acnes*. Вероятность получения неожиданного положительного результата во время операции составила 7,5% [63].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сложность строения и биомеханики локтевого сустава, высокие требования к функциональным результатам требуют дифференцированного, зачастую индивидуального подхода к лечению любой его патологии.

Эндопротезирование локтевого сустава — это динамично развивающаяся отрасль медицины. Неуклонный рост числа первичных артропластик локтевого сустава связан не только с расширением показаний к эндопротезированию, но и с совершенствованием дизайна имплантов, повышением их стабильности и выживаемости. Дальнейшие достижения в этой области являются ключом к тому, чтобы сделать эту операцию такой же надежной и долговечной, как эндопротезирование тазобедренного или коленного сустава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Navarro N.M., Sánchez-Sotelo J. Elbow replacement // Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2012. Vol. 56, N 5. P. 413–420. doi: 10.1016/j.recot.2012.06.004
2. Prkić A., van Bergen C.J., The B., Eygendaal D. Total elbow arthroplasty: past, present, future // World J Orthop. 2016. Vol. 7, N 1. P. 44–49. doi: 10.5312/wjo.v7.i1.44
3. Macken A.A., Prkić A., Kodde I.F., et al. Global trends in indications for total elbow arthroplasty: a systematic review of national registries // EFORT Open Rev. 2020. Vol. 5, N 4. P. 215–220. doi: 10.1302/2058-5241.5.190036
4. Zhou H., Orvets N.D., Merlin G., et al. Total elbow arthroplasty in the United States: evaluation of cost, patient demographics, and complication rates // Orthop Rev (Pavia). 2016. Vol. 8, N 1. P. 6113. doi: 10.4081/or.2016.6113
5. Voloshin I., Schippert D.W., Kakar S., et al. Complications of total elbow replacement: a systematic review // J Shoulder Elbow Surg. 2011. Vol. 20, N 1. P. 158–168. doi: 10.1016/j.jse.2010.08.026
6. Gay D.M., Lyman S., Do H., et al. Indications and reoperation rates for total elbow arthroplasty: an analysis of trends in New York State // J Bone Joint Surg Am. 2012. Vol. 94, N 2. P. 110–117. doi: 10.2106/JBJS.J.01128
7. Klug A., Gramlich Y., Buckup J., et al. Trends in total elbow arthroplasty: a nationwide analysis in Germany from 2005 to 2014 // Int Orthop. 2018. Vol. 42, N 4. P. 883–889. doi: 10.1007/s00264-018-3818-x
8. Samdanis V., Manoharan G., Jordan R.W., et al. Indications and outcome in total elbow arthroplasty: a systematic review // Shoulder Elbow. 2020. Vol. 12, N 5. P. 353–361. doi: 10.1177/1758573219873001

Основываясь на анализе отечественной и зарубежной научной литературы, можно сделать следующие выводы. Необходимы:

- 1) отказ от полностью связанных, жестких систем из-за их несоответствия биомеханике локтевого сустава и высокой частоты асептического расшатывания;
- 2) дальнейшие исследования в направлении дизайна импланта, особенно конвертируемых и модульных систем и совершенствование техники операции;
- 3) определение строгих показаний к эндопротезированию локтевого сустава в зависимости от патологии, возраста пациента и, что немаловажно, его физической активности;
- 4) определение показаний к использованию различных типов эндопротезов в зависимости от нозологии;
- 5) совершенствование техники и разработка новых способов ревизионной артропластики локтевого сустава.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Не указан.

Funding source. Not specified.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

9. Burkhart K.J., Stein G., Skouras E., Müller L.P. Revision arthroplasty of the elbow // *Unfallchirurg*. 2010. Vol. 113, N 12. P. 996–1005. (In German). doi: 10.1007/s00113-010-1903-8
10. Viveen J., van den Bekerom M.P.J., Doornberg J.N., et al. Use and outcome of 1,220 primary total elbow arthroplasties from the Australian Orthopaedic Association National Joint Arthroplasty Replacement Registry 2008–2018 // *Acta Orthop*. 2019. Vol. 90, N 6. P. 511–516. doi: 10.1080/17453674.2019.1657342
11. Jenkins P.J., Watts A.C., Norwood T., et al. Total elbow replacement: outcome of 1,146 arthroplasties from the Scottish Arthroplasty Project // *Acta Orthop*. 2013. Vol. 84, N 2. P. 119–123. doi: 10.3109/17453674.2013.784658
12. Kim J.M., Mudgal C.S., Konopka J.F., Jupiter J.B. Complications of total elbow arthroplasty // *J Am Acad Orthop. Surg*. 2011. Vol. 19, N 6. P. 328–339. doi: 10.5435/00124635-201106000-00003
13. Kwak J.M., Koh K.H., Jeon I.H. Total elbow arthroplasty: clinical outcomes, complications, and revision surgery // *Clin Orthop Surg*. 2019. Vol. 11, N 4. P. 369–379. doi: 10.4055/cios.2019.11.4.369
14. Prkic A., Welsink C., The B., et al. Why does total elbow arthroplasty fail today? A systematic review of recent literature // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017. Vol. 137, N 6. P. 761–769. doi: 10.1007/s00402-017-2687-x
15. Choo A., Ramsey M.L. Total elbow arthroplasty: current options // *J Am Acad Orthop Surg*. 2013. Vol. 21, N 7. P. 427–437. doi: 10.5435/jaaos-21-07-427
16. Viswanath A.I., Frampton C.M., Poon P.C. A review of the New Zealand National Joint Registry to compare the outcomes of Coonrad-Morrey and Latitude total elbow arthroplasty // *J Shoulder Elbow Surg*. 2020. Vol. 29, N 4. P. 838–844. doi: 10.1016/j.jse.2019.12.021
17. Кесян Г.А., Арсеньев И.Г., Уразгильдеев Р.З., Карапетян Г.С. Дифференцированный подход к оперативному лечению последствий тяжелых повреждений локтевого сустава // *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2017. Т. 16, № 4. С. 161–167.
18. Алиев А.Г., Коваленко А.Н., Амбросенков А.В., и др. Показания и результаты первичного и ревизионного эндопротезирования локтевого сустава (обзор литературы) // *Гений ортопедии*. 2019. Т. 25, № 4. С. 600–609. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-4-600-609
19. Прохоренко В.М., Александров Т.И., Чорний С.И., Слободской А.Б. Эндопротезирование локтевого сустава при внутрисуставных переломах и последствиях травм // *Современные проблемы науки и образования*. 2017. № 5. С. 144–152.
20. Алиев А.Г., Амбросенков А.В., Бадмаев А.О., и др. Эпидемиологические аспекты эндопротезирования локтевого сустава // *Современные проблемы науки и образования*. 2017. № 6. С. 15.
21. Слободской А.Б., Прохоренко В.М., Дунаев А.Г., и др. Эндопротезирование локтевого сустава // *Гений ортопедии*. 2011. № 3. С. 61–65.
22. Pooley J. Total elbow replacement patient selection and perspectives // *Orthop Res Rev*. 2019. Vol. 11. P. 23–40. doi: 10.2147/ORR.S134719
23. Egidy C.C., Cross M.B., Nam D., et al. Total elbow arthroplasty: outcomes driving the evolution of implant design // *JBJS Rev*. 2019. Vol. 7, N 5. P. e8. doi: 10.2106/jbjs.rvw.18.00127
24. Yanni O.N., Fearn C.B.D.A., Gallannaugh S.C., Joshi R. The Roper-Tuke total elbow arthroplasty. 4- to 10-year results of an unconstrained prosthesis // *J Bone Joint Surg Br*. 2000. Vol. 82, N 5. P. 705–710. doi: 10.1302/0301-620x.82b5.9816
25. Papatheodorou L.K., Baratz M.E., Sotereanos D.G. Elbow arthritis: current concepts // *J Hand Surg Am*. 2013. Vol. 38, N 3. P. 605–613. doi: 10.1016/j.jhssa.2012.12.037
26. Kondo N., Arai K., Fujisawa J., et al. Clinical outcome of Niigata-Senami-Kyocera modular unconstrained total elbow arthroplasty for destructive elbow in patients with rheumatoid arthritis // *J Shoulder Elbow Surg*. 2019. Vol. 28, N 5. P. 915–924. doi: 10.1016/j.jse.2018.10.030
27. Wagener M.L., de Vos M.J., Hannink G., et al. Mid-term clinical results of a modern convertible total elbow arthroplasty // *Bone Joint J*. 2015. Vol. 97-B, N 5. P. 681–688. doi: 10.1302/0301-620x.97b5.34841
28. Welsink C.L., Lambers K.T., van Deurzen D.F., et al. Total elbow arthroplasty // *JBJS Rev*. 2017. Vol. 5, N 7. P. e4. doi: 10.2106/jbjs.rvw.16.00089
29. Sanchez-Sotelo J. Total elbow arthroplasty // *Open Orthop J*. 2011. Vol. 5, N 1. P. 115–123. doi: 10.2174/1874325001105010115
30. Алиев А.Г., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., и др. Среднесрочные результаты эндопротезирования локтевого сустава у пациентов с ревматоидным артритом // *Научно-практическая ревматология*. 2018. Т. 56, № 5. С. 635–640. doi: 10.14412/1995-4484-2018-635-640
31. Алиев А.Г., Амбросенков А.В., Бояров А.А., и др. Сравнительная эффективность тотального эндопротезирования локтевого сустава у пациентов с последствиями травм и ревматоидным артритом в среднесрочном и отдаленном периодах // *Травматология и ортопедия России*. 2019. Т. 25, № 1. С. 41–51. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-41-51
32. Прохоренко В.М., Чорний С.И., Шатерников Б.Н. Эндопротезирование локтевого сустава эндопротезами ООО «Эндосервис» // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2009. № 3. С. 61–68. doi: 10.17816/vto200916361-68
33. Ikavalko M., Lehto M.U., Repo A., et al. The Souter-Strathclyde elbow arthroplasty. A clinical and radiological study of 525 consecutive cases // *J Bone Joint Surg Br*. 2002. Vol. 84, N 1. P. 77–82. doi: 10.1302/0301-620x.84b1.11848
34. Van der Lugt J.C., Geskus R.B., Rozing P.M. Primary Souter-Strathclyde total elbow prosthesis in rheumatoid arthritis // *J Bone Joint Surg Am*. 2004. Vol. 86, N 3. P. 465–473. doi: 10.2106/00004623-200403000-00002
35. Little C.P., Graham A.J., Carr A.J. Total elbow arthroplasty: a systematic review of the literature in the English language until the end of 2003 // *J Bone Joint Surg Br*. 2005. Vol. 87, N 4. P. 437–444. doi: 10.1302/0301-620x.87b4.15692
36. Слободской А.Б., Прохоренко В.М., Бадак И.С., и др. Ближайшие и среднесрочные результаты артропластики суставов верхней конечности // *Вестник медицинского института РЕАВИЗ: реабилитация, врач и здоровье*. 2012. № 3–4. С. 67–74.
37. Park S.E., Kim J.Y., Cho S.W., et al. Complications and revision rate compared by type of total elbow arthroplasty // *J Shoulder Elbow Surg*. 2013. Vol. 22, N 8. P. 1121–1127. doi: 10.1016/j.jse.2013.03.003
38. Lovy A.J., Keswani A., Dowdell J., et al. Outcomes, complications, utilization trends, and risk factors for primary and revision total elbow replacement // *J Shoulder Elbow Surg*. 2016. Vol. 25, N 6. P. 1020–1026. doi: 10.1016/j.jse.2015.12.012

