

Луценко Артем Михайлович

**ДИСТРАКЦИОННАЯ АРТИКУЛИРУЮЩАЯ АРТРОПЛАСТИКА В
КОМБИНИРОВАННОМ ЛЕЧЕНИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОГО
ОСТЕОАРТРИТА ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА**

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

3.1.8. Травматология и ортопедия

Москва – 2024

Работа выполнена на кафедре травматологии, ортопедии медицинского факультета Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, г. Москва.

Научный руководитель:

Лазко Федор Леонидович доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии и ортопедии Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Официальные оппоненты:

Блаженко Александр Николаевич доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры ортопедии, травматологии и военно-полевой хирургии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Краснодар

Брижань Леонид Карлович доктор медицинских наук, доцент, начальник центра травматологии и ортопедии, главный травматолог Федерального государственного бюджетного учреждения «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, г. Москва

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

Защита диссертации состоится «___» _____ 2025 года в 14:00 на заседании диссертационного совета ПДС 0300.013 при ФГАО ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАО ВО «Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы» по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6 и на сайте организации.

Автореферат разослан «___» _____ 2024 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
доктор медицинских наук, доцент

Призов Алексей Петрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Число пациентов с остеоартритом голеностопного сустава (ОАГС) составляет 1% из всей популяции (Y. Nakamura et al., 2016), а частота посттравматического терминального (Kellgren-Lawrence 4-й степени или Н. С. Косинской III стадии) остеоартрита (ОА) достигает 10% по данным различных авторов (S. Lee, K. Song, S. Y. Lee, 2022; Y. Nakamura, 2016; C. L. Saltzman, T. Huff, 2005). Эпидемиологические расчеты позволяют судить о 9–15% ОАГС в общей популяции (C. Murray et al., 2018). Среди всех видов ОАГС, доля посттравматического ОА достигает 60–70% (R. O. Gorbatov, D. V. Pavlov, E. E. Malyshev, 2015; C. L. Saltzman, T. Huff, 2005), что приводит к инвалидизации от 8,8 до 46% (Т. Н. Омельченко, 2013; R. O. Gorbatov, D. V. Pavlov, E. E. Malyshev, 2015). Основными причинами развития ОАГС являются: травма в анамнезе 70–78%, ревматоидный артрит 11–13%, идиопатическая 7–9% (C. Murray et al., 2018; C. L. Saltzman, T. Huff, 2005; V. Valderrabano et al., 2009). Большинство травм области голеностопного сустава (ГС) являются низкоэнергетическими и несмотря на это приводят к развитию посттравматического ОАГС (C. G. Rasmussen et al., 2021). Посттравматический ОАГС поражает преимущественно молодых людей (S. O. Ewalefo, 2018). В свою очередь, причинами посттравматического ОА являются: переломы лодыжек 37%, переломы дистального метаэпифиза большеберцовой кости 9%, хроническая нестабильность ГС 14,6%, перелом таранной кости 8,3% (S. Lee, K. Song, S. Y. Lee, 2022; C. L. Saltzman, T. Huff, 2005).

Лечение ОАГС традиционно делится на консервативное и оперативное. Среди операций, выполняемых при терминальной стадии ОАГС, наиболее распространены методы артрорезирования и эндопротезирования ГС.

Долгие годы «золотым стандартом» лечения терминальной стадии ОАГС считалось артрорезирование. Современные исследования демонстрируют одинаковую эффективность, но разные функциональные результаты применения эндопротезирования и артрорезирования в лечении терминального ОА, однако выбор тактики лечения связан с особенностями пациента (J. Morash, D. M. Walton, M. Glazebrook, 2017; N. Nemat et al., 2021). Артрорезирование ГС связано с потерей функции, а также приводит к риску развития ОА смежных суставов стопы (34; 39), хотя в последнее время этот факт подвергается сомнению различными авторами (J. Morash, D. M. Walton, M. Glazebrook, 2017; S. Raikin et al., 2014; R. Wang et al., 2022). Несмотря на отсутствие функции сустава, результаты лечения по данным объективных оценочных систем признаны хорошими, особенно в группе пациентов старше 55 лет и соответствуют таковым при эндопротезировании (36; 42; J. Morash, D. M. Walton, M. Glazebrook, 2017; C.-L. Shih, S.-J. Chen, P.-J. Huang, 2020).

Эндопротезирование ГС имеет аналогичную частоту серьезных осложнений с

артродезированием, около 9%, что приводит либо к ревизионному эндопротезированию, либо к артрорезированию (L. Jeyaseelan et al., 2019; C. D. Lawton et al., 2020). По мнению ряда авторов, частота осложнений после артрорезирования выше или соответствует таковой при эндопротезировании (Т. М. Clough, F. Alvi, H. Majeed, 2018; D. W. Consul et al., 2022; D. Fanelli et al., 2021). Эндопротезирование ГС сохраняет функцию сустава, но имеет высокий риск осложнений, в том числе у молодых пациентов, суммарно достигая 20% (D. W. Consul et al., 2022). Противоречивые данные о выживаемости эндопротезов ГС имеются при наличии ассиметричного ОА (О. А. Kauts et al., 2022; G. P. Kotelnikov et al., 2021).

Альтернативными вмешательствами являются остеотомии около ГС, такие как супрамаллеолярная остеотомия или остеотомия пяточной кости с целью перераспределения нагрузки на сохраненные отделы сустава. Показания к подобного рода вмешательствам достаточно узкие и связаны с сохраненной амплитудой движений и асимметрией сустава (N. Krähenbühl et al., 2020; F. G. Usuelli, L. Manzi, 2019; Y. Xu, X. Xu, 2019). На претерминальной стадии (Kellgren-Lawrence 3-й степени или Н. С. Косинской II стадии) и отсутствии асимметрии сустава хорошие результаты имеет артроскопическая санация сустава, не уступающая по своей эффективности дистракционной артропластики голеностопного сустава (ДАГС) (A. Marijnissen, 2002).

