

СЕРИЯ СЛУЧАЕВ ПОВТОРНОЙ АРТРОСКОПИИ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА ПОСЛЕ ДИСТРАКЦИОННОЙ АРТРОПЛАСТИКИ

А.М. Луценко^{1, 2}, А.П. Призов^{1, 3}, Д.А. Ананьин^{1, 4}, А.В. Карпенко², Ф.Л. Лазко^{1, 3}

¹ Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия;

² Жуковская областная клиническая больница, Жуковский, Россия;

³ Городская клиническая больница имени В.М. Буянова, Москва, Россия;

⁴ Городская клиническая больница имени А.К. Ерамишанцева, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Дистракционная артропластика голеностопного сустава — метод лечения терминального остеоартрита голеностопного сустава, позволяющий отсрочить артродезирование или тотальное эндопротезирование. Лечебный эффект достигается за счёт разобщения суставных поверхностей (артродиастаза) с помощью аппарата Илизарова (или других аппаратов внешней фиксации) на срок 8–12 недель. Описано всего одно исследование пациентов с повторной артроскопией голеностопного сустава после дистракционной артропластики в комбинации с микрофрактурированием дефектов хряща, повторной артроскопией на момент демонтажа аппарата наружной фиксации (через 3 месяца). **Цель исследования** — изучить изменения суставных поверхностей по классификации Outerbridge до и после дистракционной артропластики голеностопного сустава с помощью повторной артроскопии голеностопного сустава. **Методы.** Всего выполнено 17 оперативных вмешательств по дистракционной артропластике голеностопного сустава (7 [41,2%] женщин и 10 [58,8%] мужчин; средний возраст пациентов 48,5±13,57 года). Повторная артроскопия голеностопного сустава в связи с рецидивом переднего импиджмент-синдрома после дистракционной артропластики голеностопного сустава в срок до 12 месяцев с момента демонтажа аппарата Илизарова выполнена 4 пациентам. Для оценки результатов лечения использовали шкалы функционального ограничения стопы и голеностопного сустава (FAAM), оценки боли, функции, деформации и выравнивания стопы и голеностопного сустава (AOFAS Ankle-hindfoot scale), субъективной оценки боли (ВАШ); состояние хряща голеностопного сустава оценивали с помощью модифицированной шкалы Outerbridge. **Результаты.** У всех пациентов отмечено статистически значимое улучшение функционального результата через 12 месяцев с момента операции по шкалам FAAM ($p=0,0006$) и AOFAS Ankle-hindfoot scale, а также после демонтажа аппарата Илизарова через 1, 3 и 6 месяцев. Интенсивность боли по шкале ВАШ снизилась с 6,17±1,32 см до операции до 2 см (1,4; 2,1) ($p=0,00002$) через 12 месяцев. Артроскопическая картина при повторных вмешательствах демонстрирует развитие массивного артрофиброза с его последующей деградацией к 6 месяцам, а также восстановлением дефектов хряща с IV степени по Outerbridge до II–III степени. **Заключение.** При повторной артроскопии, в том числе спустя 12 месяцев после дистракционной артропластики голеностопного сустава, отмечаются признаки регенерации хрящевых дефектов с покрытием их хрящеподобной тканью, что, вероятно, и обуславливает анальгетический эффект дистракционной артропластики голеностопного сустава.

Ключевые слова: дистракционная артропластика; голеностопный сустав; аппарат Илизарова; остеоартрит.

Для цитирования:

Луценко А.М., Призов А.П., Ананьин Д.А., Карпенко А.В., Лазко Ф.Л. Серия случаев повторной артроскопии голеностопного сустава после дистракционной артропластики. Клиническая практика. 2024;15(3):In Press. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract629997>

Поступила 05.04.2024

Принята 01.10.2024

Опубликована online ????.2024

REPEATED ARTHROSCOPY OF THE ANKLE JOINT AFTER DISTRACTION ARTHROPLASTY, A CASE SERIES

A.M. Lutsenko^{1,2}, A.P. Prizov^{1,3}, D.A. Ananin^{1,4}, A.V. Karpenko², F.L. Lazko^{1,3}

¹ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia;

² Zhukovsky Regional Clinical Hospital, Zhukovsky, Russia;

³ City Clinical Hospital named after V.M. Buyanov, Moscow, Russia;

