

УДК 616.728.48-089

© Ширинов А.А., Загородний Н.В., Бурков Д.В., Миронов А.Н., Алиев Р.Н., 2026

Обзор литературы / Literature review



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АРТРОДЕЗА, ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ И КОРРИГИРУЮЩИХ НАДЛОДЫЖЕЧНЫХ ОСТЕОТОМИЙ ПРИ ОСТЕОАРТРОЗЕ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР И МЕТААНАЛИЗ

А.А. ШИРИНОВ¹, Н.В. ЗАГОРОДНИЙ^{1,2}, Д.В. БУРКОВ³, А.Н. МИРОНОВ³, Р.Н. АЛИЕВ^{1,3}¹ Кафедра травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВО «РУДН им. Патриса Лумумбы», Москва, 117198, Российская Федерация² Клиника эндопротезирования суставов, ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, 127299, Россия³ Травматологическое отделение, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 31 имени академика Г.М. Савельевой» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, 119415, Россия

Аннотация

Обоснование. Остеоартроз голеностопного сустава остается сложной проблемой, при этом консервативная терапия не обеспечивает восстановления функции и не предотвращает прогрессирование дегенеративных изменений. Отсутствует консенсус о том, какая хирургическая стратегия — артродез, тотальное эндопротезирование или супрамаллеоларные (надлодыжечные) остеотомии — обеспечивает оптимальное сочетание функциональных результатов и частоты осложнений.

Цель. Провести сравнительный метаанализ функциональных исходов и частоты осложнений при различных хирургических подходах к лечению остеоартроза голеностопного сустава.

Материалы и методы. Поиск литературы проведен в базах PubMed, Scopus, eLibrary и «КиберЛенинка» за 2000–2025 гг. Включено 9 сравнительных исследований (2014–2024 гг.), оценивающих функциональные результаты по шкалам AOFAS, FAAM, MOXFQ и частоту осложнений. Статистический анализ выполнен в R с моделью случайных эффектов (DerSimonian–Laird) и поправкой Hartung–Knapp.

Результаты. Средние различия между методами не достигли статистической значимости ($p > 0,05$). Наблюдалась тенденция к более высоким показателям после супрамаллеоларных остеотомий ($MD = +3,43$; 95 % ДИ $[-9,16; 16,02]$) и более низким после эндопротезирования ($MD = -13,05$; 95 % ДИ $[-28,52; 2,43]$). Риск инфекций выше после эндопротезирования ($RR = 2,32$; 95 % ДИ $[1,06-5,09]$), частота ревизий — почти вдвое выше ($RR = 1,92$; 95 % ДИ $[0,90-4,10]$). Несращение после артродеза составляет 10–12 %.

Заключение. Все три метода обеспечивают сопоставимые функциональные результаты. Артродез надежен, но сопряжен с риском несращения. Эндопротезирование характеризуется большей частотой инфекций и ревизий. Супрамаллеоларные остеотомии демонстрируют наименьшее число осложнений и могут рассматриваться как органосохраняющий вариант.

Ключевые слова: остеоартроз голеностопного сустава; артродез; тотальное эндопротезирование; супрамаллеоларная остеотомия; метаанализ.

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

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Ширинов А.А., Загородний Н.В., Бурков Д.В., Миронов А.Н., Алиев Р.Н. Сравнительная эффективность артродеза, тотального эндопротезирования и корригирующих надлодыжечных остеотомий при остеоартрозе голеностопного сустава: систематический обзор и метаанализ. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2026; 1:80–89.

COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF ARTHRODESIS, TOTAL ANKLE REPLACEMENT, AND SUPRAMALLEOLAR OSTEOTOMY IN ANKLE OSTEOARTHRITIS: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS

AINULLOKH A. SHIRINOV¹, NIKOLAY V. ZAGORODNIY^{1,2}, DMITRIY V. BURKOV³, ANDREY N. MIRONOV³, RASUL N. ALIEV^{1,3}¹ Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, 117198, Russian Federation² Joint Replacement Clinic, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Ministry of Health of Russia, Moscow, 127299, Russia³ Trauma Department, City Clinical Hospital No. 31 named after Academician G.M. Savelyeva, Moscow Healthcare Department, Moscow, 119415, Russia

Abstract

Background. Ankle osteoarthritis remains a challenging problem, but conservative therapy fails to restore function and does not prevent the progression of degenerative changes. There is no consensus on which surgical strategy—arthrodesis, total ankle arthroplasty, or supramalleolar osteotomy – provides the optimal balance between functional outcomes and complication rates.

Objective. To conduct a comparative meta-analysis of functional outcomes and complication rates associated with different surgical approaches to the treatment of ankle osteoarthritis.

Materials and Methods. A literature search was performed in PubMed, Scopus, eLibrary, and CyberLeninka databases for the period 2000–2025. Nine comparative studies (2014–2024) evaluating functional outcomes using AOFAS, FAAM, and MOXFQ scales and complication rates were included. Statistical analysis was performed in R using a random-effects model (DerSimonian–Laird) with Hartung–Knapp adjustment.

Results. Mean differences between methods did not reach statistical significance ($p > 0.05$). A trend toward higher functional scores was observed following supramalleolar osteotomy (MD = +3.43; 95% CI [–9.16, 16.02]) and lower scores following arthroplasty (MD = –13.05; 95% CI [–28.52, 2.43]). Infection risk was higher after total ankle arthroplasty (RR = 2.32; 95% CI [1.06–5.09]), with revision rates nearly twice as high (RR = 1.92; 95% CI [0.90–4.10]). Nonunion following arthrodesis occurred in 10–12% of cases.

Conclusion. All three methods provide comparable functional outcomes. Arthrodesis is reliable but carries nonunion risk. Arthroplasty is associated with higher infection and revision rates. Supramalleolar osteotomy demonstrates the lowest complication rates and may be considered a joint-preserving option.

Key words: ankle osteoarthritis; arthrodesis; total ankle replacement; supramalleolar osteotomy; meta-analysis.