Одним из методов отсрочки радикального вмешательства является ДАГС, в том числе в комбинации различных методик (M. Bernstein et al., 2017). Методика дистракционной артропластики заключается во временном разобщении суставных поверхностей с помощью аппарата наружной фиксации (АНФ), с целью активации репаративных механизмов организма (M. Bernstein et al., 2017). Существуют два типа компоновок АНФ с возможностью осуществления движений в ГС (артикулирующие) и без нее (фиксированные или неартикулирующие) (M. Herrera-Pérez, J. García-Paños et al., 2020).

Степень разработанности темы исследования

Проблема выбора оптимальной тактики и метода лечения с сохранением наилучшей функции нижней конечности, особенно важной для молодых пациентов, не вызывает сомнений в актуальности проблемы.

Возможность отсрочить радикальное вмешательство, с учетом высокой частоты осложнений и неудовлетворительных долгосрочных результатов эндопротезирования или артрорезирования, является перспективным направлением, обуславливающим актуальность выбранной темы исследования.

Цель исследования - улучшить результаты лечения терминального (Kellgren-Lawrence 4 степени или Н.С. Косинской III стадии) посттравматического остеоартрита голеностопного сустава при помощи суставосберегающей дистракционной артропластики.

Задачи исследования

1. Оценить ближайшие и отдаленные результаты лечения пациентов с терминальным посттравматическим остеоартритом голеностопного сустава путем дистракционной артикулирующей артропластики;

2. Проанализировать влияние дистракционной артикулирующей артропластики голеностопного сустава на объем хрящевой ткани на основании расчетной сегментации результатов магнитно-резонансной томографии (МРТ);

3. Оценить влияние дистракционной артикулирующей артропластики на восстановление суставного хряща голеностопного сустава через 1 год с момента операции;

4. Разработать методические рекомендации по применению дистракционной артикулирующей артропластики голеностопного сустава в комбинированном лечении терминального посттравматического остеоартрита голеностопного сустава.

Научная новизна исследования. Впервые в мире проведено исследование расчетного объема хрящевой ткани после дистракционной артикулирующей артропластики голеностопного сустава по данным МРТ.

Исследованы регенеративные возможности суставного хряща голеностопного сустава после дистракционной артикулирующей артропластики на основании данных повторной артроскопии через 1 год.

Впервые в России оценены ближайшие и отдаленные результаты лечения пациентов с терминальным (Kellgren-Lawrence 4 степени или Н.С. Косинской III стадии) посттравматическим остеоартритом голеностопного сустава путем дистракционной артропластики.

Теоретическая и практическая значимость работы. Анализ результатов лечения пациентов методом ДАГС с терминальным ОАГС, позволил выявить оптимальную технику и методологию его применения. Предложенная практическому здравоохранению техника применения ДАГС, позволила отсрочить выполнение радикальных вмешательств на голеностопном суставе в среднесрочном периоде наблюдений за счет снижения болевого синдрома, а также улучшения функции собственного сустава.

Анализ сегментации объема хрящевой ткани голеностопного сустава по данным МРТ, позволил определить изменения при среднесрочных наблюдениях, что имеет значимость для мировой науки в развитии понимания механизма действия дистракционной артропластики. Оценка изображений повторной артроскопии голеностопного сустава при среднесрочных наблюдениях позволила подтвердить теорию о регенерации хрящевой ткани и также расширить понимание процессов, возникающих в суставе после дистракционной артропластики.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Дистракционная артропластика голеностопного сустава за счет разобщения суставных поверхностей уменьшает контакт участков с поврежденным хрящом, что позволяет улучшить

функциональные результаты и купировать болевой синдром у пациентов с терминальным остеоартритом голеностопного сустава не менее, чем на 12 месяцев.

2. Артродиастаз голеностопного сустава в течение 8–12 недель при помощи аппарата Илизарова позволяет создать условия, способствующие восстановлению суставного хряща.

Реализация результатов работы. Результаты проведенного исследования используются в практической работе отделения травматологии и ортопедии ГБУЗ ГКБ имени В.М. Буянова ДЗМ г. Москвы, в отделении травматологии №2 ГБУЗ ГКБ №13 ДЗМ г. Москвы, в отделении травматологии и ортопедии ГБУЗ ГКБ имени А.К. Ерамишанцева ДЗМ г. Москвы, в отделении ортопедии ГБУЗ ГКБ №31 ДЗМ г. Москвы.

Материалы диссертации используются в ходе учебного процесса на кафедре травматологии и ортопедии РУДН при подготовке студентов, ординаторов и аспирантов.

Методология и методы исследования. Для оценки возможностей применения ДАГС у пациентов с терминальным посттравматическим ОАГС было проведено проспективное нерандомизированное, экспериментальное, многоцентровое исследование 42 пациентов. Учитывая отсутствие аналогов суставосберегающих операций при терминальном ОАГС, изучались возможности метода. Методом исследования являлась комплексная оценка процесса и результатов ДАГС в комбинированном лечении посттравматического ОАГС.

Динамическое наблюдение пациентов после хирургического лечения проводилось на сроках до 12 месяцев с момента демонтажа аппарата Илизарова. С целью определения качества и результатов лечения использовались аналоговые шкалы оценки функции голеностопного сустава Foot and Ankle Ability Measure (FAAM), American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle – Hindfoot Scale (AO FAS), визуальная аналоговая шкала боли (ВАШ), лучевые методы диагностики (рентгенография и МРТ), а также повторная артроскопия ГС при наличии клинических показаний к ее выполнению.

Статистический анализ проводился на персональном компьютере с помощью статистических библиотек для Python 3.9.10 (Python Software Foundation, Delaware, USA).

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Достоверность и обоснованность результатов исследования подтверждается достаточным количеством наблюдений (42 пациента с диагнозом посттравматический остеоартрит голеностопного сустава III стадии, которым выполнялась дистракционная артропластика). При проведении работы были использованы современные методы исследования, проведена оценка результатов с использованием шкал-опросников, контрольной рентгенографии, МРТ и повторных артроскопических вмешательств. Полученные в результате данные были обработаны с применением современных методов статистического анализа.

Материалы диссертации были представлены и обсуждены на 5 научно-практических всероссийских и международных конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, из них 4 в рецензируемых журналах, включенных в международную базу цитирования Scopus.