⁴ City Clinical Hospital named after A.K. Eramishantsev, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Distraction arthroplasty of the ankle joint is the treatment method used for the cases of terminal osteoarthritis of the ankle joint that allows for delaying the arthrodesis or the total endoprosthesis replacement. The therapeutic effect is being achieved due to the separation of the articular surfaces (arthrodiastasis) with using the Ilizarov frame (or other devices for external fixation) for a period of 8–12 weeks. Only one research was described with the patients undergoing repeated arthroscopy of the ankle joint after the distraction arthroplasty in a combination with microfracturing of the cartilage defects, or repeated arthroscopy at the moment of removing the external fixation device (after 3 months). **AIM** — to study the changes in the articular surfaces according to the Outerbridge before and after the distraction arthroplasty of the ankle joint using the repeated arthroscopy of the ankle joint. **METHODS.** A total of 17 distraction arthroplasty surgical interventions of the ankle joint were performed (7 [41.2%] females and 10 [58.8%] males; the mean age of the patients was 48.5 ± 13.57 years). Repeated arthroscopy of the ankle joint due to the recurrence of anterior impingement-syndrome after the distraction arthroplasty of the ankle joint within up to 12 months from the moment of removing the Ilizarov frame was carried out in 4 patients. For the evaluation of the treatment results, the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) scales were used, with an evaluation of pain, functions, deformity and the alignment of the foot and of the ankle joint (AOFAS Ankle-hindfoot scale), with subjective evaluation of pain (VAS); the status of the cartilage tissue in the ankle joint was evaluated using the modified Outerbridge scale. **RESULTS.** In all the patients, a statistically significant improvement of the functional result was found in 12 months from the moment of surgery when using the FAAM ($p=0.0006$) and AOFAS Ankle-hindfoot scales, as well as after removing the Ilizarov frame in 1, 3 and 6 months. The pain intensity according to the VAS scale has decreased from 6.17 ± 1.32 cm before surgery to 2 cm (1.4; 2.1) ($p=0.00002$) in 12 months. The arthroscopic findings upon the repeated interventions demonstrate the development of the massive arthrofibrosis with its further degradation to the end of 6 months, also showing the restoration of the cartilage defects from Outerbridge grade IV to grade II–III. **CONCLUSION.** Upon the repeated arthroscopy, including the one performed at the end of 12 months after the distraction arthroplasty of the ankle joint, signs of regeneration were observed in the cartilage tissue defects with further defect coverage with a cartilage-like tissue, which, probably, determines the analgesic effect of the distraction arthroplasty of the ankle joint.

Keywords: distraction arthroplasty; ankle; Ilizarov frame; osteoarthritis.

For citation:

Lutsenko AM, Prizov AP, Ananin DA, Karpenko AV, Lazko FL. Repeated arthroscopy of the ankle joint after distraction arthroplasty, a case series. *Journal of Clinical Practice*. 2024;15(3):In Press.

doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract629997>

Submitted 05.04.2024

Revised 01.10.2024

Published online ????.2024

ОБОСНОВАНИЕ

Дистракционная артропластика голеностопного сустава — метод лечения терминального остеоартрита голеностопного сустава, позволяющий отсрочить артродезирование (полное обездвиживание сустава путём сращения расположенных рядом костей) или тотальное эндопротезирование. Лечебный эффект достигается за счёт разобщения суставных поверхностей (артродиастаза) с помощью аппарата Илизарова (или других аппаратов внешней

фиксации) на срок 8–12 недель [1]. Для эффективного использования метода необходимо создать артродиастаз 5–6 мм [2]. Существует мобильная (артикулирующая) и фиксированная компоновка аппарата Илизарова с доказанным преимуществом артикулирующей компоновки. Метод дистракционной артропластики голеностопного сустава позволяет отсрочить радикальное вмешательство (артродезирование или эндопротезирование) в 80% случаев на срок до 5 лет после операции [3].

Эпидемиологические данные свидетельствуют о 9–15% случаев остеоартрита голеностопного сустава в общей популяции, а ведущей причиной является травма в анамнезе и занимает 70–78% случаев [4].

Механизм дистракционной артропластики голеностопного сустава изучен недостаточно. Существует несколько гипотез, объясняющих эффективность метода. При разобщении сустава происходит каскад событий: механическая разгрузка сустава, улучшение кровоснабжения, создание избыточного отрицательного давления в полости сустава, увеличение количества мезенхимальных клеток, активация катаболизма и анаболизма, резорбция субхондрального склероза, уменьшение плотности костной ткани [5, 6].