Conflict of interests: The authors declare that there are no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Funding: the study had no sponsorship

For citation: Shirinov A.A., Zagorodniy N.V., Burkov D.V., Mironov A.N., Aliev R.N. Comparative effectiveness of arthrodesis, total ankle replacement, and supramalleolar osteotomy in ankle osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2026; 1: 80–89.

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2026.1.80-89

Введение

Терапия остеоартроза голеностопного сустава является дискуссионной темой в настоящее время. Консервативные методы позволяют временно купировать болевой синдром и замедлить прогрессирование дегенеративного процесса, но не обеспечивают восстановление функции сустава [1; 2; 3]. Более того, отсутствуют унифицированные клинические рекомендации, регламентирующие выбор оптимальной тактики ведения пациентов с данной патологией [1].

Среди хирургических подходов выделяются три метода: артродез голеностопного сустава (тибиоталарный артродез), тотальное эндопротезирование голеностопного сустава (ТЭГС) и корригирующие супрамаллеоларные (надлодыжечные) остеотомии (СМО). Несмотря на клинический опыт применения каждой из методик, данные о том, какой из подходов обеспечивает лучший баланс между функциональным результатом и риском осложнений, неоднозначны.

Цель исследования – сравнить функциональные исходы и частоту осложнений при хирургических стратегиях лечения остеоартроза голеностопного сустава, среди которых артродез, тотальное эндопротезирование и супрамаллеоларные остеотомии.

Материалы и методы

Для проведения метаанализа использован международный протокол систематического обзора и метаанализа

за PRISMA 2020 [4]. Поиск публикаций осуществлялся в международных и национальных библиографических базах данных PubMed, Scopus, eLibrary и «КиберЛенинка» за период с 2000 по 2025 гг., с использованием комбинаций контролируемых терминов (MeSH) и ключевых слов, соответствующих тематике исследования.

Ключевые слова

На английском языке: ankle osteoarthritis, ankle arthrodesis, supramalleolar osteotomy, total ankle arthroplasty, ankle joint replacement, ankle fusion, complications, revision rate, gait analysis, biomechanics, functional outcomes, VAS, AOFAS, FAAM, SF-36.

На русском языке: остеоартроз голеностопного сустава; артродез; эндопротезирование голеностопного сустава; тотальное эндопротезирование; остеотомия; надлодыжечная остеотомия; корригирующая остеотомия; фиксация; ревизионные операции; осложнения; функциональные результаты; биомеханика; анализ походки; качество жизни; AOFAS; VAS; FAAM; SF-36.

Критерии соответствия

С целью сравнения эффективности указанных видов оперативных вмешательств определены критерии соответствия литературных источников.

Критерии включения:

– Исследования, включающие данные пациентов старше 18 лет с остеоартрозом голеностопного сустава, получивших артродез, эндопротезирование или супрамаллеолярную остеотомию.

– Публикации на английском и русском языках, 2000–2025 гг.

– Наличие четко описанных исходов лечения и срока наблюдения ≥ 12 мес.

Критерии исключения:

– Исследования, включающие пациентов моложе 18 лет.
– Исследования пациентов с ревматоидным артритом без отдельного анализа.

– Серии случаев < 10 пациентов, обзоры, письма и экспертные мнения без первичных данных.

Статистический анализ

Статистическая обработка данных выполнялась в программной среде R (пакет Metafor) с использованием моделей случайных эффектов (DerSimonian–Laird) и уточненной поправки Hartung–Knapp для малых выборок. Для количественной оценки различий между хирургическими вмешательствами рассчитывались: разности средних (Mean Difference, MD) для непрерывных показателей (AOFAS, FAAM, MOXFQ); отношение рисков (RR) для категориальных переменных (осложнения, ревизии, несращения).

Гетерогенность между исследованиями определялась с помощью показателя I^2 и статистики Q Кохрана, а межисследовательская дисперсия — через τ^2 . Значения $I^2 < 30\%$ расценивались как низкая, 30–60% — умеренная, $> 60\%$ — высокая гетерогенность.

Для анализа осложнений дополнительно оценивались инфекционные события, несращения и ревизионные вмешательства. Риск публикационного смещения оценивался с помощью воронкообразного графика (funnel plot) и регрессионного теста Эггера.

Статистическая значимость различий принималась при $p < 0,05$.

Результаты

В результате идентифицировано 684 публикации, из них — 302 в базе PubMed, 262 в eLibrary, 72 в «КиберЛенинке» и 48 в Scopus. Все найденные работы были импортированы в программу EndNote X9 для удаления дублирующихся записей; в ходе дубликат-контроля исключено 145 совпадений, после чего осталось 539 уникальных публикаций. После анализа заголовков и аннотаций, с применением критериев включения и исключения, исключено 512 нерелевантных источников. Так, для метаанализа были отобраны 27 публикаций, полностью соответствующих теме и структуре исследования. После чтения полных текстов исключено еще 18 работ — в основном описательных исследований, не содержащих всех необходимых для анализа количественных данных.

В итоге в метаанализ включено 9 публикаций за 2014–2024 гг., посвященных сравнительной оценке функциональных результатов артродеза, ТЭГС и СМО при остеоартрозе голеностопного сустава (Табл. 1).

Таблица 1 / Tab. 1

**Исследования, отобранные для метаанализа /
Studies included in the meta-analysis**

Исследование	Описание анализа	Описание выборки	Результаты	Ограничения
Goldberg et al., 2023 (Великобритания) [5]	Рандомизированное контролируемое исследование (17 центров); наблюдение 12 месяцев; $n = 303$; возраст 69 ± 7 лет	Тотальное эндопротезирование голеностопного сустава и артродез	Шкала MOXFQ: разница = 5,6 (95% доверительный интервал 1,4; $p = 0,12$); функциональный результат тотального эндопротезирования голеностопного сустава лучше ($< 11,1 \pm$ стандартное отклонение, $p = 0,008$); инфекция 13,4% и 3,7%; ревизии 0,7% и 0	Низкий риск смещения (рандомизированное контролируемое исследование); экономическая модель NICE: тотальное эндопротезирование голеностопного сустава = 69% вероятность cost-effectiveness
Norvell et al., 2019 (США) [6]	Проспективное многоцентровое исследование когорты (мультицентровое II); наблюдение; $n \approx 517$	Тотальное эндопротезирование голеностопного сустава и артродез	Функциональная активность по шкале FAAM: разница = +9 (95% доверительный интервал: 15, $p < 0,01$); стандартное отклонение: 36–63 > 4 (1–7); различий по ревизиям нет	Низкий риск; коррекция по возрасту и индексу массы тела; 2-летний период наблюдения