Личный вклад автора. Автор самостоятельно выполнил поиск и анализ мировой литературы. Участвовал на всех этапах лечения и обследования всех пациентов, вошедших в исследование, провел большинство операций по монтажу дистракционного аппарата наружной фиксации при лечении посттравматического ОАГС. Оценил клинические, артроскопические и инструментальные результаты хирургического лечения пациентов. Автором разработаны протоколы клинических наблюдений, проведена статистическая обработка полученных результатов, сформулированы выводы и практические рекомендации.

Объем и структура работы. Структура диссертации состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы, приложения. Работа содержит 123 страницы текста, 51 Рисунок, 13 таблиц. Библиографический список использованной литературы содержит 157 источников, из них 20 отечественных и 137 иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

В период с 2021 года по 2023 год на клинических базах кафедры травматологии и ортопедии медицинского института РУДН в государственных лечебных учреждениях города Москвы ГБУЗ «ГКБ № 13 ДЗМ», ГБУЗ «ГКБ №31 ДЗМ», ГБУЗ «ГКБ им. А. К. Ерамишанцева ДЗМ» и ГБУЗ «ГКБ им. В.М. Буянова ДЗМ» было проведено оперативное лечение 42 пациентов с терминальным ОАГС (4-й степени по Kellgren-Lawrence или III стадии по Н. С. Косинской) методом ДАГС в комбинированном лечении. В исследовании приняло участие 16 (38,9 %) женщин и 26 (61,11 %) мужчин. Средний возраст пациентов составил 48,5 [26; 65] лет. Средний возраст женщин 42,14 [26; 60] лет, а средний возраст мужчин 52,55 [33; 65] лет. Средний ИМТ составил 28,34 [21,56; 35,49] кг/м².

Причинами развития терминального ОАГС у 21 (50 %) пациента явился перелом в области ГС в анамнезе, а у оставшихся 21 (50 %) пациента хроническая нестабильность ГС вследствие разрыва связочного аппарата. Стоит отметить, что все пациенты в нашем исследовании с хронической нестабильностью имели длительный анамнез заболевания и лечились консервативно. Преимущественно встречалось повреждение латерального связочного комплекса ГС, которое было выявлено у 18 (42,86 %) пациентов. По структуре перенесенных переломов в области ГС, открытый перелом лодыжек в анамнезе имелся у 5 (11,9 %) пациентов, закрытый перелом лодыжек у 9 (21,43 %) пациентов, а закрытый перелом дистального отдела голени у 7 (16,67 %) пациентов. Все пациенты с переломами первично лечились хирургически,

кроме 3 (7,14 %) пациентов с закрытыми переломами лодыжек типа В по АО/ASIF и 1 (2,38 %) пациента с закрытым переломом типа С по АО/ASIF. Терминальный ОАГС с момента полученной травмы развивался в среднем через 3 [1; 25] года.

Классификация терминального ОАГС проводилась рентгенологически. Учитывая многообразие морфологических форм ОАГС, использовались различные методы классификации. Таким образом у всех пациентов имелся ОАГС 4 степени по Kellgren-Lawrence, по классификации «van Dijk scale» 2-я [1; 3] степень, по классификации COFAS 1-й [1; 4] тип. При наличии ассиметричного ОАГС, который выявлен у 5 (11,11 %) пациентов применялась классификация по Tanaka-Takakura и в среднем составила IIIA стадию.

Критериями включения пациентов в исследование были: наличие письменного информированного согласия на участие в исследовании, возраст от 18 лет до 65 лет, ОАГС 4-й степени по Kellgren-Lawrence или III стадии по Н. С. Косинской, наличие травмы ГС в анамнезе, сохранная суммарная амплитуда движений в ГС не менее 15°, неэффективность консервативного лечения в течение 6 месяцев.

Критерии невключения пациентов в исследование: возраст менее 18 лет или старше 65 лет, отсутствие травмы ГС в анамнезе, наличие специфического (ревматоидного, подагрического и др.) и инфекционного артрита ГС в анамнезе, подтвержденное расстройство психического здоровья, невозможность соблюдения ортопедического режима, невозможность заполнения формы оценочных систем.

Критерии исключения пациентов в исследование: отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании, пропуск контрольного осмотра более чем на 10 дней, пропуск контрольного рентгенологического исследования более чем на 10 дней.

Методы исследования. Всем пациентам выполнялся клинический осмотр, рентгенография и МРТ ГС, а также использовались оценочные системы ВАШ, FAAM и АО FAS. При наличии металлофиксаторов, несросшихся или неправильно сросшихся переломов выполнялась КТ ГС. Были разработаны специальные бланки клинического осмотра, представленные в приложении, которые включали специфические тесты для ГС.

Первой контрольной точкой исследования являлся предоперационный осмотр, который включал в себя клинический осмотр, рентгенографию ГС, оценку по шкалам и МРТ ГС, а в случае необходимости КТ ГС. Далее выполнялся клинический осмотр и контрольная рентгенография ГС на 1-е сутки после операции, через 4 недели после операции и через 8–12 недель в момент демонтажа аппарата Илизарова.

Дальнейшие осмотры выполнялись с оценкой по шкалам ВАШ, FAAM и АО FAS через 1, 3, 6 и 12 месяцев после демонтажа аппарата Илизарова. Контрольная рентгенография выполнялась через 1, 6 и 12 месяцев после демонтажа АНФ. Повторное МРТ ГС рекомендовали выполнять через 12 месяцев с момента демонтажа АНФ.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием статистических библиотек SciPy 1.12.0 и NumPy 1.24.2 для Python 3.9.10 (Python Software Foundation, Delaware, USA). Для каждой из непрерывных величин приведены медиана (Мед), верхний (25%) и нижний квартиль (75%). Достоверность отличий проверялась с помощью непараметрического Т-критерий Уилкоксона и расчетом р-уровня значимости. Статистически значимыми считали различия при значениях $p < 0,05$. Корреляционный анализ проводился с помощью коэффициента Спирмена. При последовательных сравнениях использовалась поправка на множественные сравнения Benjamini – Yekutieli.