Единственным исследованием с повторной артроскопией (в момент демонтажа аппарата Илизарова) голеностопного сустава после дистракционной артропластики является работа Y. Ikuta и соавт. [7], в которой авторы изучали комбинацию дистракционной артропластики голеностопного сустава с микрофрактурированием дефектов хряща.

Цель исследования — изучение изменений суставных поверхностей по классификации Outerbridge до и после дистракционной артропластики голеностопного сустава с использованием повторной артроскопии, а также оценка эффективности дистракционной артропластики голеностопного сустава.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проспективное нерандомизированное открытое многоцентровое исследование.

Основным методом исследования являлся анализ артроскопического изображения суставного хряща голеностопного сустава. Повторная артроскопия после дистракционной артропластики голеностопного сустава проводилась пациентам с рецидивом переднего импиджмент-синдрома в срок с момента демонтажа аппарата Илизарова до 12 месяцев. Оценивался также клинический результат проведённого лечения на основании оценочных систем (см. «Методы регистрации исходов»).

Критерии соответствия

Критерии включения: посттравматический остеоартрит голеностопного сустава III стадии; возраст от 18 до 65 лет; отсутствие инфекционного процесса в суставе; сохранная амплитуда движений в голеностопном суставе не менее 15 градусов.

Критерии исключения: нарушение послеоперационного режима; нарушение контрольного осмотра более чем на 10 дней.

Условия проведения

Исследование выполнено на базах ГБУЗ «Городская клиническая больница № 13» Департамента здравоохранения города Москвы, ГБУЗ «Городская клиническая больница имени В.М. Буянова» Департамента здравоохранения города Москвы и ГБУЗ Московской области «Жуковская областная клиническая больница» в период с 2022 по 2023 год.

Описание медицинского вмешательства

Диагноз переднего импиджмент-синдрома устанавливали по наличию болевого синдрома в переднем отделе голеностопного сустава при пассивной форсированной плантофлексии (подошвенное сгибание стопы) и дорсофлексии (тыльное сгибание стопы), а также подтверждали лучевыми методами исследования (магнитно-резонансная томография или рентгенография).

Всем пациентам вначале выполняли артроскопию голеностопного сустава, а затем производили монтаж аппарата Илизарова в артикулирующей компоновке, состоящего из одного кольца и U-образного полукольца для стопы. Движения в суставе начинали в первые сутки после операции: пациенты ходили с дозированной нагрузкой при помощи костылей. В основном артродиастаз достигал 5,5 мм на период в 8 недель, после чего выполнялся демонтаж аппарата Илизарова.

Методы регистрации исходов

Для оценки результатов лечения использовали визуальную аналоговую шкалу боли (ВАШ), шкалу функционального ограничения стопы и голеностопного сустава FAAM (Foot and Ankle Ability Measure), клиническую шкалу для оценки боли, функции, деформации и выравнивания стопы и лодыжки AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot Scale) до лечения, а также после демонтажа аппарата Илизарова через 1, 3, 6 и 12 месяцев. Оценку состояния хряща на артроскопических изображениях проводили с помощью модифицированной классификации Outerbridge.

Этическая экспертиза

На проведение исследования получено разрешение локального этического комитета медицинского института ФГАОУ ВО «Российский универ-

ситет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», протокол № 10 от 22 сентября 2022 года.

Всеми пациентами подписано добровольное информированное согласие.

Статистический анализ

Статистическую обработку данных проводили с использованием статистических библиотек SciPy 1.12.0 и NumPy 1.24.2 для Python 3.9.10 (Python Software Foundation, Delaware, США). Для каждой из непрерывных величин приведены среднее (M) и стандартное отклонение (SD) или медиана (Me), а также верхний (25%) и нижний квартили (75%) в зависимости от типа распределения. Гипотезу о нормальном распределении проверяли с использованием критерия Шапиро–Уилка. Достоверность отличий проверялась с помощью t -критерия Стьюдента для связанных выборок при нормальном распределении, при ненормальном распределении — с помощью непараметрического T -критерия Уилкоксона и расчётом уровня значимости (p). Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

Выполнено 17 оперативных вмешательств distraction артропластики голеностопного сустава в комбинации с артроскопией переднего отдела голеностопного сустава пациентам с посттравматическим остеоартритом голеностопного сустава III стадии. Средний возраст пациентов составил $48,5 \pm 13,6$ года, женщин было 7 (41,2%), мужчин — 10 (58,8%).