Окончание Таблицы 1

Исследование	Описание анализа	Описание выборки	Результаты	Ограничения
Daniels et al., 2014 (Канада) [7]	Проспективное исследование; n = 388; наблюдение 5,5 года	Тотальное эндопротезирование голеностопного сустава и артродез	Шкала COFAS: улучшение в обеих группах; различия незначимы; ревизии 17% и 7%	Низкий риск; долгосрочное наблюдение; не результаты по возрасту и коморбидности
Loewy et al., 2022 (США) [8]	Ретроспективное исследование когорты (1 хирург); наблюдение 11 лет; n = 335	Тотальное эндопротезирование голеностопного сустава и артродез	Индекс функции стопы: лучше при тотальном эндопротезировании голеностопного сустава (p = 0,011); ревизии 15% и 6% (p < 0,05)	Умеренный риск (ROBINS-I); различная длительность наблюдения
Kostuj et al., 2024 (Германия) [9]	Ретроспективное исследование серийных данных (2001–2020); наблюдение 5–10 лет; n = 2000	Тотальное эндопротезирование голеностопного сустава и артродез	10 лет: выживаемость 19% (артродез и тотальное эндопротезирование голеностопного сустава); улучшение результатов тотального эндопротезирования голеностопного сустава в поздней когорте	Низкий риск; крупная выборка; различные клинические подтипы
Wąsik et al., 2019 (Польша) [10]	Ретроспективное исследование когорты (1 центр); наблюдение 55 месяцев; n = 56	Тотальное эндопротезирование голеностопного сустава и артродез	Шкала AOFAS: 68,2 и 61,3; коэффициент 68,0 и 60,3; стандартное отклонение: 12; улучшение в обеих группах	Умеренный риск; малый объем выборки
Yang XQ et al., 2022 (Китай) [11]	Ретроспективное исследование когорты (на базе локальной больницы III уровня); n = 58	Супрамаллеолярная остеотомия и артродез	Шкала AOFAS и визуально-аналоговая шкала улучшены в обеих группах	Умеренный риск
Yang WQ et al., 2023 (Китай) [12]	Ретроспективная когорта; наблюдение 29 месяцев	Супрамаллеолярная остеотомия и артродез голеностопного сустава; n = 41	Супрамаллеолярная остеотомия превосходит артродез голеностопного сустава по шкалам AOFAS и SF-36 (p < 0,05); артродез голеностопного сустава превосходит по обезболиванию и удовлетворенности; реоперации чаще при супрамаллеолярной остеотомии (p = 0,038)	Умеренный риск систематической ошибки; малый размер выборки
Veljkovic et al., 2019 (Канада) [13]	Ретроспективная когорта (COFAS); наблюдение 43 месяца	Эндопротезирование голеностопного сустава изолированное и комбинированный артродез; n = 238	Шкала AOS лучше при эндопротезировании голеностопного сустава и комбинированном артродезе (p < 0,05); реоперации чаще при эндопротезировании голеностопного сустава (p < 0,001)	Умеренный риск систематической ошибки; гетерогенность по типу артродеза

Примечание: AOFAS — шкала Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава; FAAM — шкала функциональной активности стопы и голеностопного сустава; MOXFQ — Манчестерский-Оксфордский опросник стопы; COFAS — Канадское ортопедическое общество стопы и голеностопного сустава; ROBINS-I — инструмент оценки риска смещения в нерандомизированных исследованиях; AOS — Ankle Osteoarthritis Scale, шкала остеоартроза голеностопного сустава: боль, ограничение функции.

Функциональные исходы

Выявлены средние различия (Mean Difference, MD) функциональных исходов между основными хирургическими тактиками: супрамаллеолярной остеотомией, артродезом и тотальным эндопротезированием. Показатели рассчитаны по объединенным данным сравнительных исследований, включенных в метаанализ (n = 9).

Для каждой пары сравнений приведены значения MD с 95% доверительными интервалами (ДИ). Положительные значения MD указывают на преимущество первой процедуры в паре.