39. Perretta D., van Leeuwen W.F., Dyer G., et al. Risk factors for reoperation after total elbow arthroplasty // *J Shoulder Elbow Surg.* 2017. Vol. 26, N 5. P. 824–829. doi: 10.1016/j.jse.2016.12.064
40. Kwong C.A., Puloski S.K., Hildebrand K.A. Fungal periprosthetic joint infection following total elbow arthroplasty: a case report and review of the literature // *J Med Case Rep.* 2017. Vol. 11, N 1. P. 20. doi: 10.1186/s13256-016-1176-0
41. Krukhaug Y., Hallan G., Dybvik E., et al. A survivorship study of 838 total elbow replacements: a report from the Norwegian Arthroplasty Register 1994–2016 // *J Shoulder Elbow Surg.* 2018. Vol. 27, N 2. P. 260–269. doi: 10.1016/j.jse.2017.10.018
42. Parker P., Furness N.D., Evans J.P., et al. A systematic review of the complications of contemporary total elbow arthroplasty // *Shoulder Elbow.* 2019. Vol. 13, N 5. P. 544–551. doi: 10.1177/1758573219834934 Retraction in: *Shoulder Elbow.* 2019. Vol. 11, N 6. P. NP1. doi: 10.1177/1758573219877798
43. Davey M.S., Hurley E.T., Gaafar M., et al. Long-term outcomes of total elbow arthroplasty: a systematic review of studies at 10-year follow-up // *J Shoulder Elbow Surg.* 2021. Vol. 30, N 6. P. 1423–1430. doi: 10.1016/j.jse.2020.11.014
44. Plaschke H.C., Thillemann T.M., Brorson S., Olsen B.S. Implant survival after total elbow arthroplasty: a retrospective study of 324 procedures performed from 1980 to 2008 // *J Shoulder Elbow Surg.* 2014. Vol. 23, N 6. P. 829–836. doi: 10.1016/j.jse.2014.02.001
45. DeBernardis D.A., Horneff J.G., Davis D.E., et al. Revision total elbow arthroplasty failure rates: the impact of primary arthroplasty failure etiology on subsequent revisions // *J Shoulder Elbow Surg.* 2020. Vol. 29, N 2. P. 321–328. doi: 10.1016/j.jse.2019.10.010
46. Somerson J.S., Matsen F.A. 3rd. Timely recognition of total elbow and radial head arthroplasty adverse events: an analysis of reports to the US Food and Drug Administration // *J Shoulder Elbow Surg.* 2018. Vol. 28, N 3. P. 510–519. doi: 10.1016/j.jse.2018.08.043
47. Shi L.L., Zurakowski D., Jones D.G., et al. Semiconstrained primary and revision total elbow arthroplasty with use of the Coonrad-Morrey prosthesis // *J Bone Joint Surg Am.* 2007. Vol. 89, N 7. P. 1467–1475. doi: 10.2106/JBJS.F.00715
48. Sundfeldt M., Carlsson L.V., Johansson C.B., et al. Aseptic loosening, not only a question of wear: a review of different theories // *Acta Orthop.* 2006. Vol. 77, N 2. P. 177–197. doi: 10.1080/17453670610045902
49. Rhee Y.G., Cho N.S., Parke C.S. Impaction grafting in revision total elbow arthroplasty due to aseptic loosening and bone loss // *J Bone Joint Surg Am.* 2013. Vol. 95, N 11. P. e741–747. doi: 10.2106/JBJS.K.01737
50. Celli A., Morrey B.F. Total elbow arthroplasty in patients forty years of age or less // *J Bone Joint Surg Am.* 2009. Vol. 91, N 6. P. 1414–1418. doi: 10.2106/JBJS.G.00329
51. Somerson J.S., Morrey M.E., Sanchez-Sotelo J., Morrey B.F. Diagnosis and management of periprosthetic elbow infection // *J Bone Joint Surg Am.* 2015. Vol. 97, N 23. P. 1962–1971. doi: 10.2106/jbjs.o.00170
52. Morrey B.F., Bryan R.S. Infection after total elbow arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am.* 1983. Vol. 65, N 3. P. 330–338.
53. Wolfe S.W., Figgie M.P., Inglis A.E., et al. Management of infection about total elbow prostheses // *J Bone Joint Surg Am.* 1990. Vol. 72, N 2. P. 198–212.
54. Kasten M.D., Skinner H.B. Total elbow arthroplasty. An 18-year experience // *Clin Orthop Relat Res.* 1993. N 290. P. 177–188.
55. Hildebrand K.A., Patterson S.D., Regan W.D., et al. Functional outcome of semiconstrained total elbow arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am.* 2000. Vol. 82, N 10. P. 1379–1386. doi: 10.2106/00004623-200010000-00003
56. Schmidt K., Hilker A., Miehle R.K. Differences in elbow replacement in rheumatoid arthritis // *Orthopade.* 2007. Vol. 36, N 8. P. 714–722. (In German). doi: 10.1007/s00132-007-1119-y
57. Qureshi F., Draviraj K.P., Stanley D. The Kudo 5 total elbow replacement in the treatment of the rheumatoid elbow: results at a minimum of ten years // *J Bone Joint Surg Br.* 2010. Vol. 92, N 10. P. 1416–1421. doi: 10.1302/0301-620X.92B10.22476
58. Achermann Y., Vogt M., Sporman C., et al. Characteristics and outcome of 27 elbow periprosthetic joint infections: results from a 14-year cohort study of 358 elbow prostheses // *Clin Microbiol Infect.* 2011. Vol. 17, N 3. P. 432–438. doi: 10.1111/j.1469-0691.2010.03243.x
59. Watts A., Duckworth A., Trail I., et al. Scoping review: diagnosis and management of periprosthetic joint infection in elbow arthroplasty // *Shoulder Elbow.* 2019. Vol. 11, N 4. P. 282–291. doi: 10.1177/1758573218789341
60. Yamaguchi K., Adams R.A., Morrey B.F. Infection after total elbow arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am.* 1998. Vol. 80, N 4. P. 481–491. doi: 10.2106/00004623-199804000-00004
61. Gille J., Ince A., González O., et al. Single-stage revision of periprosthetic infection following total elbow replacement // *J Bone Joint Surg Br.* 2006. Vol. 88, N 10. P. 1341–1346. doi: 10.1302/0301-620X.88B10.17952
62. Peach C.A., Nicoletti S., Lawrence T.M., Stanley D. Two-stage revision for the treatment of the infected total elbow arthroplasty // *Bone Joint J.* 2013. Vol. 95-B, N 12. P. 1681–1686. doi: 10.1302/0301-620X.95B12.31336
63. Wee A.T., Morrey B.F., Sanchez-Sotelo J. The fate of elbows with unexpected positive intraoperative cultures during revision elbow arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am.* 2013. Vol. 95, N 2. P. 109–116. doi: 10.2106/jbjs.k.00121
64. Goyal N., Luchetti T.J., Wysocki R.W., Cohen M.S. Management of periprosthetic joint infection in total elbow arthroplasty // *J Hand Surg Am.* 2020. Vol. 45, N 10. P. 957–970. doi: 10.1016/j.jhsa.2020.05.020
65. Domos P., Chelli M., Papanna M.C., et al. Outcomes following revision of the revision total elbow arthroplasty // *J Shoulder Elbow Surg.* 2021. Vol. 30, N 7. P. 1653–1661. doi: 10.1016/j.jse.2020.10.016
66. O'Driscoll S.W., Morrey B.F. Periprosthetic fractures about the elbow // *Orthop Clin North Am.* 1999. Vol. 30, N 2. P. 319–325. doi: 10.1016/s0030-5898(05)70086-9
67. Sanchez-Sotelo J., O'Driscoll S., Morrey B.F. Periprosthetic humeral fractures after total elbow arthroplasty: treatment with implant revision and strut allograft augmentation // *J Bone Joint Surg Am.* 2002. Vol. 84, N 9. P. 1642–1650.
68. Ramirez M.A., Cheung E.V., Murthi A.M. Revision total elbow arthroplasty // *J Am Acad Orthop Surg.* 2017. Vol. 25, N 8. P. e166–e174. doi: 10.5435/jaaos-d-15-00479
69. Foruria A.M., Sanchez-Sotelo J., Oh L.S., et al. The surgical treatment of periprosthetic elbow fractures around the ulnar stem following semiconstrained total elbow arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am.* 2011. Vol. 93, N 15. P. 1399–1407. doi: 10.2106/JBJS.J.00102

- 70.** John M., Schenk K., Lieske S., Neumann H.W. Dislocation after total elbow arthroplasty // *Orthopade*. 2007. Vol. 36, N 10. P. 894–907. (In German). doi: 10.1007/s00132-007-1140-1
- 71.** Lee B.P., Adams R.A., Morrey B.F. Polyethylene wear after total elbow arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am*. 2005. Vol. 87, N 5. P. 1080–1087. doi: 10.2106/JBJS.D.02163
- 72.** Figgie M.P., Su E.P., Kahn B., Lipman J. Locking mechanism failure in semiconstrained total elbow arthroplasty // *J Shoulder Elbow Surg*. 2006. Vol. 15, N 1. P. 88–93. doi: 10.1016/j.jse.2005.05.007
- 73.** Goldberg S.H., Urban R.M., Jacobs J.J., et al. Modes of wear after semiconstrained total elbow arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am*. 2008. Vol. 90, N 3. P. 609–619. doi: 10.2106/JBJS.F.01286
- 74.** Athwal G.S., Morrey B.F. Revision total elbow arthroplasty for prosthetic fractures // *J Bone Joint Surg Am*. 2006. Vol. 88, N 9. P. 2017–2026. doi: 10.2106/JBJS.E.00878
- 75.** Shehab D., Elgazzar A.H., Collier B.D. Heterotopic ossification // *J Nucl Med*. 2002. Vol. 43, N 3. P. 346–353.
- 76.** Liu E.Y., Hildebrand A., Horner N.S., et al. Heterotopic ossification after total elbow arthroplasty: a systematic review // *J Shoulder Elbow Surg*. 2019. Vol. 28, N 3. P. 587–595. doi: 10.1016/j.jse.2018.10.003
- 77.** Baghdadi Y.M., Veillette C.J., Malone A.A., et al. Total elbow arthroplasty in obese patients // *J Bone Joint Surg Am*. 2014. Vol. 96, N 9. P. e70. doi: 10.2106/jbjs.m.00364
- 78.** Hastings H. 2nd, Graham T.J. The classification and treatment of heterotopic ossification about the elbow and forearm // *Hand Clin*. 1994. Vol. 10, N 3. P. 417–437.
- 79.** Pierce T.D., Herndon J.H. The triceps preserving approach to total elbow arthroplasty // *Clin Orthop Relat Res*. 1998. N 354. P. 144–152. doi: 10.1097/00003086-199809000-00017
- 80.** Celli A., Arash A., Adams R.A., Morrey B.F. Triceps insufficiency following total elbow arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am*. 2005. Vol. 87, N 9. P. 1957–1964. doi: 10.2106/JBJS.D.02423
- 81.** Morrey B.F., Adams R.A. Semiconstrained arthroplasty for the treatment of rheumatoid arthritis of the elbow // *J Bone Joint Surg Am*. 1992. Vol. 74, N 4. P. 479–490.
- 82.** Aldridge J.M. III, Lightdale N.R., Mallon W.J., Coonrad R.W. Total elbow arthroplasty with the Coonrad/Coonrad-Morrey prosthesis. A 10- to 31-year survival analysis // *J Bone Joint Surg Br*. 2006. Vol. 88, N 4. P. 509–514. doi: 10.1302/0301-620X.88B4.17095
- 83.** Dachs R.P., Vrettos B.C., Chivers D.A., et al. Outcomes after ulnar nerve in situ release during total elbow arthroplasty // *J Hand Surg Am*. 2015. Vol. 40, N 9. P. 1832–1837. doi: 10.1016/j.jhsa.2015.06.107
- 84.** Rispoli D.M., Athwal G.S., Morrey B.F. Neurolysis of the ulnar nerve for neuropathy following total elbow replacement // *J Bone Joint Surg Br*. 2008. Vol. 90, N 10. P. 1348–1351. doi: 10.1302/0301-620X.90B10.21133
- 85.** Ring D., Kocher M., Koris M., Thornhill T.S. Revision of unstable capitellocondylar (unlinked) total elbow replacement // *J Bone Joint Surg Am*. 2005. Vol. 87, N 5. P. 1075–1079. doi: 10.2106/JBJS.D.02449
- 86.** Duncan S.F., Sperling J.W., Morrey B.F. Prevalence of pulmonary embolism after total elbow arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am*. 2007. Vol. 89, N 7. P. 1452–1453. doi: 10.2106/jbjs.f.01328
- 87.** Sanchez-Sotelo J., Sperling J.W., Morrey B.F. Ninety-day mortality after total elbow arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am*. 2007. Vol. 89, N 7. P. 1449–1451. doi: 10.2106/jbjs.f.00651
- 88.** Leclerc A., King G.J.W. Unlinked and convertible total elbow arthroplasty // *Hand Clin*. 2011. Vol. 27, N 2. P. 215–227. doi: 10.1016/j.hcl.2011.01.003
- 89.** Iwamoto T., Ikegami H., Suzuki T., et al. The history and future of unlinked total elbow arthroplasty // *Keio J Med*. 2017. Vol. 67, N 2. P. 19–25. doi: 10.2302/kjm.2017-0007-ir
- 90.** Little C.P., Graham A.J., Karatzas G., et al. Outcomes of total elbow arthroplasty for rheumatoid arthritis: comparative study of three implants // *J Bone Joint Surg Am*. 2005. Vol. 87, N 11. P. 2439–2448. doi: 10.2106/jbjs.d.02927
- 91.** Abdelmalek A., Donaldson O. Total elbow arthroplasty survey 2015: current service provision and future improvements (England and Wales) // *Shoulder Elbow*. 2019. Vol. 11, N 4. P. 292–299. doi: 10.1177/1758573218763126
- 92.** Skytta E.T., Eskelinen A., Paavolainen P., et al. Total elbow arthroplasty in rheumatoid arthritis. A population-based study from the Finnish Arthroplasty Register // *Acta Orthop*. 2009. Vol. 80, N 4. P. 472–477. doi: 10.3109/17453670903110642
- 93.** Geurts E.J., Viveen J., van Riet R.P., et al. Outcomes after revision total elbow arthroplasty: a systematic review // *J Shoulder Elbow Surg*. 2019. Vol. 28, N 2. P. 381–386. doi: 10.1016/j.jse.2018.08.024
- 94.** Kunutsor S.K., Beswick A.D., Whitehouse M.R., Blom A.W. One- and two-stage surgical revision of infected elbow prostheses following total joint replacement: a systematic review // *BMC Musculoskelet Disord*. 2019. Vol. 20, N 1. P. 467. doi: 10.1186/s12891-019-2848-x
- 95.** Gutman M.J., Stone M.A., Namdari S., Abboud J.A. Treatment of elbow periprosthetic joint infection: a systematic review of clinical outcomes // *J Shoulder Elbow Surg*. 2020. Vol. 29, N 2. P. 411–419. doi: 10.1016/j.jse.2019.10.002
- 96.** Moro F. Allograft reconstruction in revision elbow arthroplasty // *Orthopade*. 2017. Vol. 46, N 12. P. 1001–1007. (In German). doi: 10.1007/s00132-017-3482-7
- 97.** Barret H., Laumonerie P., Delclaux S., et al. Revision total elbow arthroplasty with the semiconstrained Coonrad/Morrey prosthesis follow-up to 21 years // *J Bone Joint Surg Am*. 2021. Vol. 103, N 7. P. 618–628. doi: 10.2106/JBJS.20.00889

