

<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2024-1-79-88>

УДК 611.718.5

© В.Т. Зейналов, И.А. Арапова, К.В. Шкуро, 2024

Оригинальная статья / Original article



НАДЛОДЫЖЕЧНЫЕ ОСТЕОТОМИИ: ПОКАЗАНИЯ, ХИРУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНИКИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.

В.Т. ЗЕЙНАЛОВ, И.А. АРАПОВА, К.В. ШКУРО

ФГБУ НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова Минздрава России, 127299, Москва, Россия

Аннотация

Цель. Проанализировать данные современной отечественной и зарубежной научной литературы, излагающие показания, особенности оперативной техники, результаты, возможные осложнения надлодыжечных остеотомий при лечении посттравматического деформирующего остеоартроза голеностопного сустава.

Материалы и методы.

В базах данных PubMed, Medline, elibrary проведен анализ публикаций за последние десять лет, затрагивающих надлодыжечные остеотомии. Приведены результаты отечественных и зарубежных оригинальных исследований за последние десять лет. Критериями исключения являлись литературные обзоры, исследования с малым числом наблюдений, отдельные клинические случаи

Результаты. Крузартроз имеет преимущественно посттравматическую этиологию и часто сочетается с деформацией конечности на уровне голеностопного сустава, по причине которой суставные поверхности поражаются асимметрично. Сохраняя суставные поверхности, корригирующая остеотомия позволяет восстановить нормальную биомеханику голеностопного сустава, достичь физиологичного распределения нагрузки в суставе, купировать болевой синдром и замедлить прогрессирование деформирующего артроза. Большинство авторов мировой литературы подчеркивают высокую удовлетворенность пациентов данным способом лечения, демонстрируют хорошие краткосрочные и среднесрочные результаты, анализ которых изложен в статье на основе актуальных работ ведущих мировых специалистов.

Выводы. Хирургические техники, направленные на сохранение амплитуды движений в голеностопном суставе деформирующем артрозе, получают все большее признание в современной травматологии и ортопедии. Проведенный обзор литературы показал, что надлодыжечные остеотомии позволяют восстановить нормальную биомеханику сустава, снизить болевой синдром, замедлить дегенеративные процессы. Подобные операции позволяют если не предотвратить, то отсрочить радикальные способы лечения крузартроза, такие как артродезирование или эндопротезирование

Ключевые слова: артроз голеностопного сустава; артродез голеностопного сустава; надлодыжечная остеотомия; реконструкция.

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

Финансирование: Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Зейналов В.Т., Арапова И.А., Шкуро К.В., НАДЛОДЫЖЕЧНЫЕ ОСТЕОТОМИИ: ПОКАЗАНИЯ, ХИРУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНИКИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2024. № 1(55). С. 79–88 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2024-1-79-88>

SUPRAMALLEOLAR OSTEOTOMIES: INDICATIONS, SURGICAL TECHNIQUES AND TREATMENT RESULTS. LITERATURE REVIEW

VADIM T. ZEYNALOV, IRINA A. ARAPOVA, KONSTANTIN V. SHKURO

Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov of Ministry of Health of Russian Federation, 127299, Moscow, Russia

Abstract

Aim: The aim of this literature review was to analyze the data of modern scientific literature outlining the indications, techniques, results and complications of supramalleolar osteotomies in treatment of ankle arthrosis.

Material and methods: The work analyzes articles published in such aggregators as PubMed, Medline, elibrary which cover data on supramalleolar osteotomies. Articles older than 10 years were not included. Previous literature reviews, clinical cases, trials with low number of cases were excluded.

Result: Patients with the presence of deformity at the level of the ankle joint have a high risk of pathological load distribution on the articular surfaces in the ankle joint, which ultimately leads to the development of asymmetric ankle arthrosis. Supramalleolar osteotomies allow for restoring the biomechanics of the joint with a reduction of pain syndrome and slowing down the degenerative changes in the joint. Most of authors of the world literature emphasize the

high satisfaction of patients with this methods of treatment, demonstrate good short- and medium-term results, the analysis of which is presented in the article on the basis of current works of leading experts of the world.