Контрольная рентгенография выполнена после демонтажа аппарата Илизарова через 6 и 12 месяцев. У 10 пациентов отмечался передний импиджмент-синдром вследствие наличия остеофитов, у 4 — повреждение латерального связочного комплекса, у 2 — повреждение медиального связочного комплекса, у 1 — локальный костно-хрящевой дефект таранной кости. Повторная артроскопия

голеностопного сустава выполнена 4 пациентам с передним импиджмент-синдромом: 1 — в момент демонтажа аппарата Илизарова, 1 — через 6 месяцев, 2 — через 12 месяцев. Характеристика пациентов с повторной артроскопией голеностопного сустава представлена в табл. 1. Показанием к выполнению повторной артроскопии голеностопного сустава являлся рецидив симптомов переднего импиджмент-синдрома.

Основные результаты исследования

У всех пациентов отмечалось статистически значимое изменение функционального результата к 12 месяцам с момента операции по шкалам FAAM и AOFAS, за исключением пациента № 2, у которого отмечалось ухудшение функции по этим шкалам к 12 месяцам (рис. 1).

Болевой синдром статистически значимо уменьшился у всех пациентов к 12 месяцам по шкале ВАШ ($p=0,00002$), в среднем с $6,17 \pm 1,32$ см до операции до 2 см (1,4; 2,1) через 12 месяцев (рис. 2).

Пациент № 1 до distraction артропластики голеностопного сустава имел тотальное отсутствие хрящевой ткани IV степени по Outerbridge (рис. 3). В момент демонтажа аппарата Илизарова выполнили повторную артроскопию. Выявлено наличие обильно васкуляризированной соединительной мягкой ткани, которая полностью заполняла полость голеностопного сустава. Артроскопическая картина артрофиброза представлена на рис. 4.

Пациент № 2 имел выраженный коллапс таранной кости, неправильно сросшийся подтаранный артродез, варусную деформацию оси нижней конечности, которые являются прогностически неблагоприятными при лечении с помощью distraction артропластики голеностопного сустава. До оперативного лечения видны участки дефектов хряща IV степени по Outerbridge (рис. 5). Через 12 месяцев после distraction артропластики голеностопного сустава в связи с рецидивом переднего импиджмент-синдрома и повторным образованием остеофитов в переднем отделе произвели

Таблица 1

Характеристика пациентов с повторной артроскопией

Пациент	Пол	Возраст, лет	Индекс массы тела, кг/м ²	Тип остеоартрита	Время, мес
1	Муж.	65	27,4	Симметричный	0
2	Муж.	57	35,5	Коллапс тарана	12
3	Жен.	44	30,9	Симметричный	6
4	Муж.	44	26,5	Асимметричный	12