REFERENCES

- 1.** Navarro NM, Sánchez-Sotelo J. Elbow replacement. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2012;56(5):413–420. doi: 10.1016/j.recot.2012.06.004
- 2.** Prkić A, van Bergen CJ, The B, Eygendaal D. Total elbow arthroplasty: past, present, future. *World J Orthop*. 2016;7(1):44–49. doi: 10.5312/wjo.v7.i1.44
- 3.** Macken AA, Prkić A, Kodde IF, et al. Global trends in indications for total elbow arthroplasty: a systematic review of national registries. *EFORT Open Rev*. 2020;5(4):215–220. doi: 10.1302/2058-5241.5.190036
- 4.** Zhou H, Orvets ND, Merlin G, et al. Total elbow arthroplasty in the United States: evaluation of cost, patient demograph-

- ics, and complication rates. *Orthop Rev (Pavia)*. 2016;8(1):6113. doi: 10.4081/or.2016.6113
5. Voloshin I, Schippert DW, Kakar S, et al. Complications of total elbow replacement: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(1):158–168. doi: 10.1016/j.jse.2010.08.026
6. Gay DM, Lyman S, Do H, et al. Indications and reoperation rates for total elbow arthroplasty: an analysis of trends in New York State. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(2):110–117. doi: 10.2106/JBJS.J.01128
7. Klug A, Gramlich Y, Buckup J, et al. Trends in total elbow arthroplasty: a nationwide analysis in Germany from 2005 to 2014. *Int Orthop*. 2018;42(4):883–889. doi: 10.1007/s00264-018-3818-x
8. Samdanis V, Manoharan G, Jordan RW, et al. Indications and outcome in total elbow arthroplasty: a systematic review. *Shoulder Elbow*. 2020;12(5):353–361. doi: 10.1177/1758573219873001
9. Burkhart KJ, Stein G, Skouras E, Müller LP. Revision arthroplasty of the elbow. *Unfallchirurg*. 2010;113(12):996–1005. (In German). doi: 10.1007/s00113-010-1903-8
10. Viveen J, van den Bekerom MPJ, Doornberg JN, et al. Use and outcome of 1,220 primary total elbow arthroplasties from the Australian Orthopaedic Association National Joint Arthroplasty Replacement Registry 2008–2018. *Acta Orthop*. 2019;90(6):511–516. doi: 10.1080/17453674.2019.1657342
11. Jenkins PJ, Watts AC, Norwood T, et al. Total elbow replacement: outcome of 1,146 arthroplasties from the Scottish Arthroplasty Project. *Acta Orthop*. 2013;84(2):119–123. doi: 10.3109/17453674.2013.784658
12. Kim JM, Mudgal CS, Konopka JF, Jupiter JB. Complications of total elbow arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011;19(6):328–339. doi: 10.5435/00124635-201106000-00003
13. Kwak JM, Koh KH, Jeon IH. Total elbow arthroplasty: clinical outcomes, complications, and revision surgery. *Clin Orthop Surg*. 2019;11(4):369–379. doi: 10.4055/cios.2019.11.4.369
14. Prkic A, Welsink C, The B, et al. Why does total elbow arthroplasty fail today? A systematic review of recent literature. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017;137(6):761–769. doi: 10.1007/s00402-017-2687-x
15. Choo A, Ramsey ML. Total elbow arthroplasty: current options. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21(7):427–437. doi: 10.5435/jaaos-21-07-427
16. Viswanath AI, Frampton CM, Poon PC. A review of the New Zealand National Joint Registry to compare the outcomes of Coonrad-Morrey and Latitude total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2020;29(4):838–844. doi: 10.1016/j.jse.2019.12.021
17. Kesyany GA, Arsenyev IG, Urazgil'deev RZ, Karapetyan GS. Differentiated approach to surgical treatment of the consequences of severe injury of the elbow joint. *Vestnik Smolenskoi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii*. 2017;16(4):161–167. (In Russ).
18. Aliev AG, Kovalenko AN, Ambrosenkov AV, et al. Indications and results of primary and revision total elbow arthroplasty (literature review). *Orthopaedic Genius*. 2019;25(4):600–609. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-4-600-609
19. Prokhorenko VM, Aleksandrov TI, Chorniy SI, Slobodskoy AB. The elbow joint replacement after fractures and consequences of the injuries. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2017;(5):144–152. (In Russ).
20. Aliev AG, Ambrosenkov AV, Badmaev AO, et al. Epidemiological aspects of elbow arthroplasty. *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya*. 2017;(6):15. (In Russ).
21. Slobodskoi AB, Prokhorenko VM, Dunayev AG, et al. The elbow endoprosthetics. *Genii ortopedii*. 2011;(3):61–65. (In Russ).
22. Pooley J. Total elbow replacement – patient selection and perspectives. *Orthop Res Rev*. 2019;11:23–40. doi: 10.2147/ORR.S134719
23. Egidy CC, Cross MB, Nam D, et al. Total elbow arthroplasty: outcomes driving the evolution of implant design. *JBJS Rev*. 2019;7(5):e8. doi: 10.2106/jbjs.rvw.18.00127
24. Yanni ON, Fearn CBDA, Gallannaugh SC, Joshi R. The Roper-Tuke total elbow arthroplasty. 4- to 10-year results of an unconstrained prosthesis. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82(5):705–710. doi: 10.1302/0301-620x.82b5.9816
25. Papatheodorou LK, Baratz ME, Sotereanos DG. Elbow arthritis: current concepts. *J Hand Surg Am*. 2013;38(3):605–613. doi: 10.1016/j.jhssa.2012.12.037
26. Kondo N, Arai K, Fujisawa J, et al. Clinical outcome of Niigata-Senami-Kyocera modular unconstrained total elbow arthroplasty for destructive elbow in patients with rheumatoid arthritis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2019;28(5):915–924. doi: 10.1016/j.jse.2018.10.030
27. Wagener ML, de Vos MJ, Hannink G, et al. Mid-term clinical results of a modern convertible total elbow arthroplasty. *Bone Joint J*. 2015;97-B(5):681–688. doi: 10.1302/0301-620x.97b5.34841
28. Welsink CL, Lambers KT, van Deurzen DF, et al. Total elbow arthroplasty. *JBJS Rev*. 2017;5(7):e4. doi: 10.2106/jbjs.rvw.16.00089
29. Sanchez-Sotelo J. Total elbow arthroplasty. *Open Orthop J*. 2011;5(1):115–123. doi: 10.2174/1874325001105010115
30. Aliev AG, Tikhilov RM, Shubnyakov II, et al. Medium-term results of total elbow arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*. 2018;56(5):635–640. (In Russ). doi: 10.14412/1995-4484-2018-635-640
31. Aliev AG, Ambrosenkov AV, Boyarov AA, et al. Midand long-term results of total elbow arthroplasty: post-traumatic consequences and rheumatoid arthritis. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2019;25(1):41–51. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-41-51
32. Prokhorenko VM, Chornii SI, Shaternikov BN. Elbow arthroplasty using “Endoservice” elbow endoprosthesis. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova*. 2009;16(3):61–68. (In Russ). doi: 10.17816/vto200916361-68
33. Ikavalko M, Lehto MU, Repo A, et al. The Souter-Strathclyde elbow arthroplasty. A clinical and radiological study of 525 consecutive cases. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84(1):77–82. doi: 10.1302/0301-620x.84b1.11848
34. Van der Lugt JC, Geskus RB, Rozing PM. Primary Souter-Strathclyde total elbow prosthesis in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(3):465–473. doi: 10.2106/00004623-200403000-00002
35. Little CP, Graham AJ, Carr AJ. Total elbow arthroplasty: a systematic review of the literature in the English language until the end of 2003. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87(4):437–444. doi: 10.1302/0301-620x.87B4.15692
36. Slobodskoy AB, Prokhorenko VM, Badak IS, et al. The nearest and intermediate term results arthroplastic of joints of the top

- finiteness. *Vestnik meditsinskogo instituta REAVIZ*. 2012;(3–4):67–74. (In Russ).
- 37.** Park SE, Kim JY, Cho SW, et al. Complications and revision rate compared by type of total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013;22(8):1121–1127. doi: 10.1016/j.jse.2013.03.003
- 38.** Lovy AJ, Keswani A, Dowdell J, et al. Outcomes, complications, utilization trends, and risk factors for primary and revision total elbow replacement. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016;25(6):1020–1026. doi: 10.1016/j.jse.2015.12.012
- 39.** Perretta D, van Leeuwen WF, Dyer G, et al. Risk factors for reoperation after total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(5):824–829. doi: 10.1016/j.jse.2016.12.064
- 40.** Kwong CA, Puloski SK, Hildebrand KA. Fungal periprosthetic joint infection following total elbow arthroplasty: a case report and review of the literature. *J Med Case Rep*. 2017;11(1):20. doi: 10.1186/s13256-016-1176-0
- 41.** Krukhaug Y, Hallan G, Dybvik E, et al. A survivorship study of 838 total elbow replacements: a report from the Norwegian Arthroplasty Register 1994–2016. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27(2):260–269. doi: 10.1016/j.jse.2017.10.018
- 42.** Parker P, Furness ND, Evans JP, et al. A systematic review of the complications of contemporary total elbow arthroplasty. *Shoulder Elbow*. 2019;13(5):544–551. doi: 10.1177/1758573219834934 Retraction in: *Shoulder Elbow*. 2019;11(6):NP1. doi: 10.1177/1758573219877798
- 43.** Davey MS, Hurley ET, Gaafar M, et al. Long-term outcomes of total elbow arthroplasty: a systematic review of studies at 10-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*. 2021;30(6):1423–1430. doi: 10.1016/j.jse.2020.11.014
- 44.** Plaschke HC, Thillemann TM, Brorson S, Olsen BS. Implant survival after total elbow arthroplasty: a retrospective study of 324 procedures performed from 1980 to 2008. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23(6):829–836. doi: 10.1016/j.jse.2014.02.001
- 45.** DeBernardis DA, Horneff JG, Davis DE, et al. Revision total elbow arthroplasty failure rates: the impact of primary arthroplasty failure etiology on subsequent revisions. *J Shoulder Elbow Surg*. 2020;29(2):321–328. doi: 10.1016/j.jse.2019.10.010
- 46.** Somerson JS, Matsen FA 3rd. Timely recognition of total elbow and radial head arthroplasty adverse events: an analysis of reports to the US Food and Drug Administration. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;28(3):510–519. doi: 10.1016/j.jse.2018.08.043
- 47.** Shi LL, Zurakowski D, Jones DG, et al. Semiconstrained primary and revision total elbow arthroplasty with use of the Coonrad-Morrey prosthesis. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(7):1467–1475. doi: 10.2106/JBJS.F.00715
- 48.** Sundfeldt M, Carlsson LV, Johansson CB, et al. Aseptic loosening, not only a question of wear: a review of different theories. *Acta Orthop*. 2006;77(2):177–197. doi: 10.1080/17453670610045902
- 49.** Rhee YG, Cho NS, Parke CS. Impaction grafting in revision total elbow arthroplasty due to aseptic loosening and bone loss. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(11):e741–747. doi: 10.2106/JBJS.K.01737
- 50.** Celli A, Morrey BF. Total elbow arthroplasty in patients forty years of age or less. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91(6):1414–1418. doi: 10.2106/JBJS.G.00329
- 51.** Somerson JS, Morrey ME, Sanchez-Sotelo J, Morrey BF. Diagnosis and management of periprosthetic elbow infection. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(23):1962–1971. doi: 10.2106/jbjs.o.00170
- 52.** Morrey BF, Bryan RS. Infection after total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1983;65(3):330–338.
- 53.** Wolfe SW, Figgie MP, Inglis AE, et al. Management of infection about total elbow prostheses. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72(2):198–212.
- 54.** Kasten MD, Skinner HB. Total elbow arthroplasty. An 18-year experience. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):177–188.
- 55.** Hildebrand KA, Patterson SD, Regan WD, et al. Functional outcome of semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82(10):1379–1386. doi: 10.2106/00004623-200010000-00003
- 56.** Schmidt K, Hilker A, Miehle RK. Differences in elbow replacement in rheumatoid arthritis. *Orthopade*. 2007;36(8):714–722. (In German). doi: 10.1007/s00132-007-1119-y
- 57.** Qureshi F, Draviaraj KP, Stanley D. The Kudo 5 total elbow replacement in the treatment of the rheumatoid elbow: results at a minimum of ten years. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92(10):1416–1421. doi: 10.1302/0301-620X.92B10.22476
- 58.** Achermann Y, Vogt M, Sporman C, et al. Characteristics and outcome of 27 elbow periprosthetic joint infections: results from a 14-year cohort study of 358 elbow prostheses. *Clin Microbiol Infect*. 2011;17(3):432–438. doi: 10.1111/j.1469-0691.2010.03243.x
- 59.** Watts A, Duckworth A, Trail I, et al. Scoping review: diagnosis and management of periprosthetic joint infection in elbow arthroplasty. *Shoulder Elbow*. 2019;11(4):282–291. doi: 10.1177/1758573218789341
- 60.** Yamaguchi K, Adams RA, Morrey BF. Infection after total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80(4):481–491. doi: 10.2106/00004623-199804000-00004
- 61.** Gille J, Ince A, González O, et al. Single-stage revision of periprosthetic infection following total elbow replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88(10):1341–1346. doi: 10.1302/0301-620X.88B10.17952
- 62.** Peach CA, Nicoletti S, Lawrence TM, Stanley D. Two-stage revision for the treatment of the infected total elbow arthroplasty. *Bone Joint J*. 2013;95-B(12):1681–1686. doi: 10.1302/0301-620X.95B12.31336
- 63.** Wee AT, Morrey BF, Sanchez-Sotelo J. The fate of elbows with unexpected positive intraoperative cultures during revision elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(2):109–116. doi: 10.2106/jbjs.k.00121
- 64.** Goyal N, Luchetti TJ, Wysocki RW, Cohen MS. Management of periprosthetic joint infection in total elbow arthroplasty. *J Hand Surg Am*. 2020;45(10):957–970. doi: 10.1016/j.jhsa.2020.05.020
- 65.** Domos P, Chelli M, Papanna MC, et al. Outcomes following revision of the revision total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2021;30(7):1653–1661. doi: 10.1016/j.jse.2020.10.016
- 66.** O'Driscoll SW, Morrey BF. Periprosthetic fractures about the elbow. *Orthop Clin North Am*. 1999;30(2):319–325. doi: 10.1016/s0030-5898(05)70086-9
- 67.** Sanchez-Sotelo J, O'Driscoll S, Morrey BF. Periprosthetic humeral fractures after total elbow arthroplasty: treatment with implant revision and strut allograft augmentation. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84(9):1642–1650.
- 68.** Ramirez MA, Cheung EV, Murthi AM. Revision total elbow arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017;25(8):e166–e174. doi: 10.5435/jaaos-d-15-00479