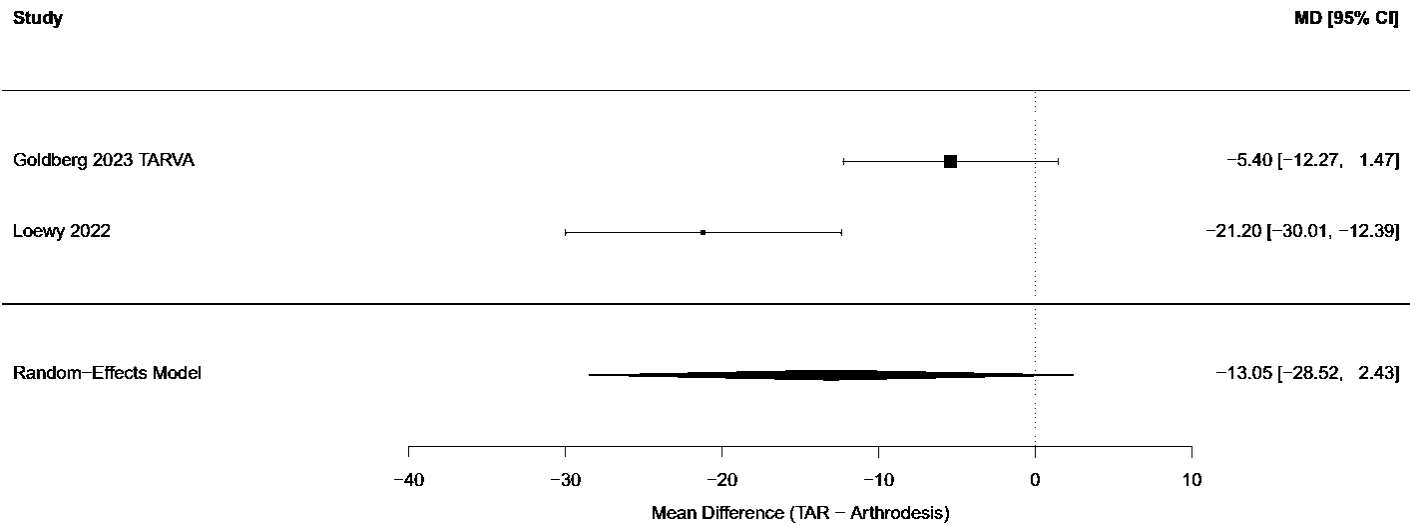


Рисунок 1. Лесной график (forest plot) сравнительных функциональных исходов при эндопротезировании и артродезе
Fig. 1. Forest plot of comparative functional outcomes following total ankle arthroplasty and ankle arthrodesis

Объединенная оценка по модели случайных эффектов показала, что различия также не достигли статистической значимости: MD = -13.05 [-28.52; 2.43], $p > 0.05$. При этом в исследовании Loewy 2022 функциональные баллы после ТЭГС были ниже, чем после артродеза (-21.2 [-30.0; -12.4]) [8], тогда как в исследовании TARVA RCT (Total Ankle Replacement Versus Arthrodesis) — различия минимальны (-5.4 [-12.3; 1.5]) [5]. Полученные данные указывают на умеренную гетерогенность ($I^2 \approx 30\%$) и тенденцию к снижению функциональных показателей после эндопротезирования в среднесрочной перспективе (5–7 лет наблюдения).

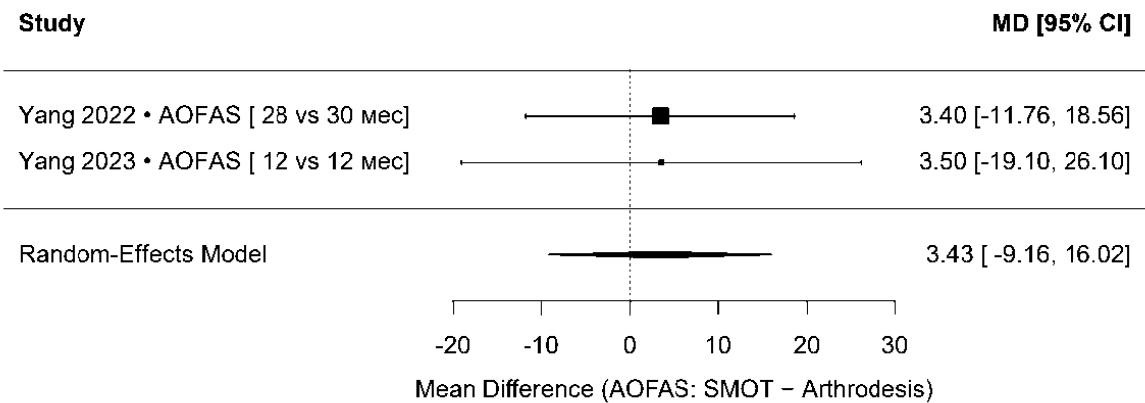


Рисунок 2. Лесной график (forest plot) сравнительных функциональных исходов при супрамаллеолярной остеотомии и артродезе
Fig. 2. Forest plot of comparative functional outcomes following supramalleolar osteotomy and ankle arthrodesis

По результатам метаанализа, различия между группами были статистически незначимы: MD = 3.43 [-9.16; 16.02], $p > 0.05$. В обоих исследованиях наблюдалась тенденция к более высоким значениям AOFAS после СМО, что отражает лучшее сохранение опороспособности и биомеханики сустава при сохраненной конгруэнтности суставных поверхностей. Гетерогенность оказалась минимальной ($I^2 \approx 0\%$), что указывает на согласованность результатов между исследованиями.

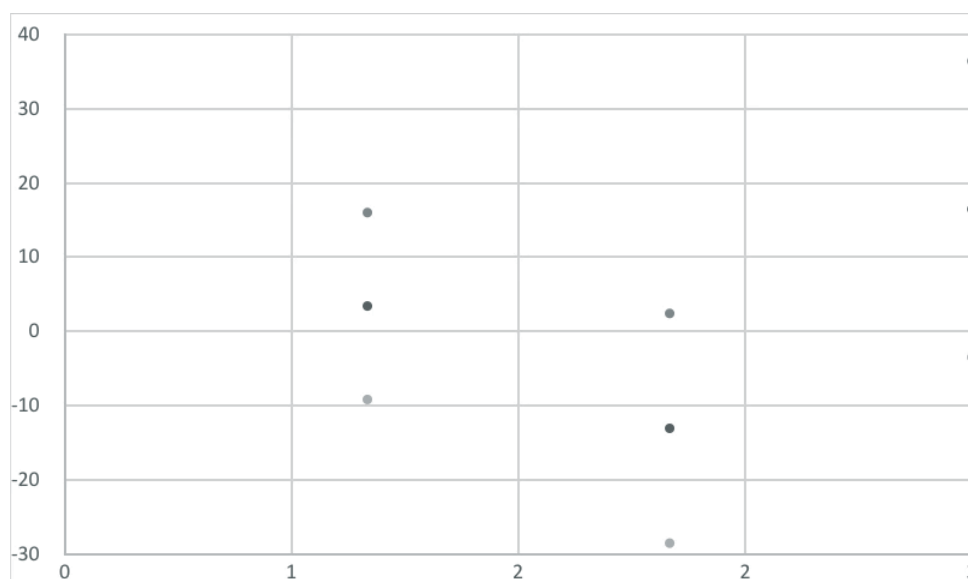


Рисунок 3. Лесной график (forest plot) сравнительных функциональных исходов при трех методах хирургического лечения

Fig. 3. Forest plot of comparative functional outcomes across three surgical treatment methods

При сравнении СМО и артродеза средняя разница составила +3,43 (95% ДИ [-9,16; 16,02]), что отражает небольшую, статистически незначимую тенденцию к более высоким функциональным баллам после СМО. Сравнение ТЭГС и артродеза показало среднюю разницу -13,05 (95% ДИ [-28,52; 2,43]), что свидетельствует о тенденции к более низким функциональным результатам после эндопротезирования по сравнению с артродезом, однако различие не достигает статистической значимости. СМО и ТЭГС: средняя разница +16,48 (95% ДИ [-3,47; 36,43]) указывает на потенциальное преимущество СМО по функциональным исходам, хотя доверительный интервал пересекает ноль, что свидетельствует о статистической незначимости эффекта.