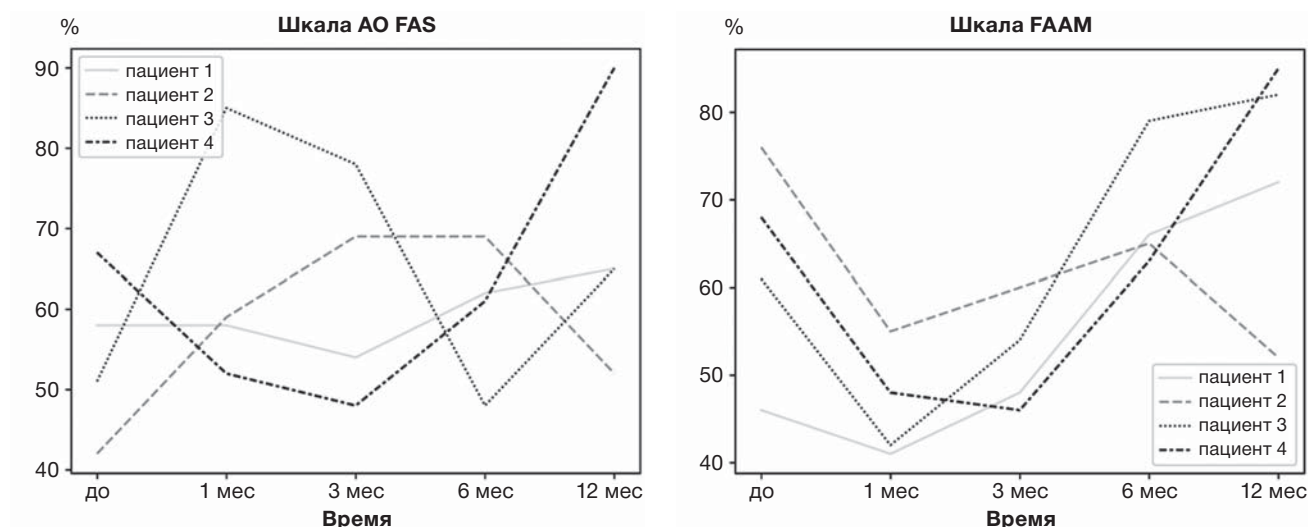


Рис. 1. Функциональный результат оценочных шкал пациентов после дистракционной артропластики голеностопного сустава.

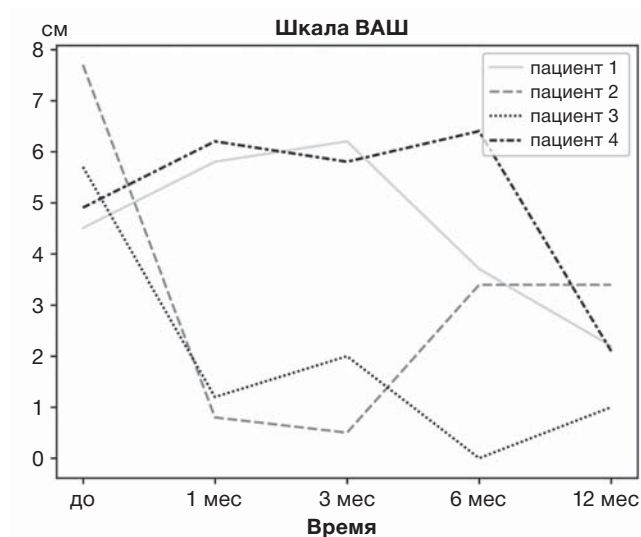


Рис. 2. Оценка болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале после дистракционной артропластики голеностопного сустава.

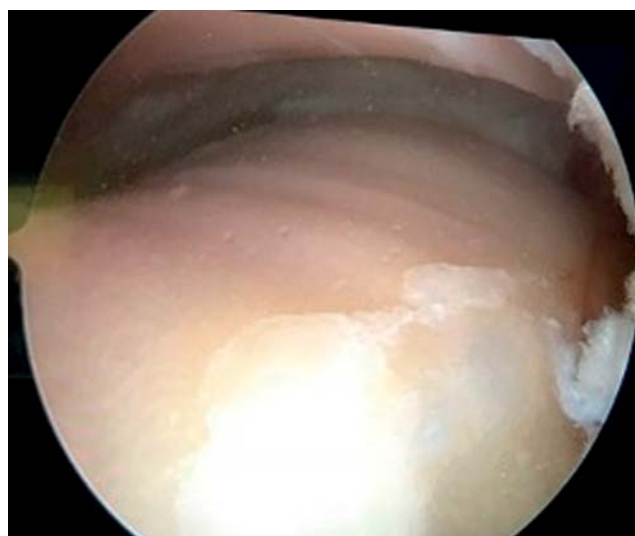


Рис. 3. Тотальное отсутствие хрящевой ткани таранной кости у пациента № 1 до дистракционной артропластики голеностопного сустава.

повторную артроскопию. Визуализировалось покрытие участков дефекта хрящеподобной тканью до II–III степени по Outerbridge (рис. 6). Аналогичную картину мы наблюдали у пациентов № 3 и № 4.

У пациента № 3 признаков артрофиброза через 6 месяцев с момента дистракционной артропластики голеностопного сустава не выявлено. Суставная щель не заполнена соединительной тканью, что позволяет судить о её полной деградации к 6 месяцам наблюдения.

Нежелательные явления

Нежелательные явления включали воспаление в области спиц, проведённых через пяточную

кость, возникшее через 6 недель после монтажа аппарата Илизарова у 2 пациентов. При консервативном лечении получен положительный эффект.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследований дистракционной артропластики голеностопного сустава немного, и при поиске литературы мы не нашли оригинальных исследований о фундаментальных принципах и научном обосновании эффективности артродиастаза. Исследования повторной артроскопии голеностопного сустава после дистракционной артропластики голеностопного сустава в среднесрочных наблюдениях ранее не публиковались. Существует ис-



Рис. 4. Артроскопическая картина тотального артрофиброза у пациента № 1 в момент демонтажа аппарата Илизарова.