69. Foruria AM, Sanchez-Sotelo J, Oh LS, et al. The surgical treatment of periprosthetic elbow fractures around the ulnar stem following semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(15):1399–1407. doi: 10.2106/JBJS.J.00102
70. John M, Schenk K, Lieske S, Neumann HW. Dislocation after total elbow arthroplasty. *Orthopade.* 2007;36(10):894–907. (In German). doi: 10.1007/s00132-007-1140-1
71. Lee BP, Adams RA, Morrey BF. Polyethylene wear after total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(5):1080–1087. doi: 10.2106/JBJS.D.02163
72. Figgie MP, Su EP, Kahn B, Lipman J. Locking mechanism failure in semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006;15(1):88–93. doi: 10.1016/j.jse.2005.05.007
73. Goldberg SH, Urban RM, Jacobs JJ, et al. Modes of wear after semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(3):609–619. doi: 10.2106/JBJS.F.01286
74. Athwal GS, Morrey BF. Revision total elbow arthroplasty for prosthetic fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(9):2017–2026. doi: 10.2106/JBJS.E.00878
75. Shehab D, Elgazzar AH, Collier BD. Heterotopic ossification. *J Nucl Med.* 2002;43(3):346–353.
76. Liu EY, Hildebrand A, Horner NS, et al. Heterotopic ossification after total elbow arthroplasty: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28(3):587–595. doi: 10.1016/j.jse.2018.10.003
77. Baghdadi YM, Veillette CJ, Malone AA, et al. Total elbow arthroplasty in obese patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(9):e70. doi: 10.2106/jbjs.m.00364
78. Hastings H 2nd, Graham TJ. The classification and treatment of heterotopic ossification about the elbow and forearm. *Hand Clin.* 1994;10(3):417–437.
79. Pierce TD, Herndon JH. The triceps preserving approach to total elbow arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;(354):144–152. doi: 10.1097/00003086-199809000-00017
80. Celli A, Arash A, Adams RA, Morrey BF. Triceps insufficiency following total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(9):1957–1964. doi: 10.2106/JBJS.D.02423
81. Morrey BF, Adams RA. Semiconstrained arthroplasty for the treatment of rheumatoid arthritis of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74(4):479–490.
82. Aldridge JM III, Lightdale NR, Mallon WJ, Coonrad RW. Total elbow arthroplasty with the Coonrad/Coonrad-Morrey prosthesis. A 10- to 31-year survival analysis. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(4):509–514. doi: 10.1302/0301-620X.88B4.17095
83. Dachs RP, Vrettos BC, Chivers DA, et al. Outcomes after ulnar nerve in situ release during total elbow arthroplasty. *J Hand Surg Am.* 2015;40(9):1832–1837. doi: 10.1016/j.jhsa.2015.06.107
84. Rispoli DM, Athwal GS, Morrey BF. Neurolysis of the ulnar nerve for neuropathy following total elbow replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90(10):1348–1351. doi: 10.1302/0301-620X.90B10.21133
85. Ring D, Kocher M, Koris M, Thornhill TS. Revision of unstable capitellocondylar (unlinked) total elbow replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(5):1075–1079. doi: 10.2106/JBJS.D.02449
86. Duncan SF, Sperling JW, Morrey BF. Prevalence of pulmonary embolism after total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(7):1452–1453. doi: 10.2106/jbjs.f.01328
87. Sanchez-Sotelo J, Sperling JW, Morrey BF. Ninety-day mortality after total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(7):1449–1451. doi: 10.2106/jbjs.f.00651
88. Leclerc A, King GJW. Unlinked and convertible total elbow arthroplasty. *Hand Clin.* 2011;27(2):215–227. doi: 10.1016/j.hcl.2011.01.003
89. Iwamoto T, Ikegami H, Suzuki T, et al. The history and future of unlinked total elbow arthroplasty. *Keio J Med.* 2017;67(2):19–25. doi: 10.2302/kjm.2017-0007-ir
90. Little CP, Graham AJ, Karatzas G, et al. Outcomes of total elbow arthroplasty for rheumatoid arthritis: comparative study of three implants. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(11):2439–2448. doi: 10.2106/jbjs.d.02927
91. Abdelmalek A, Donaldson O. Total elbow arthroplasty survey 2015: current service provision and future improvements (England and Wales). *Shoulder Elbow.* 2019;11(4):292–299. doi: 10.1177/1758573218763126
92. Skytta ET, Eskelinen A, Paavolainen P, et al. Total elbow arthroplasty in rheumatoid arthritis. A population-based study from the Finnish Arthroplasty Register. *Acta Orthop.* 2009;80(4):472–477. doi: 10.3109/17453670903110642
93. Geurts EJ, Viveen J, van Riet RP, et al. Outcomes after revision total elbow arthroplasty: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28(2):381–386. doi: 10.1016/j.jse.2018.08.024
94. Kunutsor SK, Beswick AD, Whitehouse MR, Blom AW. One- and two-stage surgical revision of infected elbow prostheses following total joint replacement: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20(1):467. doi: 10.1186/s12891-019-2848-x
95. Gutman MJ, Stone MA, Namdari S, Abboud JA. Treatment of elbow periprosthetic joint infection: a systematic review of clinical outcomes. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020;29(2):411–419. doi: 10.1016/j.jse.2019.10.002
96. Moro F. Allograft reconstruction in revision elbow arthroplasty. *Orthopade.* 2017;46(12):1001–1007. (In German). doi: 10.1007/s00132-017-3482-7
97. Barret H, Laumonerie P, Delclaux S, et al. Revision total elbow arthroplasty with the semiconstrained Coonrad/Morrey prosthesis follow-up to 21 years. *J Bone Joint Surg Am.* 2021;103(7):618–628. doi: 10.2106/JBJS.20.00889

ОБ АВТОРАХ

*Игорь Геннадьевич Арсеньев, канд. мед. наук,
врач – травматолог-ортопед;
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1801-8383>;
eLibrary SPIN: 8317-3709; e-mail: igo23602098@yandex.ru.

AUTHORS INFO

*Igor G. Arsen'ev, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist; address: 10, Priorova str., 127299,
Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1801-8383>;
eLibrary SPIN: 8317-3709; e-mail: igo23602098@yandex.ru.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Гурген Абавенович Кесян, д-р мед. наук, профессор,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1933-1822>;
eLibrary SPIN: 8960-7440; e-mail: kesyan.gurgen@yandex.ru.

Рашид Загидуллоевич Уразгильдеев, д-р мед. наук,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2357-124X>;
eLibrary SPIN: 9269-5003; e-mail: rashid-uraz@rambler.ru.

Григорий Сергеевич Карапетян, канд. мед. наук,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>;
eLibrary SPIN: 6025-2377; e-mail: dr.karapetian@mail.ru.

Андрей Николаевич Левин, канд. мед. наук,
врач – травматолог-ортопед; eLibrary SPIN: 4598-8922;
e-mail: levin-cito@mail.ru.

Овсеп Гургенович Кесян, канд. мед. наук,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-368X>;
eLibrary SPIN: 4258-3165; e-mail: offsep@yandex.ru.

Артем Анатольевич Шуйский,
врач – травматолог-ортопед, аспирант;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>;
eLibrary SPIN: 6125-1792; e-mail: shuj-artyom@mail.ru.

Gurgen A. Kesyan, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1933-1822>;
eLibrary SPIN: 8960-7440; e-mail: kesyan.gurgen@yandex.ru.

Rashid Z. Urazgil'deev, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2357-124X>;
eLibrary SPIN: 9269-5003; e-mail: rashid-uraz@rambler.ru.

Grigoriy S. Karapetyan, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>;
eLibrary SPIN: 6025-2377; e-mail: dr.karapetian@mail.ru.

Andrey N. Levin, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist; eLibrary SPIN: 4598-8922;
e-mail: levin-cito@mail.ru.

Ovsep G. Kesyan, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-368X>;
eLibrary SPIN: 4258-3165; e-mail: offsep@yandex.ru.

Artem A. Shuyskiy, MD, post-graduate student,
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>;
eLibrary SPIN: 6125-1792; e-mail: shuj-artyom@mail.ru.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71231>

Современные взгляды на лечение врожденного переднего вывиха голени на основании актуальных данных об исходах ортопедического лечения у таких пациентов

И.Ю. Круглов^{1*}, Н.Ю. Румянцев¹, О.Е. Агранович², Г.Г. Омаров²,
И.М. Каганцов¹, Н.Н. Румянцева¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия;

² Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Несмотря на быстрый прогресс в медицине, на сегодняшний день отсутствует четкий протокол ведения пациентов с таким редким заболеванием, как врожденный передний вывих голени (ВПВГ). Анализ литературы показывает, что в основной доле случаев, после неэффективного консервативного лечения, пациенты подвергаются позднему хирургическому вмешательству, которое влечет за собой целый ряд осложнений и не улучшает исходы. Такая тенденция связана с отсутствием строгого лимитирования времени начала оказания медицинской помощи ввиду нехватки регламентирующих работу рекомендаций.

Цель исследования — изучение современных подходов к консервативному и хирургическому лечению пациентов с ВПВГ на основании системного анализа литературы по базам данных PubMed, Scopus, eLibrary, CyberLeninka, библиографии ключевых статей.

Составление предварительного плана коррекции и раннее начало лечения ВПВГ значительно повышает частоту положительных исходов данного заболевания. Стоит отметить, что использование менее инвазивного подхода для начала лечения ВПВГ позволяет избежать ряда осложнений. Базируясь не только на классификации, основанной на стадии тяжести заболевания, но и на степени контрактуры четырехглавой мышцы, можно определить возможности восстановления работы сустава, что доказывает необходимость усовершенствования полученных знаний.

Существует необходимость в организации оказания медицинской помощи пациентам с ВПВГ на основании усовершенствованных классификаций, соответствующих современным представлениям об исходах ортопедического лечения у пациентов с врожденным передним вывихом голени.

Ключевые слова: врожденный передний вывих голени; раннее лечение; тактика ведения пациентов с ВПВГ; современные методы лечения ВПВГ; новорожденные.

Как цитировать:

Круглов И.Ю., Румянцев Н.Ю., Агранович О.Е., Омаров Г.Г., Каганцов И.М., Румянцева Н.Н. Современные взгляды на лечение врожденного переднего вывиха голени на основании актуальных данных об исходах ортопедического лечения у таких пациентов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 3. С. 93–100. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71231>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71231>

Current views on the management of congenital dislocation of the knee based on current data on the outcomes of orthopedic treatment in these patients

Igor Yu. Kruglov^{1*}, Nicolai Yu. Rumyantsev¹, Olga E. Agranovich², Gamzat G. Omarov², Ilya M. Kagantsov¹, Natalia N. Rumiantceva¹

¹ Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia;

² Turner National Medical Research Centre for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

Despite the rapid progress in medicine, today there is no clear protocol for the management of patients with such a rare disease as congenital dislocation of the knee (CDK). Analysis of the data shows that in the main percentage of cases, after ineffective conservative treatment, patients undergo late surgical intervention, which entails great number of complications and does not improve outcomes. This trend is associated with the lack of strict time limits for the start of medical care due to the lack of guidelines regulating the work.

Aim of the study was study modern approaches to conservative and surgical treatment of patients with congenital dislocation of the knee based on a systematic analysis of the literature.

Systematic analysis of literature sources on databases PubMed, Scopus, eLibrary, CyberLeninka, bibliography of key articles.

Preparing the preliminary plan of correction and early initiation of treatment of congenital dislocation of the knee significantly increases the rate of positive outcomes of this disease. It is worth noting that using a less invasive approach to initiating treatment of congenital dislocation of the knee avoids a number of complications. Based not only on the classification of the stage of the severity, but also on the degree of contracture of the quadriceps muscle, it is possible to determine the possibilities of restoring the work of the joint, which proves the need to improve the knowledge gained.

There is a need to organize the provision of medical care to patients with congenital dislocation of the knee on the basis of improved classifications that correspond to modern ideas about the outcomes of orthopedic treatment in patients with CDK.

Keywords: congenital dislocation of the knee; early treatment; management of patients with CDK; modern methods of CDK treatment; newborns.

To cite this article:

Kruglov IYu, Rumyantsev NYu, Agranovich OE, Omarov GG, Kagantsov IM, Rumiantceva NN. Current views on the management of congenital dislocation of the knee based on current data on the outcomes of orthopedic treatment in these patients. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(3):93–100. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto71231>

Received: 02.06.2021

Accepted: 03.09.2021

Published: 21.12.2021

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для улучшения результатов лечения пациентов с врожденным передним вывихом голени актуальным является поиск оптимальных методов ведения и сроков начала лечения.