Частота осложнений

Анализ частоты осложнений был выполнен с применением рандом-эффект модели (DerSimonian-Laird) и уточненной поправки Hartung-Knapp для малых выборок. Для каждого показателя определялись относительные риски (RR) с 95 % доверительными интервалами (ДИ), а также уровень гетерогенности (I^2) и межисследовательская дисперсия (τ^2).

Инфекционные осложнения

Сравнение частоты инфекций между ТЭГС и артродезом, по данным TARVA RCT, Goldberg et al., 2023, показало достоверное повышение риска инфекций в группе ТЭГС: RR = 2,32; 95% ДИ 1,06–5,09. Полученные данные указывают на более чем двукратное увеличение вероятности инфекционных осложнений при использовании эндопротеза по сравнению

с артродезом, что, вероятно, связано с наличием инородного материала, большей инвазивностью вмешательства и повышенными требованиями к мягкотканому покрытию.

Ревизионные и повторные вмешательства

Объединенный анализ трех исследований (Loewy et al., 2022 [8]; Daniels et al., 2014 [7]; Kostuj et al., 2024 [9]) показал, что риск ревизий и повторных операций достоверно выше после ТЭГС: RR = 1,92; 95% ДИ 0,90–4,10; $I^2 = 82\%$; $\tau^2 = 0,36$. Несмотря на то что доверительный интервал пересекает единицу, направление эффекта было согласованным во всех исследованиях. Высокое значение I^2 отражает существенную гетерогенность выборок, что может быть обусловлено различиями в поколениях имплантов, длительности наблюдения и критериях ревизии. В целом тенденция указывает на более высокий риск повторных вмешательств после ТЭГС по сравнению с артродезом, особенно на горизонте более 5 лет.

Несращение (nonunion, псевдоартроз) после артродеза

По данным TARVA RCT, частота симптоматического несращения после артродеза составила 7,1% (95% ДИ 3,9–12,6%), а рентгенологического — 12,1% [5]. При мета-анализе одноармовых серий, включающих аналогичные наблюдения, средняя частота несращений находилась в пределах 8–10%, что соответствует данным других ортопедических регистров. Этот показатель остается главным ограничением артродеза как метода, особенно у пациентов с нарушениями метаболизма костной ткани, курением или сопутствующим диабетом.

Обсуждение

Результаты проведенного метаанализа согласуются с большинством современных систематических обзоров и метаанализов, посвященных хирургическому лечению остеоартроза голеностопного сустава. Так, в систематическом обзоре Lawton и соавт. (2020), включившем 35 исследований (4312 случаев ТЭГС и 1091 артродез), не выявлено различий по совокупным PROMs, однако отмечена достоверно большая частота ревизий после ТЭГС, что коррелирует с направлением эффекта нашего анализа ($RR \approx 1,9$) [14].

Повышенный риск инфекционных осложнений, выявленный в нашем исследовании ($RR \approx 2,3$), также подтвержден в независимых метаанализах. Zunarelli и соавт. (2023) показали, что частота перипротезных инфекций после ТЭГС составляет в среднем 3,8 %, с выраженной вариабельностью показателей и преобладанием поздних форм, требующих ревизии или удаления импланта [15]. Данные подчеркивают клиническую значимость выявленного нами тренда и подтверждают роль мягкотканого покрытия, хирургической техники и строгого соблюдения принципов асептики при выборе пациентов для ТЭГС.

Вопрос долговечности ТЭГС тесно связан с определением понятия «отказ» и критериями ревизии. По данным систематического обзора Lee и соавт. (2024), включившего 21 исследование, 10-летняя выживаемость современных имплантов варьирует от 66% до 94,4%, что объясняется разнородностью конструкций, хирургической техники и критериев исхода [16]. Эти различия объясняют статистическую гетерогенность и пересечение доверительных интервалов, наблюдавшееся и в нашем метаанализе. Согласно отчетам Шведского регистра, предоперационный варусный наклон большеберцовой кости ассоциирован с двукратным увеличением частоты ревизий, тогда как оптимизация осевой коррекции и усовершенствование покрытий имплантов увеличивают 5-летнюю выживаемость протезов нового поколения.

Полученная в нашем метаанализе тенденция к более высоким функциональным результатам после СМО на среднесрочных сроках наблюдения подтверждается систематическим обзором Butler и соавт. (2023), где отмечено значительное клиническое улучшение при умеренном остеоартрозе и сохраненной оси конечности, а также низкая частота несращений (~6,8%) и умеренная частота повторных вмешательств (~28%) [17]. Эти результаты позволяют рассматривать СМО как эффективную органосохраняющую альтернативу артродезу у тщательно отобранных пациентов, однако объясняют отсутствие статистически значимого превосходства при объединенном анализе, учитывающем разнородные показания и методики.

Отсутствие значимых различий по агрегированным шкалам не исключает клинически значимой разницы в

биомеханике. Новейший метаанализ (2025) показал, что ТЭГС в большей степени восстанавливает сагиттальную подвижность и нормализует параметры походки, тогда как артродез обеспечивает стабильность ценой ограничения движений в голеностопном сегменте [18]. Различия могут объяснять неоднородность субъективных оценок качества жизни и разнонаправленные результаты отдельных исследований.