Методы комбинированного лечения посттравматического остеоартрита.

Помимо терминального ОАГС, у пациентов имелась сопутствующая патология ГС, коррекция которой проводилась одномоментно. Чаще всего встречался передний импиджмент-синдром, выявленный у 28 (66,67 %) пациентов, и хроническая нестабильность ГС вследствие разрыв латерального связочного комплекса у 7 (16,67 %) пациентов. У 2 (4,6 %) пациентов выявлен несросшийся перелом наружной лодыжки. Неправильно сросшийся перелом большеберцовой кости выявлен у 2 (4,6 %) пациентов.

Во всех случаях использовалось комбинированное лечение совместно с ДАГС. Чаще всего проводился артроскопический дебридмент переднего отдела ГС, который был выполнен у 28 (66,67 %) пациентов. У 10 (23,81 %) пациентов выполнена реконструкция латерального или медиального связочного комплекса ГС с помощью лент и анкерных фиксаторов либо пуговиц. Микрофрактурирование дефектов хряща выполняли у 6 (14,29 %) пациентов. Реконструкцию латерального связочного комплекса у 7 (16,67 %) пациентов. Реконструкцию дельтовидной связки произвели у 3 (7,14 %) пациентов. Артроскопический дебридмент заднего отдела ГС выполнили у 5 (11,9 %) пациентов, а релиз сухожилия длинного сгибателя большого пальца у 3 (7,14 %) пациентов. При выполнении артроскопии переднего отдела ГС производилась фото и видео фиксация повреждений хрящевой ткани ГС с ее оценкой по Outerbridge. Реостеосинтез латеральной лодыжки выполняли у 2 (4,76 %) пациентов. У 2 (4,76 %) пациентов проводили открытоугольную надлодыжечную корригирующую остеотомию большеберцовой кости с аутокостной пластикой. Учитывая высокую частоту встречаемости эквинусной контрактуры ГС, проводилась тенотомия ахиллова сухожилия по Ноке у 11 (26,19 %) пациентов.

ДАГС выполнялась как финальный этап оперативного вмешательства и осуществлялась с помощью аппарата Илизарова, который состоял из 1 кольца и U-образного полукольца для стопы. Кольцо фиксировалось к голени посредством 2 стержней Шанца диаметром 6 мм в разнонаправленных плоскостях. Первостепенно устанавливали стержень Шанца на VII уровне голени в позиции 12–13 часов с соблюдением β_1 -угла в $95\text{--}100^\circ$. После чего фиксировали и позиционировали кольцо аппарата Илизарова к стержню Шанца. Затем устанавливали второй стержень Шанца на VII–VIII уровне голени в позиции 3–4 ч с соблюдением β_2 -угла $85\text{--}80^\circ$.

Между стержнями Шанца достигали α -угол $65\text{--}75^\circ$ при фиксации к кольцу. Далее устанавливались 2 параллельных спицы диаметром 1,8 или 2,0 мм в таранную и пяточную кость. Затем выполнялось позиционирование и фиксация U-образного полукольца. С целью корректной ориентации шарнирных узлов на биомеханической оси ГС устанавливали временную спицу, проводя ее ниже середины вершук медиальной и латеральной лодыжки. После чего устанавливались опорные штанги с одноосным шарнирным узлом на уровне биомеханической оси движения ГС (оси Инмана В. Т.). Производилось создание артрдиастаза величиной до 5–6 мм и дополнительная фиксация спицей через пяточную кость. При выполнении контрольных движений в ГС в конце монтажа аппарата Илизарова уделялось внимание ротационному положению шарнирных узлов на U-образной раме с ее коррекцией при необходимости. Компоновка аппарата Илизарова имеет блокирующий механизм, который предотвращает движения в ГС при необходимости. Период артрдиастаза составлял от 8 до 12 недель в среднем 9,76 [8; 12] недель.

Результаты исследования.

Несмотря на то, что в ряде исследований утверждается об увеличении амплитуды движений в ГС после ДАГС, в нашем исследовании улучшения амплитуды не было статистически значимым. При изучении амплитуды движений ГС до оперативного лечения и после демонтажа ДАГС, выявлено статистически значимое снижение в первый месяц после операции ($p < 0,05$). В последующем амплитуда движений восстанавливалась до предоперационного уровня. Эти наблюдения справедливы как для пассивной, так и активной амплитуды движений в ГС.

Исследование функционального результата лечения методом ДАГС, демонстрирует статистически значимое улучшение по шкалам АО FAS и FAAM через 6 и 12 месяцев после демонтажа АНФ в сравнении с предоперационным уровнем ($p < 0,01$). В среднем наблюдалось улучшение функции ГС по шкале FAAM с предоперационного уровня в 54 [45,25; 61,0] % до 78 [74,0; 83,5] % к 12 месяцам, а по шкале АО FAS с предоперационного уровня в 57 [51,25; 61,75] баллов до 73 [65,25; 79,0] баллов к 12 месяцам.

У всех пациентов наблюдалось уменьшение болевого синдрома по шкале ВАШ, которое было статистически значимым ($p < 0,01$) через 3, 6 и 12 месяцев после демонтажа АНФ в сравнении с предоперационным уровнем боли. В среднем болевой синдром по ВАШ до оперативного лечения составил 6 [5,0; 7,28] см. К 3 месяцам болевой синдром уменьшился до 4 [3,28; 4,38] см, а к 12 месяцам средний уровень боли составлял 2 [1,4; 2,1] см по ВАШ ($p < 0,01$). Через 12 месяцев после демонтажа аппарата Илизарова болевой синдром по ВАШ в пределах 1–2 см выявлен у 24 (57,14 %) пациентов и имел эпизодический характер (Таблица 1).