Врожденный передний вывих голени (ВПВГ) характеризуется передним смещением мыщелков большеберцовой кости относительно мыщелков бедра. Данная деформация проявляется как изолированное идиопатическое заболевание или может встречаться при различных патологиях, таких как синдром Ларсена, врожденный множественный артрогрипоз и миелодисплазия [1–8].

Отметим исключительную редкость заболевания, частота которого оценивается в 1 случай на 100 тыс. живых новорожденных. Именно этот факт лежит в основе существующих разногласий врачей относительно тактики ведения пациентов с ВПВГ и их лечения [9].

На сегодняшний день, несмотря на прогресс в медицине, причина развития данного заболевания не установлена, а пренатальный скрининг не решает вопрос своевременной диагностики [10–12].

Наиболее актуальным вопросом остается определение сроков начала и выбора метода лечения. Принято считать, что ранняя ортопедическая коррекция ВПВГ является «золотым стандартом» ведения пациентов с врожденным передним вывихом голени [13]. В литературе описано несколько вариантов лечения, от мануальной коррекции до открытой репозиции, в зависимости от этиологии и тяжести ВПВГ, при этом авторы не выделяют показания к тому или иному методу лечения [14, 15].

Учитывая, что во время стандартного ультразвукового исследования беременных ВПВГ чаще становится

случайной находкой, чем результатом ортопедической осторожности специалиста ультразвуковой диагностики, составление предварительного плана коррекции данного заболевания представляется затруднительным [16–19].

В настоящее время нет четкого консенсуса относительно оптимального лечения ВПВГ. Различные исследования показывают, что в большинстве случаев после неэффективного консервативного лечения требуется хирургическое вмешательство, такое как капсулотомия, удлинение четырехглавой мышцы или укорочение бедренной кости [20–22].

Считается, что низкая эффективность лечения связана с его поздним началом или неправильной диагностикой стадии патологического процесса [5]. Анализируя вышесказанное, стоит отметить важность четкого понимания этапов оказания помощи новорожденным детям в первые часы их жизни.

СОВРЕМЕННЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА ЛЕЧЕНИЕ ВРОЖДЕННОГО ПЕРЕДНЕГО ВЫВИХА ГОЛЕНИ

В литературе описываются различные консервативные и хирургические методики лечения пациентов с ВПВГ. Большинство авторов считают, что лечение, оказанное в первые сутки, показывает лучшие результаты по сравнению с отдаленным началом оказания помощи [23, 24].

Данные литературы свидетельствуют, что успех лечения напрямую зависит от корректно подобранной терапии в соответствии со стадией возникновения ВПВГ [25]. Наиболее распространена классификация J. Leveuf (1946) [26], выделяющая следующие стадии: I стадия — рекурвация, II стадия — подвывиха и III стадия — вывиха (рисунок).

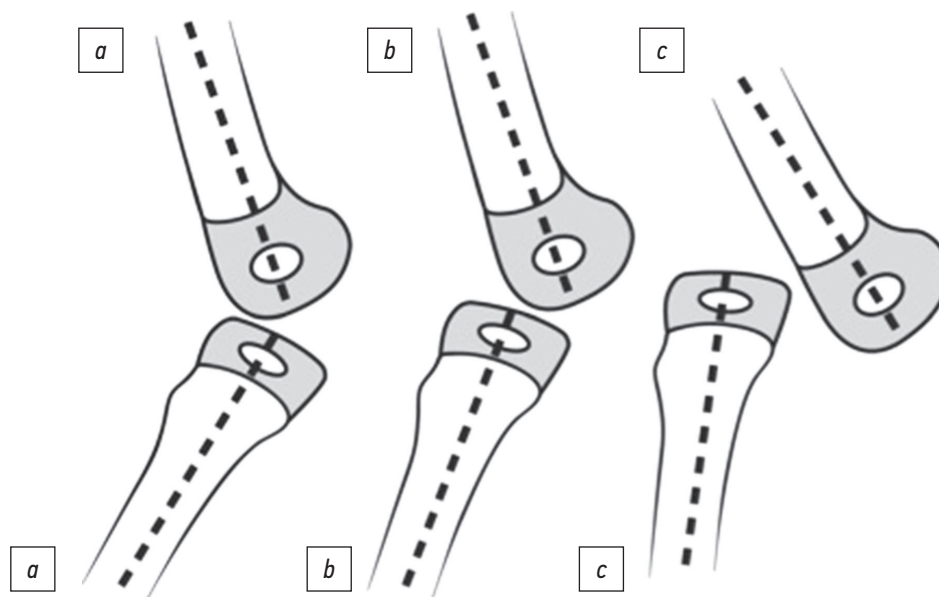


Рисунок. Стадии возникновения врожденного переднего вывиха голени по классификации J. Leveuf: *a* — I стадия (рекурвация); *b* — II стадия (подвывих); *c* — III стадия (вывих)

Figure. Stages of the lower leg congenital anterior dislocation according to the classification of J. Leveuf: *a* — stage I (recurvation); *b* — stage II (subluxation); *c* — III stage (dislocation)

Закрытая репозиция с помощью физиотерапии и иммобилизации шиной или гипсовой повязкой наиболее часто упоминается в литературе. Успешность данного лечения дискуссионна и составляет 18–85% в зависимости от исследования [27, 28].

Описаны многочисленные варианты хирургического вмешательства, чаще всего применяется обширная мобилизация четырехглавой мышцы по методике Куртиса–Фишера. Суть методики заключается в надрезе центральной части сухожилия четырехглавой мышцы бедра таким образом, чтобы обеспечить продвижение по оси V–Y. Далее переднюю часть капсулы коленного сустава разделяют в поперечном направлении до коллатеральных связок и мобилизуют четырехглавую мышцу. Затем голень опускают и сгибают до 90°. Удлиненную четырехглавую мышцу повторно ушивают с удержанием коленного сустава под углом 30°. Однако хирургические методы влекут за собой ряд осложнений, что не может делать их единственным вариантом лечения [29].

В большом ретроспективном исследовании, J. Salvador Marín и соавт. (2021) показывают, что степень контрактуры четырехглавой мышцы бедра может определять возможности восстановления и должна основываться на степени пассивного сгибания сустава [30]. По их мнению, если пассивное сгибание больше 90°, лечение следует проводить с помощью серийных гипсовых повязок в течение 2–4 нед., при этом иммобилизация осуществляется без постоянной тяги. Если же сгибание составляет от 30° до 90°, сначала необходимо использовать еженедельные гипсовые повязки и повторно оценить подвижность через 4 нед. Если достигается сгибание больше 90°, стоит продолжить консервативное лечение гипсовой повязкой. Тенотомия четырехглавой мышцы бедра рекомендуется, если по истечении 4 нед. сгибание по-прежнему остается меньше 90°. При сохранении угла пассивного сгибания менее 90° после тенотомии рекомендуется V–Y пластика, с возможной последующей артротомией, по мнению A. Sud и соавт. [31].

Вышеупомянутые авторы считают, что только после выполнения перечисленных методик стоит переходить к укорочению бедра, чтобы избежать осложнений, связанных с рубцеванием четырехглавой мышцы бедра [30, 31]. Согласно их рекомендациям, хирургическое лечение следует проводить детям в возрасте 8–16 мес, основываясь на результатах консервативного лечения, а также связанных с ним деформаций и ожиданий. Основным ограничением этих исследований является небольшой размер выборки, вследствие чего необходимо продолжить изучение вопроса.

V. Rampal и соавт. (2016) [24] показали, что безоперационное лечение ВПВГ с помощью манипуляций и наложения шин приводит к значительному улучшению состояния пациентов во всех исследованных случаях рекурвации

и подвывиха, т. е. I и II стадии развития заболевания. Ученые предлагают комплексное решение проблемы — прогрессивную репозицию тракцией с последующей иммобилизацией гипсовой повязкой, что, по данным исследований, сокращает показания к хирургическому вмешательству.

V. Rampal и соавт. (2016) [24] рекомендуют начинать лечение ВПВГ на стадии рекурвации и подвывиха безоперационным способом, однако на стадии вывиха хирургическое лечение становится основным.

T.H. Abdelaziz и соавт. (2011) [32] выполняли V–Y пластику четырехглавой мышцы бедра или тенотомию четырехглавой мышцы бедра с артролизом или без, фиксируя вывих спицами Киршнера. Было достигнуто полное сгибание в 57% случаев, однако пациенты жаловались на постоянные болезненные ощущения.

C.C. Cheng и соавт. (2010) [33] доказали, что консервативные методы на ранней стадии, а именно аккуратное вправление ВПВГ в первые 24 ч жизни пациентов, дают успешные результаты. Средняя длительность наблюдения составила 4,3 года. У 18 из 19 пациентов была отмечена отличная или хорошая динамика. Данный анализ продемонстрировал увеличение частоты хирургического вмешательства в случае откладывания лечения.

Интересным вариантом комбинированного лечения ВПВГ стало серийное наложение гипсовой повязки с последующей хирургической коррекцией путем чрескожной тенотомии четырехглавой мышцы бедра в раннем возрасте. Результаты исследования K.R. Prasad Shah и соавт. (2009) [34] подтверждают эффективность использования менее инвазивного подхода для начала лечения ВПВГ. Было получено 69% отличных результатов независимо от степени тяжести ВПВГ за очень короткий период наблюдения (33 мес). Такой подход позволяет избежать осложнений в виде обширных рубцов, которые часто сопровождают более инвазивные хирургические методы лечения.

M.E. Oetgen и соавт. (2010) [35] в исследовании результатов долгосрочного лечения пациентов с ВПВГ III степени, перенесших первичную операцию, получили положительные данные, сравнивая пластику четырехглавой мышцы и укорочение бедренной кости в отношении мобильности.

A.O. Youssef (2017) достиг удовлетворительных результатов при раннем начале консервативного лечения ВПВГ III степени с последующей хирургической коррекцией [36]. C. Klein и соавт. (2018) [3] рекомендовали лечение внешним фиксатором в качестве альтернативы хирургическому вмешательству в тяжелых случаях, а именно при III стадии. Это позволит избежать таких серьезных осложнений операции на четырехглавой мышце или операции по укорочению, как кровотечение, шрамы, инфекция или дефицит разгибательного аппарата.

Анализ ряда научных исследований, касающихся сроков начала лечения пациентов с ВПВГ, позволяет сделать

вывод, что большинство исследователей рекомендуют аккуратное вправление ВПВГ в первые сутки жизни ребенка, что значительно повышает частоту положительных исходов лечения данного заболевания [37].

Оказание помощи следует начинать сразу после рождения, выполняя повторные манипуляции и мобилизации, чтобы обеспечить постепенное сгибание. Это может потребовать длительной иммобилизации в гипсовых повязках, лонгетах, шинах или механических устройствах, выполняющих ту же функцию (например, полипропиленовых шинах), а также применения различных механических элементов. Возможно выполнение щадящей коррекции с помощью гипсовых повязок или даже использование скелетного вытяжения [38–41].

Хотя многие авторы считают раннее начало лечения и ортопедической коррекции врожденного переднего вывиха голени неотъемлемой частью оказания помощи новорожденным, часть исследователей придерживается обратного мнения [42, 43].

Например, В.К. Amrath Raj и соавт. (2020) ретроспективно проанализировали исходы лечения сочетанного врожденного переднего вывиха голени и бедра у пациентов старше 6 мес и пришли к выводу, что при хирургических вмешательствах в большинстве случаев возможно достижение положительных результатов [42].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация и применение протокола ведения пациентов при таком редком заболевании, как ВПВГ, предполагает хорошие долгосрочные функциональные результаты с небольшим количеством осложнений и отсутствием рецидивов. Правильный выбор метода лечения при различных терапевтических ситуациях важен для достижения положительного результата. Благодаря анализу обширной базы научной литературы были сделаны выводы о необходимости оказания медицинской помощи пациентам с ВПВГ в соответствии с разработанными классификациями и современными

представлениями об исходах ортопедического лечения у таких пациентов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: И.Ю. Круглов — разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, анализ материала, написание текста рукописи; Н.Ю. Румянцев, О.Е. Агранович, Г.Г. Омаров, Н.Н. Румянцева — обзор публикаций по теме статьи, анализ материала, редактирование текста рукописи; И.М. Каганцов — обзор публикаций по теме статьи, анализ материала, написание текста рукописи.

Author contribution. I.Yu. Kruglov — development of research design, review of publications on the topic of the article, analysis of the material, writing the text of the manuscript; N.Yu. Rummyantsev, O.E. Agranovich, G.G. Omarov, N.N. Rumiantceva — review of publications on the topic of the article, analysis of the material, editing the text of the manuscript; I.M. Kagantsov — review of publications on the topic of the article, analysis of the material, writing the text of the manuscript. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 121031100293-9).