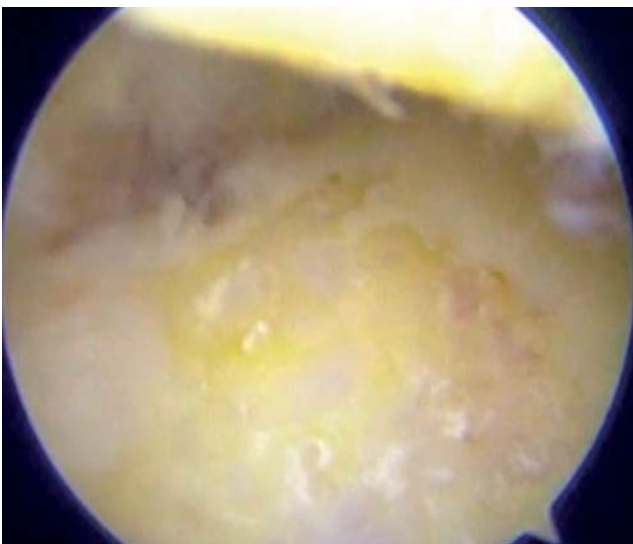
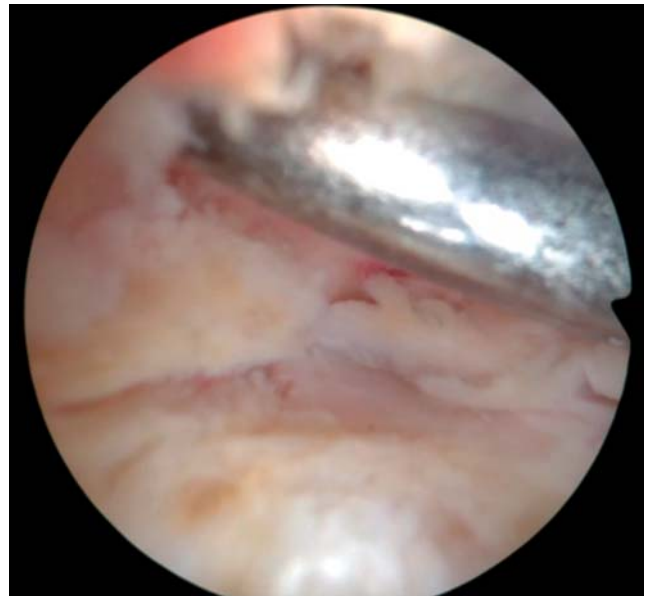


Рис. 5. Таранная кость пациента № 2 до дистракционной артропластики голеностопного сустава с участками хрящевых дефектов IV степени по Outerbridge.

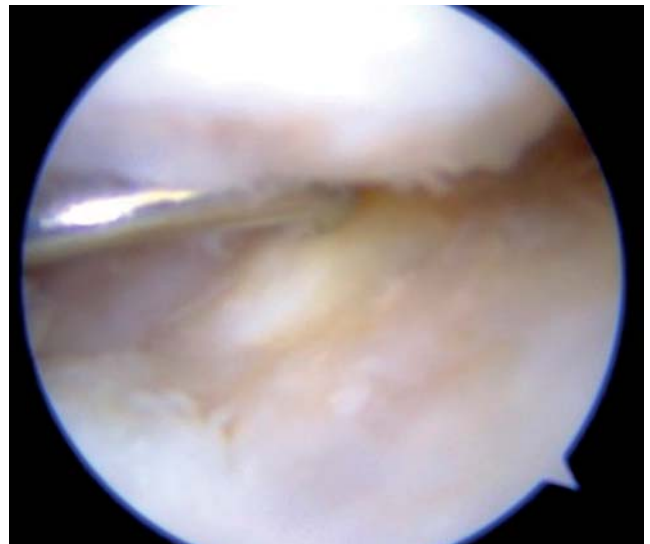


Рис. 6. Таранная кость пациента № 2 через 12 месяцев после дистракционной артропластики голеностопного сустава с признаками регенерации хрящевой ткани.

следование по влиянию дистракционной артропластики голеностопного сустава на хрящевую ткань: по результатам магнитно-резонансной томографии в послеоперационном периоде наблюдается увеличение хряща до 0,5 мм по сравнению с исследованием до операции [8].