Таблица 1 – Сводные данные по результатам опросников и их сравнением с предоперационными результатами

	<i>FAAM (%)</i>	<i>AO FAS (баллы)</i>	<i>ВАШ (см)</i>
До	54 [45,25; 61,0]	57 [51,25; 61,75]	6 [5,0; 7,28]
1 месяц	47 [42,25; 53,5]	55 [46,25; 62,75]	5 [2,85; 6,15]
<i>p-уровень</i>	<i>0,357</i>	<i>1,000</i>	<i>0,188</i>
3 месяца	56 [48,0; 60,75]	58 [52,5; 68,5]	4 [3,28; 4,38]
<i>p-уровень</i>	<i>1,000</i>	<i>0,528</i>	<i>0,006*</i>
6 месяцев	67 [61,5; 73,5]	66 [57,25; 72,75]	3 [1,33; 3,32]
<i>p-уровень</i>	<i>0,001*</i>	<i>0,002*</i>	<i>0,001*</i>
12 месяцев	78 [74,0; 83,5]	73 [65,25; 79,0]	2 [1,4; 2,1]
<i>p-уровень</i>	<i>0,001*</i>	<i>0,001*</i>	<i>0,001*</i>
<i>Примечание – * – статистически значимые отличия</i>			

Стоит отметить, что в 1 месяц после демонтажа аппарата Илизарова наблюдалось статистически незначимое снижение функциональных результатов и болевого синдрома, с последующим постепенным улучшением результатов ($p < 0,01$) по ВАШ через 3 месяца и функциональных результатов через 6 месяцев.

Для анализа факторов, влияющих на результат лечения по шкалам FAAM, AO FAS и ВАШ был проведен корреляционный анализ Спирмена на основании собранной базы данных результатов осмотров пациентов. Были выявлены статистически значимые ($p < 0,05$) факторы, обладающие средней силой корреляции. В результате корреляционного анализа выявлена прямая связь ($r = 0,6$) между более тяжелым типом по классификации COFAS с более высоким болевым синдромом по ВАШ через 6 месяцев после демонтажа аппарата Илизарова. Вывод, полученный на основании корреляционного анализа функциональных результатов и уровня боли, свидетельствует о том, что исходно высокая функция ГС после лечения станет еще лучше, а более низкая функция связана с более высоким болевым синдромом (Таблица 2).

Таблица 2 – Корреляционный анализ факторов, влияющих на результат лечения в различные сроки по шкалам FAAM, AO FAS и ВАШ

<i>Фактор №1</i>	<i>Фактор №2</i>	<i>Корреляция (r)</i>	<i>p-уровень</i>
Kellgren-Lawrence	van Dijk scale	0,7	0,001
COFAS	ВАШ 6 месяцев	0,6	0,009
АО FAS до	АО FAS 12 месяцев	0,7	0,002
FAAM 1 месяц	FAAM 3 месяца	0,7	0,003
FAAM 1 месяц	ВАШ 3 месяца	-0,6	0,005
АО FAS 1 месяц	ВАШ 1 месяц	-0,6	0,005
АО FAS 1 месяц	ВАШ 3 месяца	-0,7	0,001
ВАШ 1 месяц	АО FAS 3 месяца	-0,6	0,012
ВАШ 1 месяц	ВАШ 3 месяца	0,7	0,001
АО FAS 3 месяца	ВАШ 3 месяца	-0,8	0,001
АО FAS 3 месяца	ВАШ 6 месяцев	-0,7	0,003
ВАШ 3 месяца	ВАШ 6 месяцев	0,5	0,032
FAAM 12 месяцев	ВАШ 12 месяцев	-0,5	0,019

Анализ результатов МРТ ГС до оперативного лечения и через 12 месяцев проводился у 10 (23,81 %) пациентов. Только у 29 (69,05 %) пациентов МРТ ГС было выполнено дважды в соответствии с контрольными точками. Среди них у 19 (45,24 %) пациентов имелись наводки от металлофиксаторов, шумы, артефакты, либо качество изображений было неудовлетворительным (менее 1,5 Тесла), в связи с чем выполнение сегментации хрящевой ткани было технически невозможно. На сагиттальных срезах МРТ ГС взвешенных по протонной плотности (PD-взвешенных изображений) проводилось ручное выделение хрящевой ткани на таранной и большеберцовой костях в полуавтоматическом режиме допустимых значений цветового показателя с последующей программной корректировкой границ хряща на основании различии интенсивности цвета пикселей (полуавтоматическая сегментация изображений) в программе 3D Slicer 5.4.0. На основании полученных данных выполнялось создание 3D-моделей хрящевой ткани с последующим определением объема полученных фигур. Выявлено статистически значимое увеличение объема хрящевой ткани таранной кости

на 272,65 мм³ и большеберцовой кости на 247,48 мм³ ($p < 0,05$) (Таблица 3).

Таблица 3 – Медианный объем хрящевой ткани по МРТ

	До ДАГС мм ³	Через 12 месяцев мм ³
Хрящ таранной кости	551 [389,32; 706,21)	792 [724,95; 885,12]
Хрящ большеберцовой кости	679 [470,97; 930,11]	965 [786,12; 1148,1]

На основании контрольных рентгенограмм ГС выполнялось измерение величины суставной щели в миллиметрах на прямой проекции. Сравнительный анализ между предоперационной величиной и через 12 месяцев после демонтажа аппарата Илизарова демонстрирует статистически значимое увеличение суставной щели на 1,03 мм ($p < 0,05$). В среднем до ДАГС величина суставной щели составляла 1,3 [1,1; 1,4] мм, а через 12 месяцев после лечения 2,3 [2,25; 2,55] мм (Рисунок 1).