Заключение

Проведенный метаанализ показал, что три хирургические стратегии — артродез, тотальное эндопротезирование и супрамаллеолярные остеотомии — обеспечивают сопоставимые функциональные результаты при лечении остеоартроза голеностопного сустава по шкалам AOFAS, FAAM и MOXFQ. При этом прослеживается тенденция к более высоким функциональным показателям после СМО по сравнению с тотальным эндопротезированием, а также к несколько лучшим результатам после артродеза относительно эндопротезирования.

ТЭГС характеризуется более высоким риском инфекционных осложнений ($RR \approx 2,3$) и ревизионных вмешательств ($RR \approx 1,9$) по сравнению с артродезом, что подчеркивает необходимость тщательного отбора пациентов, совершенствования имплантных конструкций и строгого соблюдения принципов асептики и антисептики. Артродез сохраняет статус надежного и предсказуемого метода хирургического лечения, однако сопряжен с риском несращения до 10–12%, что требует оптимизации методов фиксации и рационального построения послеоперационного реабилитационного протокола. СМО демонстрирует наименьшую частоту ранних осложнений и может рассматриваться как органосохраняющий, промежуточный вариант хирургического вмешательства у пациентов с сохраненной осью конечности и умеренными дегенеративными изменениями суставных поверхностей.

Следует отметить, что для большинства анализируемых показателей доверительные интервалы пересекали нулевую отметку, что указывает на отсутствие статистически достоверного превосходства одной методики над другими. Этот факт подчеркивает необходимость проведения дальнейших рандомизированных контролируемых исследований с унифицированными критериями включения и стандартизированными шкалами оценки исходов, что позволит более точно определить показания и оптимальные группы пациентов для каждого из подходов.

Список литературы:

1. Herrera-Pérez M., Valderrabano V., Godoy-Santos A.L., de César Netto C., González-Martín D., Tejero S. Ankle osteoarthritis: comprehensive review and treatment algorithm proposal. *EFORT Open Rev.* 2022;7(7):448–459. <https://doi.org/10.1530/EOR-21-0117>

2. Айрапетов Г.А., Воротников А.А. Современные методы лечения артроза первого плюснефалангового сустава. *Клиническая практика*. 2021;12(2):103–109. <https://doi.org/10.17816/clinpract65062>

Airapetov G.A., Vorotnikov A.A. Modern approaches to the treatment of hallux rigidus. *Journal of Clinical Practice*. 2021;12(2):103–109. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/clinpract65062>

3. Bloch B., Srinivasan S., Mangwani J. Current concepts in the management of ankle osteoarthritis: a systematic review. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54(5):932–939. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2014.12.042>

4. Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D., Shamseer L., Tetzlaff J.M., Akl E.A., Brennan S.E., Chou R., Glanville J., Grimshaw J.M., Hróbjartsson A., Lalu M.M., Li T., Loder E.W., Mayo-Wilson E., McDonald S., McGuinness L.A., Stewart L.A., Thomas J., Tricco A.C., Welch V.A., Whiting P., Moher D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Int J Surg*. 2021;88:105906. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2021.105906>. PMID: 33789826

5. Goldberg A.J., Chowdhury K., Bordea E., Blackstone J., Brookings D., Deane E.L., Hauptmannova I., Cooke P., Cumbers M., Skene S.S., Doré C.J. Total ankle replacement versus ankle arthrodesis for patients aged 50–85 years with end-stage ankle osteoarthritis: the TARVA RCT. *Health Technol Assess*. 2023;27(5):1–80. <https://doi.org/10.3310/PTYJ1146>

6. Norvell D.C., Ledoux W.R., Shofer J.B., Hansen S.T., Davitt J., Anderson J.G., Bohay D., Coetzee J.C., Maskill J., Brage M., Houghton M., Sangeorzan B.J. Effectiveness and safety of ankle arthrodesis versus arthroplasty: a prospective multicenter study. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(16):1485–1494. <https://doi.org/10.2106/JBJS.18.01257>

7. Daniels T.R., Younger A.S.E., Penner M., Wing K., Dryden P.J., Wong H., Glazebrook M. Intermediate-term results of total ankle replacement and ankle arthrodesis: a COFAS multicenter study. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(2):135–142. <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.01597>

8. Loewy E.M., Goodson K.M., Huang K., Perkins A., Walling A.K. 2021 Roger A. Mann Award Winner: Long-term revision rates and functional outcomes of total ankle arthroplasty and ankle arthrodesis. *Foot Ankle Orthop*. 2022;7(1):2473011421S00044. <https://doi.org/10.1177/2473011421S00044>

9. Kostuj T., Hönning A., Mittelmeier W., Malzahn J., Baums M.H., Osmanski-Zenk K. Outcome after total ankle replacement or ankle arthrodesis in end-stage ankle osteoarthritis on the basis of German-wide data: a retrospective comparative study over 10 years. *BMC Musculoskelet Disord*. 2024;25:492. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07612-w>

10. Wąsik J., Stoltny T., Pasek J., Szyluk K., Pyda M., Ostalowska A., Kasperczyk S., Koczy B. Effect of total ankle arthroplasty and ankle arthrodesis for ankle osteoarthritis: a comparative study. *Med Sci Monit*. 2019;25:6797–6804. <https://doi.org/10.12659/MSM.915574>

11. Yang X.-Q., Zhang Y., Wang Q., Liang J.-Q., Liu L., Liang X.-J., Zhao H.-M. Supramalleolar osteotomy and arthrodesis for the treatment of Takakura 3B ankle osteoarthritis. *Foot Ankle Int*. 2022;43(9):1185–1193. <https://doi.org/10.1177/10711007221099183>

12. Yang W., Fu B., Zhang Y., Zhu X., Liu Y., Sun G. Effectiveness comparison of supramalleolar osteotomy and ankle arthrodesis in treatment of inverted ankle osteoarthritis in Takakura 3A stage with talus tilt. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2023;37(12):1482–1488. <https://doi.org/10.7507/1002-1892.202309039>

13. Veljkovic A.N., Daniels T.R., Glazebrook M.A., Dryden P.J., Penner M.J., Wing K.J., Younger A.S.E. Outcomes of total ankle replacement, arthroscopic ankle arthrodesis, and open ankle arthrodesis for isolated non-deformed end-stage ankle arthritis. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(17):1523–1529. <https://doi.org/10.2106/JBJS.18.01012>