На сегодняшний день опубликовано 8 исследований о влиянии артродиастаза на структуру хрящевой ткани у животных, которые демонстрируют повышение метаболической активности и восстановление коллагена II типа в хрящевой матрице, а также увеличение количества репаративных сиг-

нальных молекул, соответствующих таковым у человека [9–16].

Исследование F. Inori и соавт. [14] доказывает возможность дистракционного артрогенеза. Дистракцию фрагмента мышцелка бедренной кости после остеотомии проводили на экспериментальных кроликах (фрагмент включает хрящ и субхондральную кость). Гистологические результаты указывают на возможность формирования нового хряща и субхондральной кости с помощью дистракции. Это служит свидетельством возможного роста хрящевой ткани *in vivo*.

Ограничения исследования

Ограничением исследования является отсутствие гистологического анализа сформированного регенерата, который бы подтвердил наше мнение о восстановлении хрящевой ткани. Учитывая общую небольшую площадь хряща таранной кости, а также исходно имевшийся терминальный остеоартрит, для сохранения максимальной площади хряща было решено отказаться от гистологических исследований с целью благополучия пациента. Понимание механизма действия дистракционной артропластики голеностопного сустава является комплексным открытым вопросом. Для определения клинической эффективности и изучения механизма действия дистракционной артропластики голеностопного сустава необходимы исследования с более длительным периодом наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании данных повторной артроскопии, в процессе артродиастаза суставная щель заполняется фиброзной васкуляризованной тканью, которая постепенно деградирует и полностью отсутствует спустя 6 месяцев. Имеются признаки регенерации хрящевых дефектов с покрытием их хрящеподобной соединительной тканью, благодаря чему, вероятно, возникает обезболивающий эффект дистракционной артропластики голеностопного сустава.

Результаты исследования подтверждают эффективность дистракционной артропластики голеностопного сустава.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

Вклад авторов. А.М. Луценко — написание текста, лечение пациентов; А.П. Призов — лечение пациентов, написание и редактирование текста; Д.А. Ананьин — поисково-аналитическая работа, написание и редактирование текста; А.В. Карпенко — лечение пациентов, поисково-аналитическая работа; Ф.Л. Лазко — дизайн работы, обсуждение и редактирование текста. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существен-

ный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

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

Author contribution. A.M. Lutsenko — manuscript writing, treating patients; A.P. Prizov — treating patients, manuscript writing, editing; D.A. Ananin — search and analytical work, manuscript writing, editing; A.V. Karpenko — treating patients, search and analytical work; F.L. Lazko — design of the work, discussion, manuscript editing. The 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.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Bernstein M, Reidler J, Fragomen A, Rozbruch SR. Ankle distraction arthroplasty: indications, technique, and outcomes. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017;25(2):89–99. doi: 10.5435/JAAOS-D-14-00077
- Fragomen AT, McCoy TH, Meyers KN, Rozbruch SR. Minimum distraction gap: How much ankle joint space is enough in ankle distraction arthroplasty? *HSS J.* 2014;10(1):6–12. doi: 10.1007/s11420-013-9359-3
- Greenfield S, Matta KM, McCoy TH, et al. Ankle distraction arthroplasty for ankle osteoarthritis: A survival analysis. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2019;14(2):65–71. doi: 10.5005/jp-journals-10080-1429
- Murray C, Marshall M, Rathod T, et al. Population prevalence and distribution of ankle pain and symptomatic radiographic ankle osteoarthritis in community dwelling older adults: A systematic review and cross-sectional study. *PLoS One.* 2018;13(4):e0193662. EDN: YHYCPJ doi: 10.1371/journal.pone.0193662
- Intema F, Thomas TP, Anderson DD, et al. Subchondral bone remodeling is related to clinical improvement after joint distraction in the treatment of ankle osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2011;19(6):668–675. EDN: OEMGCV doi: 10.1016/j.joca.2011.02.005
- Li K, Wang P, Nie C, et al. The effect of joint distraction osteogenesis combined with platelet-rich plasma injections on traumatic ankle arthritis. *Am J Transl Res.* 2021;13(7):8344–8350.
- Ikuta Y, Nakasa T, Tsuyuguchi Y, et al. Clinical outcomes of distraction arthroplasty with arthroscopic microfracture for advanced stage ankle osteoarthritis. *Foot Ankle Orthopaedics.* 2019;4(4):2473011419S0022. doi: 10.1177/2473011419S00228
- Lamm BM, Gourdine-Shaw M. MRI evaluation of ankle distraction: A preliminary report. *Clin Podiatric Med Surg.* 2009;26(2):185–191. EDN: XXWDYY doi: 10.1016/j.cpm.2008.12.007
- Chen Y, Sun Y, Pan X, et al. Joint distraction attenuates osteoarthritis by reducing secondary inflammation, cartilage degeneration and subchondral bone aberrant change. *Osteoarthritis Cartilage.* 2015;23(10):1728–1735. doi: 10.1016/j.joca.2015.05.018