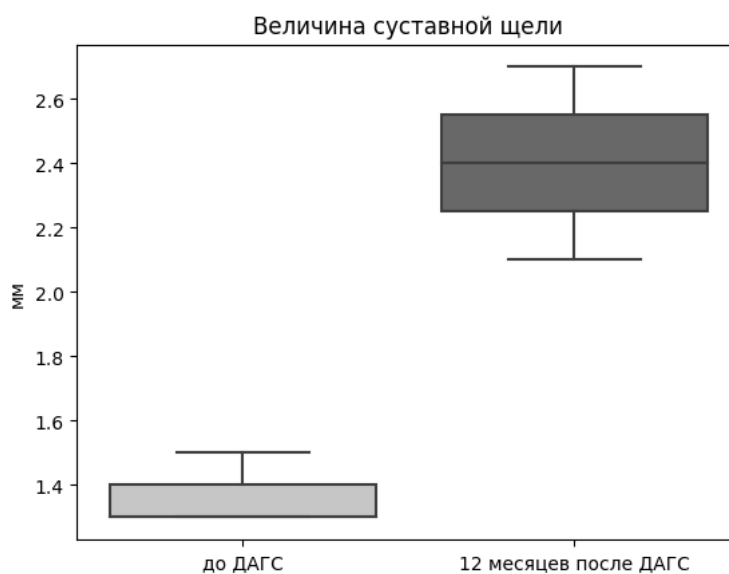


Рисунок 1 – Размер суставной щели до и через 12 месяцев после оперативного лечения по результатам рентгенографии

Учитывая широкую распространенность применения артроскопического метода в комбинированном лечении ОАГС, состояние хрящевой ткани ГС оценивалось с помощью модифицированной шкалы Outerbridge. Наиболее часто артроскопический метод применялся для лечения переднего импиджмент-синдрома ГС, который был выявлен у 28 (66,67 %) пациентов. К 12 месяцам после демонтажа аппарата Илизарова у 13 (30,95 %) пациентов возник рецидив переднего импиджмент-синдрома. Диагноз устанавливался на основании клинического осмотра, который заключался в проведении теста на импиджмент-синдром. В случае появления

болевого синдрома при пассивной форсированной плантофлексии или дорсофлексии тест считался положительным. Таким образом повторную (second-look) артроскопию ГС выполнили 10 (23,81 %) пациентам через 12 месяцев после демонтажа аппарата Илизарова. Учитывая наличие фото и видео фиксации изменений хрящевой ткани до ДАГС и через 12 месяцев после, выполнена оценка по Outerbridge с последующим сравнительным статистическим анализом. При первичной артроскопии ГС у всех пациентов выявлена хондромалиция 4-й степени по Outerbridge. При повторной артроскопии ГС выявлена хондромалиция 2-й степени по Outerbridge у 2 (4,76 %) пациентов и 3-й степени по Outerbridge у 8 (19,05 %) пациентов. Полученные изменения соответствуют статистически значимому уменьшению степени хондромалиции через 12 месяцев после ДАГС ($p < 0,01$) (Рисунок 2).

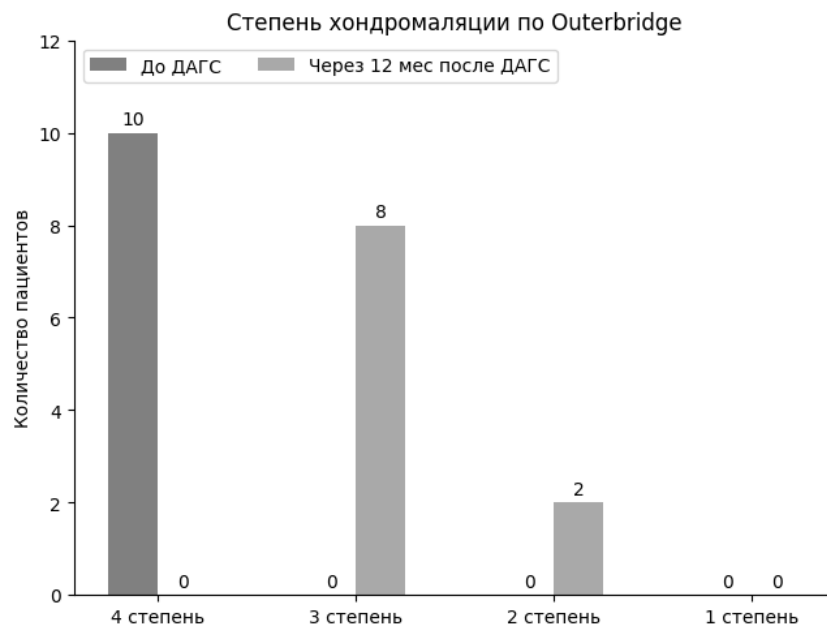


Рисунок 2 – Распределение пациентов на основании данных артроскопии до и через 12 месяцев после ДАГС по Outerbridge

Таким образом комбинированное лечение терминального ОАГС методом ДАГС является безопасным и эффективным. Наилучший результат лечения достигается к 12 месяцам с момента демонтажа аппарата Илизарова. Улучшение функциональных результатов и купирование болевого синдрома происходит постепенно после проведенного лечения, достигая наилучшего результата к 12 месяцам.

Общее число осложнений в исследование было низким, за исключением воспаления мягких тканей в области ЧКЭ. Серьезных осложнений, требующих повторных оперативных вмешательств, а также спинового остеомиелита не выявлено. В период наблюдения 12 месяцев ни одному пациенту не была выполнена конверсия на эндопротезирование или артродезирование ГС. Сводные данные по осложнениям представлены в таблице (Таблица 4).

Таблица 4 – Общее число осложнений при лечении методом ДАГС

<i>Осложнение</i>	<i>Количество (пациентов)</i>
Ограничение движений ГС в узлах АНФ	2 (4,76 %)
Поломка спицефиксаторов	2 (4,76 %)
Ослабление спиц	3 (7,14 %)
Тракционная нейропатия	1 (2,38 %)
Воспаление мягких тканей в области ЧКЭ	26 (61,9 %)
Боль в области ЧКЭ	2 (4,76 %)

Ограничение движений в ГС, связанное с расположением шарнирных узлов, возникло в 1-е сутки после операции у 2 (4,76 %) пациентов, которые ощущали механическую помеху для активных движений в суставе. Ограничение устранялось ротацией опорной штанги с шарнирным узлом на приемлемую ось движения в суставе до исчезновения чувства «помехи».

У 2 (5,56 %) пациентов возникла поломка спицефиксатора на сроке в 4–5 недель с момента демонтажа, что потребовало повторного натяжения спицы с заменой спицефиксатора.

У 3 (7,14 %) пациентов на сроке в 4–5 недель при контрольном осмотре было выявлено ослабление натяжения одной спицы, проведенной через пяточную кость, что потребовало повторного натяжения.