Funding source. The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (No. 121031100293-9).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Borowski A., Grissom L., Littleton A.G., et al. Diagnostic imaging of the knee in children with arthrogryposis and knee extension or hyperextension contracture // *J Pediatr Orthop*. 2008. Vol. 28, N 4. P. 466–470. doi: 10.1097/BPO.0b013e31816c4dd8
2. Matar H.E., Garg N.K. Management of joint dislocations of the lower limb in Larsen syndrome: practical approach // *Ann R Coll Surg Engl*. 2016. Vol. 99, N 1. P. e8–e10. doi: 10.1308/rcsann.2016.0258
3. Klein C., Bulaid Y., Deroussen F., et al. Congenital dislocation of the knee in a three-year-old-child with Larsen syndrome: treatment with a hexapod-type external fixator // *Knee*. 2018. Vol. 25, N 5. P. 966–971. doi: 10.1016/j.knee.2018.07.006
4. Madadi F., Tahririan M.A., Karami M., et al. Complicated congenital dislocation of the knee: a case report // *Arch Bone Jt Surg*. 2016. Vol. 4, N 4. P. 396–398.
5. Bhatti A., Lakho M.T., Azfar M., et al. Functional outcome of open relocation of the congenital dislocated knee with and without distal arthrogryposis // *Journal of Pakistan Orthopaedic Association*. 2015. Vol. 27, N 2. P. 11–16.
6. Mehrafshan M., Wicart P., Ramanoudjame M., et al. Congenital dislocation of the knee at birth – Part I: clinical signs and classification // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016. Vol. 102, N 5. P. 631–633. doi: 10.1016/j.otsr.2016.04.008

7. Dobbs M.B., Boehm S., Grange D.K., Gurnett C.A. Congenital knee dislocation in a patient with Larsen syndrome and a novel filamin B mutation // *Clin Orthop Relat Res*. 2008. Vol. 466, N 6. P. 1503–1509. doi: 10.1007/s11999-008-0196-5
8. Müller M., Strecker W. Congenital knee dislocation in Larsen syndrome treated by arthroplasty // *Orthopade*. 2010. Vol. 39, N 4. P. 444–448. (In German). doi: 10.1007/s00132-009-1579-3
9. Arvinis C., Luque R., Díaz-Ceacero C., et al. Congenital knee dislocation: case report // *Acta Ortop Mex*. 2016. Vol. 30, N 3. P. 147–149. (In Spanish).
10. Kamata N., Takahashi T., Nakatani K., Yamamoto H. Ultrasonographic evaluation of congenital dislocation of the knee // *Skeletal Radiol*. 2002. Vol. 31, N 9. P. 539–542. doi: 10.1007/s00256-002-0538-4
11. Parsch K. Ultrasound diagnosis of congenital knee dislocation // *Orthopade*. 2002. Vol. 31, N 3. P. 306–307. (In Spanish). doi: 10.1007/s00132-001-0258-9
12. Barber M.A., Equiluz I., Plasencia W., et al. Prenatal features of genu recurvatum and genu flexum // *Int J Gynaecol Obstet*. 2009. Vol. 105, N 3. P. 267–268. doi: 10.1016/j.ijgo.2009.01.015
13. Elmadag M., Ceylan H.H., Erdil M., et al. Congenital dislocation of knee // *Eur J Gen Med*. 2013. Vol. 10, N 3. P. 164–166.
14. Hung N.N., Tan D., Ngoc Hien N.D. Patellar dislocation due to iatrogenic quadriceps fibrosis: results of operative treatment in 54 cases // *J Child Orthop*. 2014. Vol. 8, N 1. P. 49–59. doi: 10.1007/s11832-014-0564-5
15. Kaissi A.A., Ganger R., Klaushofer K., Grill F. The management of knee dislocation in a child with Larsen syndrome // *Clinics (Sao Paulo)*. 2011. Vol. 66, N 7. P. 1295–1299. doi: 10.1590/s1807-59322011000700030
16. de Castro Lopez M.J., Iglesias Deus A., Rodrigues Vidal A., et al. Knee dislocation in the delivery room // *J Pediatr*. 2014. Vol. 165, N 4. P. 871. doi: 10.1016/j.jpeds.2014.05.035
17. Gorincour G., Chotel F., Rudigoz R.C., et al. Prenatal diagnosis of congenital genu recurvatum following amniocentesis complicated by leakage // *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2003. Vol. 22, N 6. P. 643–645. doi: 10.1002/uog.884
18. Praglia F., Stefano E., Meana N.V. Luxación congénita de rodilla en el síndrome de cutis laxa // *Rev Hosp Niños BAires*. 2008. Vol. 50, N 230. P. 253–255. (In Spanish).
19. Monteagudo A., Kudla M.M., Essig M., et al. Real-time and 3-dimensional sonographic diagnosis of postural congenital genu recurvatum // *J Ultrasound Med*. 2006. Vol. 25, N 8. P. 1079–1083. doi: 10.7863/jum.2006.25.8.1079
20. Johnston C.E. 2nd. Simultaneous open reduction of ipsilateral congenital dislocation of the hip and knee assisted by femoral diaphyseal shortening // *J Pediatr Orthop*. 2011. Vol. 31, N 7. P. 732–740. doi: 10.1097/BPO.0b013e31822f1b24
21. Sud A., Kumar N., Mehtani A. Femoral shortening in the congenital dislocation of the knee joint: results of mid-term follow-up // *J Pediatr Orthop B*. 2013. Vol. 22, N 5. P. 440–444. doi: 10.1097/BPB.0b013e31828362b8c4
22. Klingele K.E., Stephens S. Management of ACL elongation in the surgical treatment of congenital knee dislocation // *Orthopedics*. 2012. Vol. 35, N 7. P. 1094–1098. doi: 10.3928/01477447-20120621-29
23. Roth S., Sestan B., Gruber B., et al. Bilateral congenital dislocation of the knee with ipsilateral developmental dysplasia of the hip – report of three patients // *Coll Antropol*. 2010. Vol. 34, Suppl. 1. P. 299–305.
24. Rampal V., Mehrafshan M., Ramanoudjame M., et al. Congenital dislocation of the knee at birth – Part 2: impact of a new classification on treatment strategies, results and prognostic factors // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016. Vol. 102, N 5. P. 635–638. doi: 10.1016/j.otsr.2016.04.009
25. Kumar J., Dhammi I.K., Jain A.K. Neglected surgically intervened bilateral congenital dislocation of knee in an adolescent // *Indian J Orthop*. 2014. Vol. 48, N 1. P. 96–100. doi: 10.4103/0019-5413.125524
26. Jacobsen K., Vopalecky F. Congenital dislocation of the knee // *Acta Orthop Scand*. 1985. Vol. 56, N 1. P. 1–7. doi: 10.3109/17453678508992968
27. Flowers D., Olmedo M. Non-surgical management of a tibio-femoral knee dislocation in a patient with sarcoidosis // *BMJ Case Rep*. 2019. Vol. 12, N 11. P. e229605. doi: 10.1136/bcr-2019-229605
28. Morales-Roselló J., Loscalzo G., Hueso-Villanueva M., et al. Congenital knee dislocation, case report and review of the literature // *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2020. P. 1–3. doi: 10.1080/14767058.2020.1731464
29. Curtis B.H., Fisher R.L. Congenital hyperextension with anterior subluxation of the knee. Surgical treatment and long-term observations // *J Bone Joint Surg Am*. 1969. Vol. 51, N 2. P. 255–269.
30. Salvador Marín J., Miranda Gorozarri C., Egea-Gámez R.M., et al. Congenital knee dislocation. Therapeutic protocol and long-term functional results // *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed)*. 2021. Vol. 65, N 3. P. 172–179. doi: 10.1016/j.recot.2020.07.007
31. Sud A., Chaudhry A., Mehtani A., et al. Functional outcome following quadriceps tendon lengthening in congenital dislocation of the knee, with special reference to extensor weakness // *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2009. Vol. 4, N 3. P. 123–127. doi: 10.1007/s11751-009-0072-1
32. Abdelaziz T.H., Samir S. Congenital dislocation of the knee: a protocol for management based on degree of knee flexion // *J Child Orthop*. 2011. Vol. 5, N 2. P. 143–149. doi: 10.1007/s11832-011-0333-7
33. Cheng C.C., Ko J.Y. Early reduction for congenital dislocation of the knee within twenty-four hours of birth // *Chang Gung Med J*. 2010. Vol. 33, N 3. P. 266–273.
34. Prasad Shah K.R., Shipra C., Abul K., et al. Congenital genu recurvatum with dislocation of knee: a case report // *Journal of Nobel Medical College*. 2011. Vol. 1, N 1. P. 68–70. doi: 10.3126/jonmc.v1i1.7291
35. Oetgen M.E., Walick K.S., Tulchin K., et al. Functional results after surgical treatment for congenital knee dislocation // *J Pediatr Orthop*. 2010. Vol. 30, N 3. P. 216–223. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181d48375
36. Youssef A.O. Limited open quadriceps release for treatment of congenital dislocation of the knee // *J Pediatr Orthop*. 2017. Vol. 37, N 3. P. 192–198. doi: 10.1097/BPO.0000000000000612
37. Gómez L.O., Gimeno J.S., Barrecheguren E.G., et al. Congenital dislocation of the knee: report of 2 cases // *An Pediatr (Barc)*. 2015. Vol. 82, N 1. P. e139–e142. doi: 10.1016/j.anpedi.2014.03.006
38. Christmas M. Conservative management of the bilateral congenital dislocation of the knee: a case report // *West Indian Medical Journal*. 2017. Vol. 66, N 2. P. 335–339. doi: 10.7727/wimj.2015.556
39. Khaled M., Elgafary K., El-adly W. Percutaneous needle quadriceps tenotomy for treatment of idiopathic congenital dislocation of the knee // *Current Orthopaedic Practice*. 2018. Vol. 29, N 5. P. 476–479. doi: 10.1097/BCO.0000000000000660
40. Tiwari M., Sharma N. Unilateral congenital knee and hip dislocation with bilateral clubfoot – a rare packaging disorder // *J Orthop Case Rep*. 2013. Vol. 3, N 2. P. 21–24. doi: 10.13107/jocr.2250-0685.096

41. Купрашвили А.А., Илькевич Н.Г., Дражина О.Г. Врожденный вывих голени в коленном суставе: обсуждение клинических случаев // Медицинский журнал. 2014. № 3. С. 124–127.

42. Amrath Raj B.K., Kumar A.S., Hitesh S. Surgical management of the congenital dislocation of the knee and hip in children presented

after six months of age // *Int Orthop*. 2020. Vol. 44, N 12. P. 2635–2644. doi: 10.1007/s00264-020-04759-8

43. Tajdar F., Victor J. Unilateral congenital dislocation of the knee and hip: a case report // *Acta Orthop Belg*. 2012. Vol. 78, N 1. P. 134–138.

REFERENCES

- Borowski A, Grissom L, Littleton AG, et al. Diagnostic imaging of the knee in children with arthrogryposis and knee extension or hyperextension contracture. *J Pediatr Orthop*. 2008;28(4):466–470. doi: 10.1097/BPO.0b013e31816c4dd8
- Matar HE, Garg NK. Management of joint dislocations of the lower limb in Larsen syndrome: practical approach. *Ann R Coll Surg Engl*. 2016;99(1):e8–e10. doi: 10.1308/rcsann.2016.0258
- Klein C, Bulaid Y, Deroussen F, et al. Congenital dislocation of the knee in a three-year-old-child with Larsen syndrome: treatment with a hexapod-type external fixator. *Knee*. 2018;25(5):966–971. doi: 10.1016/j.knee.2018.07.006
- Madadi F, Tahririan MA, Karami M, et al. Complicated congenital dislocation of the knee: a case report. *Arch Bone Jt Surg*. 2016;4(4):396–398.
- Bhatti A, Lakho MT, Azfar M, et al. Functional outcome of open relocation of the congenital dislocated knee with and without distal arthrogryposis. *Journal of Pakistan Orthopaedic Association*. 2015;27(2):11–16.
- Mehrafshan M, Wicart P, Ramanoudjame M, et al. Congenital dislocation of the knee at birth – Part I: clinical signs and classification. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016;102(5):631–633. doi: 10.1016/j.otsr.2016.04.008
- Dobbs MB, Boehm S, Grange DK, Gurnett CA. Congenital knee dislocation in a patient with Larsen syndrome and a novel filamin B mutation. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466(6):1503–1509. doi: 10.1007/s11999-008-0196-5
- Müller M, Strecker W. Congenital knee dislocation in Larsen syndrome treated by arthroplasty. *Orthopade*. 2010;39(4):444–448. (In German). doi: 10.1007/s00132-009-1579-3
- Arvinus C, Luque R, Díaz-Ceacero C, et al. Congenital knee dislocation: case report. *Acta Ortop Mex*. 2016;30(3):147–149. (In Spanish).
- Kamata N, Takahashi T, Nakatani K, Yamamoto H. Ultrasonographic evaluation of congenital dislocation of the knee. *Skeletal Radiol*. 2002;31(9):539–542. doi: 10.1007/s00256-002-0538-4
- Parsch K. Ultrasound diagnosis of congenital knee dislocation. *Orthopade*. 2002;31(3):306–307. (In Spanish). doi: 10.1007/s00132-001-0258-9
- Barber MA, Equiluz I, Plasencia W, et al. Prenatal features of genu recurvatum and genu flexum. *Int J Gynaecol Obstet*. 2009;105(3):267–268. doi: 10.1016/j.ijgo.2009.01.015
- Elmadag M, Ceylan HH, Erdil M, et al. Congenital dislocation of knee. *Eur J Gen Med*. 2013;10(3):164–166.
- Hung NN, Tan D, Ngoc Hien ND. Patellar dislocation due to iatrogenic quadriceps fibrosis: results of operative treatment in 54 cases. *J Child Orthop*. 2014;8(1):49–59. doi: 10.1007/s11832-014-0564-5
- Kaissi AA, Ganger R, Klaushofer K, Grill F. The management of knee dislocation in a child with Larsen syndrome. *Clinics (Sao Paulo)*. 2011;66(7):1295–1299. doi: 10.1590/s1807-59322011000700030
- de Castro Lopez MJ, Iglesias Deus A, Rodrigues Vidal A, et al. Knee dislocation in the delivery room. *J Pediatr*. 2014;165(4):871. doi: 10.1016/j.jpeds.2014.05.035
- Gorincour G, Chotel F, Rudigoz RC, et al. Prenatal diagnosis of congenital genu recurvatum following amniocentesis complicated by leakage. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2003;22(6):643–645. doi: 10.1002/uog.884
- Praglia F, Stefano E, Meana NV. Luxación congénita de rodilla en el síndrome de cutis laxa. *Rev Hosp Niños BAires*. 2008;50(230):253–255. (In Spanish).
- Monteagudo A, Kudla MM, Essig M, et al. Real-time and 3-dimensional sonographic diagnosis of postural congenital genu recurvatum. *J Ultrasound Med*. 2006;25(8):1079–1083. doi: 10.7863/jum.2006.25.8.1079
- Johnston CE 2nd. Simultaneous open reduction of ipsilateral congenital dislocation of the hip and knee assisted by femoral diaphyseal shortening. *J Pediatr Orthop*. 2011;31(7):732–740. doi: 10.1097/BPO.0b013e31822f1b24
- Sud A, Kumar N, Mehtani A. Femoral shortening in the congenital dislocation of the knee joint: results of mid-term follow-up. *J Pediatr Orthop B*. 2013;22(5):440–444. doi: 10.1097/BPB.0b013e31828362b8c4
- Klingele KE, Stephens S. Management of ACL elongation in the surgical treatment of congenital knee dislocation. *Orthopedics*. 2012;35(7):1094–1098. doi: 10.3928/01477447-20120621-29
- Roth S, Sestan B, Gruber B, et al. Bilateral congenital dislocation of the knee with ipsilateral developmental dysplasia of the hip – report of three patients. *Coll Antropol*. 2010;34 Suppl. 1:299–305.
- Rampal V, Mehrafshan M, Ramanoudjame M, et al. Congenital dislocation of the knee at birth – Part 2: impact of a new classification on treatment strategies, results and prognostic factors. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016;102(5):635–638. doi: 10.1016/j.otsr.2016.04.009
- Kumar J, Dhammi IK, Jain AK. Neglected surgically intervened bilateral congenital dislocation of knee in an adolescent. *Indian J Orthop*. 2014;48(1):96–100. doi: 10.4103/0019-5413.125524
- Jacobsen K, Vopalecky F. Congenital dislocation of the knee. *Acta Orthop Scand*. 1985;56(1):1–7. doi: 10.3109/17453678508992968
- Flowers D, Olmedo M. Non-surgical management of a tibiofemoral knee dislocation in a patient with sarcoidosis. *BMJ Case Rep*. 2019;12(11):e229605. doi: 10.1136/bcr-2019-229605
- Morales-Roselló J, Loscalzo G, Hueso-Villanueva M, et al. Congenital knee dislocation, case report and review of the literature. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2020:1–3. doi: 10.1080/14767058.2020.1731464
- Curtis BH, Fisher RL. Congenital hyperextension with anterior subluxation of the knee. Surgical treatment and long-term observations. *J Bone Joint Surg Am*. 1969;51(2):255–269.
- Salvador Marín J, Miranda Gorozarri C, Egea-Gámez RM, et al. Congenital knee dislocation. Therapeutic protocol and long-term functional results. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed)*. 2021;65(3):172–179. doi: 10.1016/j.recot.2020.07.007
- Sud A, Chaudhry A, Mehtani A, et al. Functional outcome following quadriceps tendon lengthening in congenital dislocation of the knee, with special reference to extensor weakness. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2009;4(3):123–127. doi: 10.1007/s11751-009-0072-1