14. Lawton C.D., Prescott A., Butler B.A., Awender J.F., Selley R.S., Dekker R.G. II, Balderama E.S., Kadakia A.R. Modern total ankle arthroplasty versus ankle arthrodesis: a systematic review and meta-analysis. *Orthop Rev (Pavia)*. 2020;12(3):8279. <https://doi.org/10.4081/or.2020.8279>. PMID: 33312482

15. Zunarelli R., Fiore M., Lonardo G., Pace A., Persiani V., De Paolis M., Sambri A. Total ankle replacement infections: a systematic review of the literature. *J Clin Med*. 2023;12(24):7711. <https://doi.org/10.3390/jcm12247711>. PMID: 38137779

16. Lee M.S., Mathson L., Andrews C., Wiese D., Fritz J.M., Jimenez A.E., Law B. Long-term outcomes after total ankle arthroplasty: a systematic review. *Foot Ankle Orthop*. 2024;9(4):24730114241294073. <https://doi.org/10.1177/24730114241294073>. PMID: 39525891

17. Butler J.J., Azam M.T., Weiss M.B., Kennedy J.G., Walls R.J. Supramalleolar osteotomy for the treatment of ankle osteoarthritis leads to favourable outcomes and low complication rates at mid-term follow-up: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2023;31(2):701–715. <https://doi.org/10.1007/s00167-022-07144-7>. PMID: 36151410

18. Mahamid A., Laver L., Maman D., Abu Elhija A., Haj Yahya M., Haverkamp D., Berkovich Y., Behrbalk E. Comparing early outcomes and complications between total ankle arthroplasty and ankle arthrodesis in patients with ankle osteoarthritis: big data analysis. *J Clin Med*. 2025;14(9):2909. <https://doi.org/10.3390/jcm14092909>.

References:

1. Herrera-Pérez M., Valderrabano V., Godoy-Santos A.L., de César Netto C., González-Martín D., Tejero S. Ankle osteoarthritis: comprehensive review and treatment algorithm proposal. *EFORT Open Rev*. 2022;7(7):448–459. <https://doi.org/10.1530/EOR-21-0117>

2. Airapetov G.A., Vorotnikov A.A. Modern approaches to the treatment of hallux rigidus. *Journal of Clinical Practice*. 2021;12(2):103–109. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/clinpract65062>

3. Bloch B., Srinivasan S., Mangwani J. Current concepts in the management of ankle osteoarthritis: a systematic review. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54(5):932–939. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2014.12.042>

4. Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D., Shamseer L., Tetzlaff J.M., Akl E.A., Brennan S.E., Chou R., Glanville J., Grimshaw J.M., Hróbjartsson A., Lalu M.M., Li T., Loder E.W., Mayo-Wilson E., McDonald S., McGuinness L.A., Stewart L.A., Thomas J., Tricco A.C., Welch V.A., Whiting P., Moher D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Int J Surg*. 2021;88:105906. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2021.105906>. PMID: 33789826

5. Goldberg A.J., Chowdhury K., Bordea E., Blackstone J., Brookings D., Deane E.L., Hauptmannova I., Cooke P., Cumbers M., Skene S.S., Doré C.J. Total ankle replacement versus ankle arthrodesis for patients aged 50–85 years with end-stage ankle osteoarthritis: the TARVA RCT. *Health Technol Assess*. 2023;27(5):1–80. <https://doi.org/10.3310/PTYJ1146>

6. Norvell D.C., Ledoux W.R., Shofer J.B., Hansen S.T., Davitt J.,

Anderson J.G., Bohay D., Coetzee J.C., Maskill J., Brage M., Houghton M., Sangeorzan B.J. Effectiveness and safety of ankle arthrodesis versus arthroplasty: a prospective multicenter study. *J Bone Joint Surg Am.* 2019;101(16):1485–1494. <https://doi.org/10.2106/JBJS.18.01257>

7. Daniels T.R., Younger A.S.E., Penner M., Wing K., Dryden P.J., Wong H., Glazebrook M. Intermediate-term results of total ankle replacement and ankle arthrodesis: a COFAS multicenter study. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(2):135–142. <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.01597>

8. Loewy E.M., Goodson K.M., Huang K., Perkins A., Walling A.K. 2021 Roger A. Mann Award Winner: Long-term revision rates and functional outcomes of total ankle arthroplasty and ankle arthrodesis. *Foot Ankle Orthop.* 2022;7(1):2473011421S00044. <https://doi.org/10.1177/2473011421S00044>

9. Kostuj T., Hönning A., Mittelmeier W., Malzahn J., Baums M.H., Osmanski-Zenk K. Outcome after total ankle replacement or ankle arthrodesis in end-stage ankle osteoarthritis on the basis of German-wide data: a retrospective comparative study over 10 years. *BMC Musculoskelet Disord.* 2024;25:492. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07612-w>

10. Wąsik J., Stołtny T., Pasek J., Szyłuk K., Pyda M., Ostalowska A., Kasperczyk S., Koczy B. Effect of total ankle arthroplasty and ankle arthrodesis for ankle osteoarthritis: a comparative study. *Med Sci Monit.* 2019;25:6797–6804. <https://doi.org/10.12659/MSM.915574>

11. Yang X.-Q., Zhang Y., Wang Q., Liang J.-Q., Liu L., Liang X.-J., Zhao H.-M. Supramalleolar osteotomy and arthrodesis for the treatment of Takakura 3B ankle osteoarthritis. *Foot Ankle Int.* 2022;43(9):1185–1193. <https://doi.org/10.1177/10711007221099183>

12. Yang W., Fu B., Zhang Y., Zhu X., Liu Y., Sun G. Effectiveness comparison of supramalleolar osteotomy and ankle arthrodesis in treatment of inverted ankle osteoarthritis in Takakura 3A stage with talus tilt. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2023;37(12):1482–1488. <https://doi.org/10.7507/1002-1892.202309039>