Тракционная нейропатия возникла у 1 (2,38 %) пациента в 1-е сутки после операции, с проявлением неврологической симптоматики в виде выраженного онемения в области пятки. После чего был устранен артродиастаз и онемение купировалось к концу первых суток. Далее необходимый уровень артродиастаза был достигнут постепенным растяжением сустава по 1–2

мм в день, по мере переносимости пациентом. Достижение артродиастаза в 6 мм заняло 4 дня после операции с последующим отсутствием любых неврологических проявлений.

Боль в области ЧКЭ, не связанная с воспалением мягких тканей, встречалась у 2 (4,76 %) пациентов. У одной пациентки производилась дополнительная фиксация спицей через плюсневые кости стопы, что было связано с болевым синдромом в области спицы весь период лечения в АНФ. У другого пациента болевой синдром был связан с расположенным дистальным стержнем Шанца чрезмерно медиально, который вызывал натяжением мягких тканей вблизи сухожилий разгибателей голени. Болевой синдром был не выражен и полностью купирован после демонтажа АНФ в обоих случаях.

Признаки воспаления мягких тканей в области ЧКЭ через 4 недели с момента операции имелись у 19 (45,24 %) пациентов с увеличением числа больных к дате демонтажа до 26 (61,9 %) пациентов. Чаще всего воспаление мягких тканей наблюдалось в области спиц, проведенных через пяточную и таранную кость.

Учитывая мобильный характер компоновки АНФ, именно область введения спиц в таранную и пяточную кости подвергались наибольшему натяжению мягких тканей, что приводило к мацерации кожных покровов и развитию воспаления мягких тканей. Тактику лечения при признаках воспаления мягких тканей в области ЧКЭ выбирали индивидуально, учитывая сроки после монтажа АНФ. Если срок превышал 8 недель, то принимали решение в пользу демонтажа АНФ. В остальных случаях рекомендовали исключить нагрузку на оперированную конечность и прекратить движения в шарнирном механизме, а также проводили комплексное консервативное лечение. У всех пациентов в течение 2–3 дней болевой синдром и гиперемия купировались на фоне проведенного лечения. После чего пациентам вновь разрешали осевую нагрузку и движения в ГС по мере переносимости болевого синдрома. Во всех случаях проведенное лечение воспаления мягких тканей в области ЧКЭ, позволяло сохранить имеющуюся компоновку АНФ до минимально рекомендуемого срока в 8 недель.

Подведя итоги, ДАГС является эффективным методом отсрочить радикальное вмешательство (артродезирование или эндопротезирование ГС), что наиболее актуально для молодых пациентов с посттравматическим ОАГС и сохранной амплитудой движений в ГС. Метод обладает низкой частотой осложнений, легко воспроизводим. Возникающие процессы регенерации в ГС при лечении методом ДАГС позволяют увеличить объем хрящевой ткани и восстановить имеющиеся тяжелые хрящевые дефекты. Также метод не создает дополнительных трудностей при последующих оперативных вмешательствах. Оптимально применение метода в комбинированном лечении с одновременной коррекцией сопутствующих патологий ГС и восстановлением оси нижней конечности. ДАГС обладает высокой эффективностью снижения болевого синдрома и улучшения функции ГС.

Выводы

1. После проведенного комбинированного лечения с помощью дистракционной артикулирующей артропластики голеностопного сустава возникает статистически значимое уменьшение болевого синдрома через 3 месяца с момента операции ($p=0,006$) и улучшение функции голеностопного сустава по шкалам FAAM ($p=0,001$) и АО FAS ($p=0,002$) через 6 месяцев. Постепенное улучшение результатов происходит к 12 месяцам с момента операции, достигая средних показателей боли по ВАШ в 2 см [1,4; 2,1] ($p=0,001$) и функциональных результатов по FAAM 78 % [74,0; 83,5] ($p=0,001$), а по АО FAS 73 балла [65,25; 79,0] ($p=0,001$).

2. Дистракционная артропластика голеностопного сустава приводит к увеличению объема хрящевой ткани по результатам контрольных МРТ исследований и обладает статистически значимым увеличением хрящевой ткани таранной кости на 272,65 мм³ ($p=0,019$) и хрящевой ткани большеберцовой кости на 247,48 мм³ ($p=0,012$).

3. В соответствии с результатами повторной (second-look) артроскопии голеностопного сустава через 12 месяцев с момента операции дистракционная артропластика приводит к восстановлению участков хондромалиции 4 степени по Outerbridge с покрытием их хрящеподобной тканью и регенерацией до 2–3 степени по Outerbridge ($p=0,002$).

4. Методика дистракционной артропластики голеностопного сустава применима у пациентов с терминальным (Kellgren-Lawrence 4 степени или Н.С. Косинской III стадии) посттравматическим остеоартритом. Методика заключается в разобщении суставных поверхностей (создании артродиастаза) на 5–6 мм с помощью аппарата Илизарова, состоящего из одного кольца и U-образного полукольца, а также шарнирного механизма для сохранения движений в суставе, который располагается на оси Инмана В.Т., в течение 8–12 недель, поддерживая заданный артродиастаз.

Практические рекомендации

1. Дистракционная артропластика голеностопного сустава осуществляется с помощью аппарата Илизарова, состоящего из одного кольца, U-образного полукольца и одноплоскостных шарниров, которые располагаются на оси Инмана В.Т.

2. Размер артродиастаза должен быть минимум 4-5 мм, период дистракции от 8 до 10 недель, но не превышать 12 недель.

3. Начало активной лечебной гимнастики с разработкой движений в суставе начинается с первых суток после операции.

4. При возникновении тракционной нейропатии необходимо полностью устранить артродиастаз и достигать целевых значений поэтапно, с дистракцией 1–2 мм в сутки.