- 32.** Abdelaziz TH, Samir S. Congenital dislocation of the knee: a protocol for management based on degree of knee flexion. *J Child Orthop.* 2011;5(2):143–149. doi: 10.1007/s11832-011-0333-7
- 33.** Cheng CC, Ko JY. Early reduction for congenital dislocation of the knee within twenty-four hours of birth. *Chang Gung Med J.* 2010;33(3):266–273.
- 34.** Prasad Shah KR, Shipra C, Abul K, et al. Congenital genu recurvatum with dislocation of knee: a case report. *Journal of Nobel Medical College.* 2011;1(1):68–70. doi: 10.3126/jonmc.v1i1.7291
- 35.** Oetgen ME, Walick KS, Tulchin K, et al. Functional results after surgical treatment for congenital knee dislocation. *J Pediatr Orthop.* 2010;30(3):216–223. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181d48375
- 36.** Youssef AO. Limited open quadriceps release for treatment of congenital dislocation of the knee. *J Pediatr Orthop.* 2017;37(3):192–198. doi: 10.1097/BPO.0000000000000612
- 37.** Gómez LO, Gimeno JS, Barrecheguren EG, et al. Congenital dislocation of the knee: report of 2 cases. *An Pediatr (Barc).* 2015;82(1):e139–e142. doi: 10.1016/j.anpedi.2014.03.006
- 38.** Christmas M. Conservative management of the bilateral congenital dislocation of the knee: a case report. *West Indian Medical Journal.* 2017;66(2):335–339. doi: 10.7727/wimj.2015.556
- 39.** Khaled M, Elgafary K, El-adly W. Percutaneous needle quadriceps tenotomy for treatment of idiopathic congenital dislocation of the knee. *Current Orthopaedic Practice.* 2018;29(5):476–479. doi: 10.1097/BCO.0000000000000660
- 40.** Tiwari M, Sharma N. Unilateral congenital knee and hip dislocation with bilateral clubfoot — a rare packaging disorder. *J Orthop Case Rep.* 2013;3(2):21–24. doi: 10.13107/jocr.2250-0685.096
- 41.** Kuprashvili AA, Ilkevich NG, Draijina OG. Congenital dislocations of the knee joints: discussion of clinical cases. *Meditsinskii zhurnal.* 2014;(3):124–127. (In Russ).
- 42.** Amrath Raj BK, Kumar AS, Hitesh S. Surgical management of the congenital dislocation of the knee and hip in children presented after six months of age. *Int Orthop.* 2020;44(12):2635–2644. doi: 10.1007/s00264-020-04759-8
- 43.** Tajdar F, Victor J. Unilateral congenital dislocation of the knee and hip: a case report. *Acta Orthop Belg.* 2012;78(1):134–138.

ОБ АВТОРАХ

* **Игорь Юрьевич Круглов**, врач – травматолог-ортопед;
адрес: Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1234-1390>;
eLibrary SPIN: 7777-1047; e-mail: dr.kruglov@yahoo.com

Николай Юрьевич Румянцев, врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4956-621>;
e-mail: dr.rumyantsev@gmail.com

Ольга Евгеньевна Агранович, д-р мед. наук,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6655-4108>;
eLibrary SPIN: 4393-3694; e-mail: olga_agranovich@yahoo.com

Гамзат Гаджиевич Омаров, канд. мед. наук,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9252-8130>;
e-mail: ortobaby@yandex.ru

Илья Маркович Каганцов, д-р мед. наук,
врач – детский уролог-андролог, детский хирург;
ORCID orcid.org/0000-0002-3957-1615; eLibrary SPIN: 7936-8722;
e-mail: ilkagan@rambler.ru

Наталья Николаевна Румянцева,
врач – травматолог-ортопед;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2052-451X>;
eLibrary SPIN: 3497-3878; e-mail: natachazlaya@mail.ru

AUTHORS INFO

* **Igor Yu. Kruglov**, MD, paediatric orthopaedic surgeon;
address: 2 Akkuratova str., St. Petersburg, 197341, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1234-1390>;
eLibrary SPIN: 7777-1047; e-mail: dr.kruglov@yahoo.com

Nicolai Yu. Rumyantsev, MD, paediatric orthopaedic surgeon;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4956-621>;
e-mail: dr.rumyantsev@gmail.com

Olga E. Agranovich, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6655-4108>;
eLibrary SPIN: 4393-3694; e-mail: olga_agranovich@yahoo.com

Gamzat G. Omarov, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9252-8130>;
e-mail: ortobaby@yandex.ru

Ilya M. Kagantsov, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.),
pediatric urologist-andrologist, pediatric surgeon;
ORCID orcid.org/0000-0002-3957-1615; eLibrary SPIN: 7936-8722;
e-mail: ilkagan@rambler.ru

Natalia N. Rumiantceva, MD,
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2052-451X>;
eLibrary SPIN: 3497-3878; e-mail: natachazlaya@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto81561>

VI съезд травматологов-ортопедов Дальневосточного федерального округа

А.М. Мироманов^{1, 2*}, С.О. Давыдов^{1, 2}

¹ Читинская государственная медицинская академия, Чита, Россия;

² Инновационная клиника «Академия здоровья», Чита, Россия

АННОТАЦИЯ

Представлена информация о состоявшемся 16–17 сентября 2021 года в г. Чита VI съезде травматологов-ортопедов Дальневосточного федерального округа (ДФО) совместно с Всероссийской научно-практической конференцией с международным участием «Травматология, ортопедия и восстановительная медицина Дальнего Востока: достижения, проблемы, перспективы». Работа VI съезда прошла динамично и плодотворно, что позволило достичь поставленных целей: были рассмотрены современные вопросы профилактики, диагностики, лечения травм, заболеваний и состояний костно-мышечной системы, медицинской реабилитации пациентов, позволяющие совершенствовать имеющиеся или освоить новые знания, умения, навыки и компетенции обучающихся для осуществления качественной профессиональной деятельности по специальности «травматология и ортопедия», что в конечном итоге сформирует трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом «Врач-травматолог-ортопед». В завершение работы съезда делегатами была принята резолюция, отражающая наиболее проблемные аспекты службы, решение которых значительно повысит доступность и качество оказания травматолого-ортопедической помощи в ДФО.

Ключевые слова: травматология и ортопедия; съезд; конференция; Дальневосточный федеральный округ.

Как цитировать:

Мироманов А.М., Давыдов С.О. VI съезд травматологов-ортопедов Дальневосточного федерального округа // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 3. С. 101–106. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto81561>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto81561>

6th Congress of Traumatologists and Orthopedists of the Far Eastern Federal District

Aleksandr M. Miromanov^{1, 2*}, Sergey O. Davydov^{1, 2}

¹ Chita State Medical Academy, Chita, Russia;

² Innovative clinic "Academy of Health", Chita, Russia

ABSTRACT

The short message provides information on the 6th Congress of Traumatologists and Orthopedists of the Far Eastern Federal District held on September 16–17, 2021 in Chita together with the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation "Traumatology, Orthopedics, and Rehabilitation Medicine of the Far East: Achievements, problems, prospects". The work of the 6th Congress was held in a dynamic and fruitful format, which made it possible to achieve the goals set: modern issues of prevention, diagnosis, treatment of injuries, diseases and conditions of the musculoskeletal system, medical rehabilitation of patients were considered, which made it possible to improve existing or master new knowledge, skills, and abilities and the competence of students to carry out high-quality professional activities in the specialty "Traumatology and Orthopedics", which will ultimately form labor functions in accordance with the professional standard "Traumatologist-orthopedist". At the end of the Congress, the delegates adopted a resolution reflecting the most problematic aspects of the service, the solution of which will significantly increase the availability and quality of the provision of traumatological and orthopedic care in the Far Eastern Federal District.

Keywords: traumatology and orthopedics; congress; conference; Far Eastern Federal District.

To cite this article:

Miromanov AM, Davydov SO. 6th Congress of Traumatologists and Orthopedists of the Far Eastern Federal District. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(3):101–106. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto81561>

16–17 сентября 2021 года в г. Чита, на базе инновационной клиники «Академия здоровья», в очном формате состоялся VI съезд травматологов-ортопедов Дальневосточного федерального округа совместно с Всероссийской научно-практической конференцией с международным участием «Травматология, ортопедия и восстановительная медицина Дальнего Востока: достижения, проблемы, перспективы». Организаторами съезда выступили правительство и министерство здравоохранения Забайкальского края, Ассоциация травматологов-ортопедов России (АТОР), Читинская государственная медицинская академия, инновационная клиника «Академия здоровья», Научно-практическое общество травматологов-ортопедов Забайкалья.

Цель проведения съезда — рассмотрение современных вопросов профилактики, диагностики, лечения травм, заболеваний и состояний костно-мышечной системы, медицинской реабилитации пациентов, которые позволят совершенствовать имеющиеся или освоить новые знания, умения, навыки и компетенции обучающихся для осуществления качественной профессиональной деятельности по специальности «травматология и ортопедия», что в конечном итоге сформирует трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом «Врач-травматолог-ортопед», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.11.2018 № 698н [1].

В связи с тем, что указом Президента Российской Федерации от 03.11.2018 № 632 в состав Дальневосточного федерального округа включены Республика Бурятия и Забайкальский край, логотип съезда был изменен (рис. 1).

В конференции приняли участие 226 человек. В их числе не только травматологи-ортопеды, но и хирурги, реабилитологи, анестезиологи и реаниматологи из г. Москвы и Московской области, г. Санкт-Петербурга, г. Казани, г. Ташкента (Республика Узбекистан), г. Иркутска и Иркутской области, г. Улан-Удэ и Республики Бурятия, г. Благовещенска, г. Хабаровска, г. Якутска и Республики Саха (Якутия), г. Читы и Забайкальского края (рис. 2).