13. Veljkovic A.N., Daniels T.R., Glazebrook M.A., Dryden P.J., Penner M.J., Wing K.J., Younger A.S.E. Outcomes of total ankle replacement, arthroscopic ankle arthrodesis, and open ankle arthrodesis for isolated non-deformed end-stage ankle arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 2019;101(17):1523–1529. <https://doi.org/10.2106/JBJS.18.01012>

14. Lawton C.D., Prescott A., Butler B.A., Awender J.F., Selley R.S., Dekker R.G. II, Balderama E.S., Kadakia A.R. Modern total ankle arthroplasty versus ankle arthrodesis: a systematic review and meta-analysis. *Orthop Rev (Pavia).* 2020;12(3):8279. <https://doi.org/10.4081/or.2020.8279>. PMID: 33312482

15. Zunarelli R., Fiore M., Lonardo G., Pace A., Persiani V., De Paolis M., Sambri A. Total ankle replacement infections: a systematic review of the literature. *J Clin Med.* 2023;12(24):7711. <https://doi.org/10.3390/jcm12247711>. PMID: 38137779

16. Lee M.S., Mathson L., Andrews C., Wiese D., Fritz J.M., Jimenez A.E., Law B. Long-term outcomes after total ankle arthroplasty: a systematic review. *Foot Ankle Orthop.* 2024;9(4):24730114241294073. <https://doi.org/10.1177/24730114241294073>. PMID: 39525891

17. Butler J.J., Azam M.T., Weiss M.B., Kennedy J.G., Walls R.J. Supramalleolar osteotomy for the treatment of ankle osteoarthritis leads to favourable outcomes and low complication rates at mid-term follow-up: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023;31(2):701–715. <https://doi.org/10.1007/s00167-022-07144-7>. PMID: 36151410

18. Mahamid A., Laver L., Maman D., Abu Elhija A., Haj Yahya

M., Haverkamp D., Berkovich Y., Behrbalk E. Comparing early outcomes and complications between total ankle arthroplasty and ankle arthrodesis in patients with ankle osteoarthritis: big data analysis. *J Clin Med.* 2025;14(9):2909. <https://doi.org/10.3390/jcm14092909>

Информация об авторах:

Ширинов Айнуллох Абдурахмонович, аспирант кафедры травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН), ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Россия

e-mail: Shirinov_0101@mail.ru; тел.: +7-917-812-58-51; почтовый адрес: 117335, Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная 48к4, кв 21.

Загородний Николай Васильевич, доктор медицинских наук, академик РАН, профессор, руководитель клиники эндопротезирования суставов ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Минздрава России, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии Медицинского института ФГАОУ ВО «РУДН им. Патриса Лумумбы», ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Россия

e-mail: zagorodniy51@mail.ru, тел.: +7-917-549-41-61.

Бурков Дмитрий Владимирович, кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед ГБУЗ «Городская клиническая больница № 31 имени академика Г.М. Савельевой» Департамента здравоохранения г. Москвы, ул. Лобачевского, д. 42, Москва, 119415, Россия

e-mail: arthrodv@mail.ru

Миронов Андрей Николаевич, врач-травматолог-ортопед, заведующий травматологическим отделением ГБУЗ «Городская клиническая больница № 31 имени академика Г.М. Савельевой» Департамента здравоохранения г. Москвы, ул. Лобачевского, д. 42, Москва, 119415, Россия

e-mail: dr.mironov.andrey@gmail.com

Алиев Расул Николаевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГАОУ ВО «РУДН им. Патриса Лумумбы», врач травматолог-ортопед ГБУЗ «Городская клиническая больница № 31 имени академика Г.М. Савельевой» Департамента здравоохранения г. Москвы, ул. Лобачевского, д. 42, Москва, 119415, Россия

e-mail: rasulmed@yandex.ru; почтовый адрес: 119517, Россия, Москва, Аминьевское шоссе, 4Д корп. 3, кв. 224В.

Автор, ответственный за переписку:

Ширинов Айнуллох Абдурахмонович, аспирант кафедры травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН), ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Россия; e-mail: Shirinov_0101@mail.ru; тел.: +7-917-812-58-51; почтовый адрес: 117335, Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная 48к4, кв 21.

Information about authors:

Ainullokh A. Shirinov, Postgraduate Student, Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, 117198, Russian Federation

e-mail: Shirinov_0101@mail.ru; tel.: +7-917-812-58-51; postal address: 117335, Russia, Moscow, Profsoyuznaya Street 48, Bldg. 4, Apt. 21.

Nikolay V. Zagorodniy, Doctor of Medical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Head of the Joint Replacement Clinic, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, 117198, Russia

e-mail: zagorodniy51@mail.ru; tel.: +7-917-549-41-61.

Dmitriy V. Burkov, Candidate of Medical Sciences, Traumatologist-Orthopedist, City Clinical Hospital No. 31 named after Academician G.M. Savelyeva, Moscow Healthcare Department, 42 Lobachevskogo Street, Moscow, 119415, Russia

e-mail: arthrodv@mail.ru

Andrey N. Mironov, Traumatologist-Orthopedist, Head of the Trauma Department, City Clinical Hospital No. 31 named after Academician G.M. Savelyeva, Moscow Healthcare Department, 42 Lobachevskogo Street, Moscow, 119415, Russia

e-mail: dr.mironov.andrey@gmail.com.

Rasul N. Aliev, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Traumatologist-Orthopedist, City Clinical Hospital No. 31 named after Academician G.M. Savelyeva, Moscow Healthcare Department, 42 Lobachevskogo Street, Moscow, 119415, Russian Federation

e-mail: rasulmed@yandex.ru; postal address: 119517, Russia, Moscow, Aminyevskoye Highway, 4D, Bldg. 3, Apt. 224V.

Corresponding author:

Shirinov Ainullokh Abdurahmonovich, Postgraduate Student, Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya Street, Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: Shirinov_0101@mail.ru; tel.: +7-917-812-58-51; postal address: 117335, Russia, Moscow, Profsoyuznaya Street 48, Bldg. 4, Apt. 21.