Список сокращений

- АНФ – аппарат наружной фиксации
- ОА – остеоартрит
- ГС – голеностопный сустав
- ЧКЭ – чрескостный элемент (спица или стержень Шанца)
- ОАГС – остеоартрит голеностопного сустава
- ДАГС – дистракционная артропластика голеностопного сустава
- МРТ – магнитно-резонансная томография
- КТ – компьютерная томография
- ФААМ – Foot and Ankle Ability Measure
- АО FAS – The American Orthopedic Foot and Ankle Score Ankle-Hindfoot Scale
- ВАШ – визуальная аналоговая шкала
- ADAMTS5 – дезинтегрин и металлопротеиназа с мотивами тромбоспондина 5
- MMP9 – матриксная металлопротеиназа 9
- MMP13 – матриксная металлопротеиназа 13
- (tgF)- β – трансформирующий фактор роста- β
- COFAS – Canadian Orthopaedic Foot & Ankle Society
- АО/ASIF – Универсальная классификация переломов (АО – Arbeitsgemeinschaft fur Osteosynthesefragen (немецкий), ASIF – Association for the Study of Internal Fixation (английский))
- НПВС – нестероидные противовоспалительные средства
- ЦОГ-2 – циклооксигеназа-2
- ИМТ – индекс массы тела
- ГКБ – Государственная клиническая больница
- ДЗМ – Департамент здравоохранения Москвы
- РУДН – Российский университет дружбы народов
- ЭОП – электронно-оптический преобразователь
- ЛФК – лечебная физкультура

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Lutsenko A. et al. ANKLE DISTRACTION ARTHROPLASTY: A SYSTEMATIC REVIEW //Georgian Medical News. – 2022. – №. 331. – С. 12-21. **МБЦ**
2. Луценко А.М., Карпенко А.В., Ананьин Д.А., Призов А.П., Алиев Р.Н., Лазко Ф.Л. Дистракционная артикулирующая артропластика голеностопного сустава в аппарате Илизарова. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2023;5:65–71. **МБЦ**
3. Луценко А.М., Керимова Л.Г., Призов А.П., Ананьин Д.А., Лазко Ф.Л. Кросс-культурная адаптация и валидация русскоязычной версии оценочной системы Foot and Ankle Ability Measures (FAAM-Ru) // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2024. Т. 12, No 1. С. 135–140. **МБЦ**
4. Луценко А.М., Призов А.П., Ананьин Д.А., Карпенко А.В., Лазко Ф.Л. / Повторная артроскопия голеностопного сустава после дистракционной артропластики // Клиническая практика. 2024. **МБЦ**
5. Луценко А.М., Ананьин Д.А., Призов А.П., Лазко Ф.Л. / Дизайны компоновок аппарата наружной фиксации для дистракционной артропластики голеностопного сустава. // VII Пироговский форум травматологов ортопедов. Сборник материалов конференции. 14-16 сентября 2022 года. С. 135 **ДРУГИЕ ЖУРНАЛЫ**
6. Луценко А.М., Призов А.П., Бондаренко П.В., Меньшиков В.В., Лазко Ф.Л. / Пути снижения осложнений при дистракционной артропластике голеностопного сустава. // VIII Пироговский форум травматологов ортопедов. Сборник материалов конференции. 15-16 ноября 2023 года. С. 221-222 **ДРУГИЕ ЖУРНАЛЫ**
7. Луценко А.М., Ананьин Д.А., Призов А.П., Лазко Ф.Л. / **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНОЧНЫХ СИСТЕМ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ СТОПЫ И ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА** // Сборник тезисов XXII Межвузовской конференции студентов и молодых ученых «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии», посвященной памяти Сергея Васильевича Сергеева. 2022 год. С. 39 **ДРУГИЕ ЖУРНАЛЫ**
8. Луценко А.М., Ананьин Д.А., Призов А.П., Лазко Ф.Л. / **ДИСТРАКЦИОННАЯ АРТИКУЛИРУЮЩАЯ АРТРОПЛАСТИКА ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА 1 ГОД КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ** // Сборник тезисов XII ВСЕРОССИЙСКИЙ СЪЕЗД ТРАВМАТОЛОГОВ-ОРТОПЕДОВ. 2022 год. С. 586-587 **ДРУГИЕ ЖУРНАЛЫ**

Луценко Артем Михайлович

Дистракционная артикулирующая артропластика в комбинированном лечении посттравматического остеоартрита голеностопного сустава

Данная работа представлена на соискание ученой степени кандидата медицинских наук.

На основании литературного анализа и данных собственных наблюдений 42 пациентов автором изучена методика дистракционной артропластики голеностопного сустава в комбинированном лечении посттравматического остеоартрита голеностопного сустава терминальной стадии (Kellgren-Lawrence 4 степени или Н.С. Косинской III стадии).

Продемонстрирована клиническая эффективность использования методики с целью отсрочить выполнение радикального хирургического вмешательства – эндопротезирования или артродезирования голеностопного сустава. С помощью анализа результатов повторной артроскопии голеностопного сустава и результатов контрольных МРТ через 1 год с момента дистракционной артропластики изучены изменения хрящевой ткани, которые имеют признаки регенерации.

Установлено, что дистракционная артропластика способствует улучшению функциональных характеристик голеностопного сустава по шкале АО FAS и FAAM через 6 месяцев после лечения и уменьшению болевого синдрома по шкале ВАШ через 3 месяца.

Предложен режим применения дистракционной артропластики с возможностью движений в голеностопном суставе.

Lutsenko Artem Mikhailovich

Distraction Articulating Arthroplasty in the Combined Treatment of Post-Traumatic Osteoarthritis of the Ankle Joint

This work is presented for the degree of Candidate of Medical Sciences.

Based on a literature review and data from the author's observations of 42 patients, the methods of distraction arthroplasty of the ankle joint in the combined treatment of terminal stage post-traumatic osteoarthritis of the ankle joint (Kellgren-Lawrence grade 4 or N.S. Kosinskaya stage III) were studied.

The clinical efficacy of the method was demonstrated with the aim of delaying radical surgical interventions such as ankle joint endoprosthesis or arthrodesis.

Through the analysis of repeat ankle arthroscopy results and control MRI results one year after distraction arthroplasty, changes in cartilage tissue showing signs of regeneration were studied.

It was established that distraction arthroplasty contributes to the improvement of functional characteristics of the ankle joint according to the AO FAS and FAAM scales six months after treatment and to the reduction of pain syndrome according to the VAS scale three months after treatment.

A regimen for the application of distraction arthroplasty with the possibility of movements in the ankle joint was proposed.