10. Flouzat-Lachaniette C, Roubineau F, Heyberger C. Distraction to treat knee osteoarthritis. *Joint Bone Spine*. 2017;84(2):141–144. doi: 10.1016/j.jbspin.2016.03.004
11. Harada Y, Nakasa T, Mahmoud EE, et al. Combination therapy with intra-articular injection of mesenchymal stem cells and articulated joint distraction for repair of a chronic osteochondral defect in the rabbit. *J Orthop Res*. 2015;33(10):1466–1473. doi: 10.1002/jor.22922
12. Hung SC, Nakamura K, Shiro R, et al. Effects of continuous distraction on cartilage in a moving joint: An investigation on adult rabbits. *J Orthop Res*. 1997;15(3):381–390. doi: 10.1002/jor.1100150310
13. Wiegant K, Intema F, van Roermund PM, et al. Evidence of cartilage repair by joint distraction in a canine model of osteoarthritis. *Arthritis Rheumatol*. 2015;67(2):465–474. doi: 10.1002/art.38906
14. Inori F, Ohashi H, Minoda Y, et al. Possibility of “distraction arthrogenesis”: First report in rabbit model. *J Orthop Sci*. 2001;6(6):585–590. doi: 10.1007/s007760100016
15. Teunissen M, Bedate MA, Coeleveld K, et al. Enhanced extracellular matrix breakdown characterizes the early distraction phase of canine knee joint distraction. *Cartilage*. 2021; 13(2, Suppl):1654S–1664S. doi: 10.1177/19476035211014595
16. Stupina TA, Shchudlo MM, Shchudlo NA, Stepanov MA. Histomorphometric analysis of knee synovial membrane in dogs undergoing leg lengthening by classic Ilizarov method and rapid automatic distraction. *Int Orthop*. 2013;37(10):2045–2050. EDN: UEOLEL doi: 10.1007/s00264-013-1919-0

ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за переписку:

Луценко Артем Михайлович;

адрес: Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6;

ORCID: 0000-0002-8450-565X;

eLibrary SPIN: 6680-2398;

e-mail: lutsenkoam@gmail.com

Соавторы:

Призов Алексей Петрович, канд. мед. наук, доцент;

ORCID: 0000-0003-3092-9753;

eLibrary SPIN: 6979-6480;

e-mail: aprizov@yandex.ru

Ананьин Данила Алексеевич, канд. мед. наук, доцент;

ORCID: 0000-0003-0032-4710;

eLibrary SPIN: 1446-8368;

e-mail: ananuins@list.ru

Карпенко Алик Викторович, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-9104-6922;

e-mail: alikkarpenko@bk.ru

Лазко Федор Леонидович, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0001-5292-7930;

eLibrary SPIN: 8504-7290;

e-mail: fedor_lazko@mail.ru

AUTHORS' INFO

The author responsible for the correspondence:

Artyom M. Lutsenko;

address: 6 Miklukho-Maklaya street, 117198 Moscow, Russia;

ORCID: 0000-0002-8450-565X;

eLibrary SPIN: 6680-2398;

e-mail: lutsenkoam@gmail.com

Co-authors:

Aleksey P. Prizov, MD, PhD, Assistant Professor;

ORCID: 0000-0003-3092-9753;

eLibrary SPIN: 6979-6480;

e-mail: aprizov@yandex.ru

Danila A. Ananin, MD, PhD, Assistant Professor;

ORCID: 0000-0003-0032-4710;

eLibrary SPIN: 1446-8368;

e-mail: ananuins@list.ru

Alik V. Karpenko, MD, PhD;

ORCID: 0000-0002-9104-6922;

e-mail: alikkarpenko@bk.ru

Fedor L. Lazko, MD, PhD, Professor;

ORCID: 0000-0001-5292-7930;

eLibrary SPIN: 8504-7290;

e-mail: fedor_lazko@mail.ru