Рис. 1. Логотип VI Съезда травматологов-ортопедов Дальневосточного федерального округа

Fig. 1. Logotype of the 6th Congress of Traumatologists and Orthopedists of the Far Eastern Federal District

Научно-образовательная программа съезда включала пленарные, секционные заседания и мастер-классы, в ходе которых ведущие специалисты рассмотрели и обсудили такие важные направления, как организация травматолого-ортопедической помощи в России: вопросы взаимодействия территориальных и ведомственных структур, организация высокотехнологичной помощи; особенности организации помощи при различных видах травматизма и условиях пандемии; современные образовательные технологии в травматологии и ортопедии, непрерывное медицинское образование; биотехнологии в травматологии, ортопедии и вертебрологии; внедрение инновационных отечественных и зарубежных научных достижений в российскую практическую медицину (при остеосинтезе, артроскопических и вертебрологических операциях, эндопротезировании); реконструктивная хирургия, в том числе последствия травм и онкологические поражения опорно-двигательного аппарата; травматология, ортопедия и вертебрология детского возраста; хирургия инфекционных осложнений в травматологии и ортопедии; проблемы лечения геронтологических пациентов с травмами и заболеваниями опорно-двигательной системы, а также нехирургические



Рис. 2. Делегаты VI съезда травматологов-ортопедов Дальневосточного федерального округа

Fig. 2. Delegates of the 6th Congress of Traumatologists and Orthopedists of the Far Eastern Federal District

методы лечения патологии опорно-двигательного аппарата, профилактическая медицина. Модераторами конференции выступили известные исследователи в области травматологии и ортопедии — профессор И.Ф. Ахтямов, профессор А.Ф. Лазарев, профессор М.В. Паршиков, профессор В.А. Шильников и многие другие.

Учитывая высокую научно-практическую значимость представленных на обсуждение вопросов, документация по данному учебному мероприятию аккредитована Комиссией по оценке учебных мероприятий и материалов для непрерывного медицинского и фармацевтического образования Минздрава России [2] — 12 кредитов за два дня участия по специальностям «травматология и ортопедия», «хирургия», «физическая и реабилитационная медицина». Проведенное в ходе научно-практической конференции закрытое анкетирование с целью определения удовлетворенности содержанием отдельных структурных элементов и тематики программы образовательного мероприятия показало высокую удовлетворенность респондентами — 4,9 баллов из 5 возможных. Не меньший интерес у специалистов вызвала выставка изделий медицинского назначения: на съезде были представлены 20 компаний-производителей и поставщиков медицинского оборудования, имплантатов и лекарственных средств.

Работа съезда прошла динамично и плодотворно, что позволило достичь поставленных целей. В завершение работы Съезда делегаты приняли резолюцию, отражающую, на наш взгляд, наиболее проблемные аспекты службы. Их решение значительно повысит доступность и качество оказания травматолого-ортопедической помощи в Дальневосточном федеральном округе.

Резолюция VI съезда травматологов-ортопедов Дальневосточного федерального округа

Заслушав и обсудив на пленарном и секционных заседаниях съезда доклады ведущих травматологов-ортопедов России и других участников Съезда — представителей практического здравоохранения, высших учебных заведений, научно-исследовательских учреждений, съезд определил основные позитивные и проблемные вопросы в организации оказания травматолого-ортопедической помощи населению Дальневосточного федерального округа (ДФО) и Российской Федерации в целом.

Основные цели деятельности травматолого-ортопедической службы — обеспечение доступности и своевременности медицинской помощи, повышение эффективности медицинских услуг, объемы, виды и качество которых должны соответствовать уровню травматизма/заболеваемости и потребностям населения, передовым достижениям медицинской науки.

Дорожно-транспортные происшествия продолжают наносить экономике страны и обществу в целом колоссальный социальный, материальный и демографический ущерб [3].

Отток высококвалифицированных медицинских работников из государственных медицинских организаций и нарастающий дефицит врачей травматологов-ортопедов, несовершенство федеральной нормативно-правовой базы, разбалансировка этапности и преемственности оказания травматолого-ортопедической помощи, в том числе высокотехнологической, объективная невозможность своевременной медицинской эвакуации пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях с тяжелыми сочетанными травмами, рост эпидемиологической значимости новой коронавирусной инфекции при оказании хирургической помощи, увеличение антимикробной резистентности можно считать угрозами национальной безопасности в сфере охраны здоровья граждан и государства в целом.

Сохраняется дефицит врачебных кадров травматолого-ортопедического профиля в ДФО. Обеспеченность населения травматологами-ортопедами составляет 0,88 на 10 тыс., коэффициент совместительства — 1,5 [4].

Решение основных задач развития травматолого-ортопедической службы в ДФО должно осуществляться по следующим приоритетным направлениям:

- строительство и реконструкция объектов здравоохранения; развитие инфраструктуры и материально-технической базы медицинских организаций, оказывающих травматолого-ортопедическую и реабилитационную помощь, согласно профильным порядкам, с учетом целесообразных изменений в части стандартов оснащения, формирование уровней организаций (I, II, III) и логистической маршрутизации пациентов;
- обеспечение оптимальной доступности для граждан (включая проживающих в труднодоступных местностях) первичной медико-санитарной помощи, в том числе путем использования мобильных медицинских комплексов, а также обеспечение транспортной доступности медицинских организаций, строительство и реконструкцию дорог с твердым покрытием;
- совершенствование развития травматолого-ортопедической службы при оказании помощи детскому и подростковому населению;
- совершенствование организации экстренной медицинской помощи гражданам (включая граждан, проживающих в труднодоступных местностях) с использованием санитарной авиации;
- разработка новых медицинских технологий, внедрение их в сферу травматологии-ортопедии и поддержка наиболее актуальных и востребованных направлений медицинской науки;
- дальнейшее совершенствование оказания высокотехнологичной медицинской помощи (ВМП);
- совершенствование мер профилактики инфекций (в том числе новой коронавирусной инфекции) с целью оказания своевременной и качественной медицинской помощи пациентам травматолого-ортопедического профиля;

- совершенствование системы медицинского образования и кадрового обеспечения службы, предусматривающее увеличение объема целевого обучения специалистов, актуализацию программ постдипломного образования, приведение их в соответствие с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) и приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.11.2018 № 698н «Об утверждении профессионального стандарта „Врач-травматолог-ортопед“», реализация цель-ориентированного подхода к образовательной деятельности;
- обеспечение готовности государственной, муниципальной и частной систем здравоохранения к координированной, преемственной работе в условиях чрезвычайных ситуаций и в военное время;
- увеличение обеспеченности населения ВМП за счет расширения Перечня видов ВМП, в частности Раздела I «Перечень видов высокотехнологичной медицинской помощи, включенных в базовую программу обязательного медицинского страхования, финансовое обеспечение которых осуществляется за счет субвенции из бюджета Федерального фонда обязательного медицинского страхования бюджетам территориальных фондов обязательного медицинского страхования» постановления Правительства РФ «О Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов» от 28.12.2020 № 2299 [5];
- расширение сети реабилитационных центров на региональном и федеральном уровнях.

Съезд решил:

- 1) одобрить работу травматологов-ортопедов ДФО;
- 2) считать оптимальной в современных социально-экономических условиях организацию трехуровневой системы травматолого-ортопедической помощи в субъектах ДФО (I, II, III), центров политравмы (тяжелой сочетанной травмы), ВМП и логистической маршрутизации пациентов;
- 3) актуализировать работу главных детских внештатных специалистов травматологов-ортопедов во всех субъектах РФ;
- 4) рекомендовать для планирования и контроля направлений развития службы травматологии-ортопедии включать главных внештатных травматологов-ортопедов (в том числе детских) субъектов РФ в состав согласительных комиссий территориальных фондов обязательного медицинского страхования;
- 5) продолжить развитие системы оказания медицинской помощи пострадавшим в результате дорожно-транспортных происшествий в соответствии с целевыми индикаторами национальных программ «Здравоохранение» и «Демография»;

6) продолжить совершенствование экстренной медицинской помощи гражданам с использованием санитарной авиации;

7) инициировать президиуму Ассоциации травматологов-ортопедов России внесение изменений Министерством здравоохранения Российской Федерации в Постановление Правительства РФ «О Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов» от 28.12.2020 № 2299 в части расширения Раздела I такими видами ВМП, как «Пластика крупных суставов конечностей с восстановлением целостности внутрисуставных образований, замещением костно-хрящевых дефектов синтетическими и биологическими материалами» (код МКБ: M15, M17, M19, M24.1, M87, S83.3, S83.7); «Эндопротезирование суставов конечностей при выраженных деформациях, дисплазии, анкилозах, неправильно сросшихся и несросшихся переломах области сустава, посттравматических вывихах и подвывихах, остеопорозе и системных заболеваниях, в том числе с использованием компьютерной навигации» (код МКБ: M10, M15, M17, M19, M95.9, M17, M19, M87, M88.8, M91.1, M80, M10, M24.7, M17.3, M19.8, M19.9, M05, M06), что позволит значительно увеличить обеспеченность населения ДФО высокотехнологичной медицинской помощью за счет оказания данных видов медицинской помощи на местах в медицинских организациях государственной и частной видах собственности и снизит социальную напряженность ввиду длительности ожидания получения ВМП по данным нозологиям;

8) инициировать президиуму Ассоциации травматологов-ортопедов России внесение изменений Министерством здравоохранения Российской Федерации в штатное расписание центральных районных больниц путем введения ставок травматологов-ортопедов ввиду значимого увеличения количества пациентов с заболеваниями и травмами костно-мышечной системы и необходимости регулярного проведения профилактических осмотров пациентам детского и подросткового возраста;

9) актуализировать программы постдипломного образования по специальности «травматология и ортопедия» (приведение их в соответствие с ФГОС и Приказом Минтруда и соцзащиты РФ от 12.11.2018 № 698н «Об утверждении профессионального стандарта „Врач-травматолог-ортопед“»);

10) увеличить объем целевых мест в медицинских вузах для подготовки специалистов в клинической ординатуре по специальности «травматология и ортопедия» с заключением контрактных обязательств и последующей отработкой обучающихся в соответствующих медицинских организациях; расширить социально-экономические программы в регионах по привлечению молодых специалистов;

11) продолжить совершенствование телемедицинских технологий с целью согласования тактики лечения с Национальными медицинскими исследовательскими центрами России;

12) распространить положительный опыт внедрения реабилитационных центров на базах межрайонных центров оказания медицинской помощи (в том числе Центральной районной больницы) Забайкальского края по всей территории ДФО и РФ;

13) активизировать в регионах работу профессиональной ассоциации травматологов-ортопедов России, увеличить удельный вес участия специалистов в АТОР. Рекомендовать членам АТОР принять участие в подготовке и обсуждении проектов клинических рекомендаций по лечению пациентов с травмами и заболеваниями костно-мышечной системы;

14) создать ассоциацию травматологов-ортопедов ДФО (председателем избран заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, д-р мед. наук, профессор А.М. Миromanов);

15) продолжить работу съезда травматологов-ортопедов ДФО с периодичностью 1 раз в 2 года. Провести VII съезд травматологов-ортопедов ДФО в Республике Бурятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации №696н от 12 ноября 2018 г. «Об утверждении профессионального стандарта «Врач-травматолог-ортопед» [дата обращения: 30.09.2021]. Доступ по ссылке: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72019308/>.
2. edu.rosminzdrav.ru [интернет]. Министерство здравоохранения Российской Федерации: портал непрерывного медицинского и фармацевтического образования [дата обращения: 30.09.2021]. Доступ по ссылке: <https://edu.rosminzdrav.ru>.
3. rosstat.gov.ru [интернет]. Федеральная служба государственной статистики. Параметры поиска: ДТП [дата обращения: 30.09.2021]. Доступ по ссылке: <https://rosstat.gov.ru/search?q=дтп>.

REFERENCES

1. Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation №696n of 12 November 2018 "Ob utverzhdenii professional'nogo standarta "Vrach-travmatolog-ortoped". Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72019308/>. (In Russ).
2. edu.rosminzdrav.ru [Internet]. Ministry of Health of the Russian Federation: Internet portal of continuous professional medical and pharmaceutical education [cited 30 September 2021]. Available from: <https://edu.rosminzdrav.ru>. (In Russ).
3. rosstat.gov.ru [Internet]. Federal State Statistics Service. Search criteria: road traffic incident [cited 30 September 2021]. Available from: <https://rosstat.gov.ru/search?q=дтп>. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

***Александр Михайлович Миromanов**, д-р мед. наук, профессор; адрес: 672000, г. Чита, ул. Горького, 39а; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1432-1844>; eLibrary SPIN: 3984-4033; e-mail: miromanov_a@mail.ru

Сергей Олегович Давыдов, д-р мед. наук, засл. врач РФ, директор инновационной клиники «Академия здоровья», профессор; e-mail: davydov-so@mail.ru

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Не указан.

Funding source. Not specified.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

4. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, организация травматолого-ортопедической помощи в Российской Федерации в 2019 году / под ред. С.П. Миронова. Москва, 2021. 385 с. [дата обращения: 30.09.2021]. Доступ по ссылке: <https://cito-priorov.ru/cito/files/science/sbornik.pdf>.

5. Постановление Правительства Российской Федерации № 2299 от 28 декабря 2020 г. "О Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов" [дата обращения: 30.09.2021]. Доступ по ссылке: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400065890/>.

4. Mironov SP, editor. *Travmatizm, ortopedicheskaya zaboлеваemost', organizatsiya travmatologo-ortopedicheskoi pomoshchi v Rossiiskoi Federatsii v 2019 godu*. Moscow; 2021. 385 p. [cited 30 September 2021]. Available from: <https://cito-priorov.ru/cito/files/science/sbornik.pdf>. (In Russ).

5. Decree of the Government of the Russian Federation №2299 of 28 December 2020 «O Programme gosudarstvennykh garantii besplatnogo okazaniya grazhdanam meditsinskoj pomoshchi na 2021 god i na planovyi period 2022 i 2023 godov». Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400065890/>. (In Russ).

AUTHORS INFO

***Aleksandr M. Miromanov**, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), Professor; address: 672000, Chita, 39a Gorkogo st., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1432-1844>; eLibrary SPIN: 3984-4033; e-mail: miromanov_a@mail.ru

Sergey O. Davydov, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), Honored Doctor of the Russian Federation, Director of the innovative clinic "Academy Health", Professor; e-mail: davydov-so@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author