Conclusion: Surgical techniques aimed at preserving the ankle joint in case of asymmetric arthrosis of the ankle joint with varus or valgus deformity are becoming more popular in modern orthopedic society. The conducted literature research showed that this operative treatment leads to good clinical results, corrects the hindfoot deformity and gives high results of patient satisfaction. Conservative treatment of ankle arthrosis does not bring expected results. Radical surgical techniques, such as ankle arthrodesis, can lead to a redistribution of the load on adjacent joints, which leads to secondary deformities and pain syndrome.

Keywords: ankle joint; arthrosis; arthrodesis; osteotomy; deformity

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Funding: the study had no sponsorship

For citation: Zeinalov V.T., Arapova I.A., Shkuro K.V., Supramalleolar osteotomies: indications, surgical techniques and treatment results. Literature review. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2024. № 1. pp. 79–88 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2024-1-79-88>

Введение

Артроз - общепризнанное название хронического заболевания опорно-двигательного аппарата, основным элементом которого является дегенеративное изменение суставной хрящевой ткани, обусловленное травмирующим фактором, хронической перегрузкой в результате дисконгруэнтности суставных поверхностей, нестабильностью сустава [1]

Около 1% населения планеты страдает данной патологией, проявляющейся болевым синдромом, нарушением функции конечности, ограничением движений в пораженном суставе [2] Лечение остеоартроза приводит к существенным финансовым затратам [3].

Особенностью посттравматического артроза голеностопного сустава является асимметричность дегенеративных изменений суставного хряща ввиду частого наличия сопутствующей варусной либо вальгусной деформацией заднего отдела стопы и голени [4, 5]. В дегенеративный процесс вовлечена только часть поверхности голеностопного сустава: медиальная поверхность голеностопного сустава при варусной деформации, латеральная- при вальгусной деформации [6, 7].

В настоящее время описано множество алгоритмов и способов хирургического лечения больных с различными стадиями крузартроза, которые можно разделить на две основные группы: операции, сохраняющие суставные поверхности и операции, подразумевающие резекцию суставных поверхностей, или радикальные способы [8].

К хирургическим пособиям, направленным на сохранение суставных поверхностей, можно отнести лечебно-диагностическую артроскопию [9], дистракционную артропластику, или артродиастаз [10], остеохондропластику [11], а также корригирующую остеотомию [12].

Артродез [13] и тотальное эндопротезирование голеностопного сустава [14, 15] могут обеспечить хорошие функциональные результаты, существенно снизить болевой синдром в пораженном артрозом суставе, восстановить опороспособность конечности в краткосрочном периоде. Однако существуют ис-

следования, демонстрирующие связь отдаленных результатов данных радикальных способов с развитием биомеханически обусловленных осложнений, например, развитие артроза в смежных суставах, возобновление болевого синдрома [12, 16, 17].

Актуальность данной проблемы связана с возросшей в последнее время частотой заболеваемости остеоартрозом лиц трудоспособного возраста, ведущих активный образ жизни [5]. У пациентов молодого и среднего возраста, страдающих остеоартрозом, целесообразно сохраняющее сустав оперативное лечение, такое как корригирующая остеотомия [18]. Целью данного литературного обзора является анализ показаний и противопоказаний, особенностей оперативной техники, результатов и возможных осложнений надлодыжечных остеотомий при лечении артроза голеностопного сустава. В базах данных PubMed, Medline, elibrary проведен анализ публикаций за последние десять лет, затрагивающих тему надлодыжечных остеотомий. Критериями исключения являлись литературные обзоры, исследования с малым числом наблюдений, отдельные клинические случаи. Приведены результаты отечественных и зарубежных оригинальных исследований.

Результаты

ЭТИОЛОГИЯ

Этиология остеоартроза в настоящее время продолжает обсуждаться в мировой литературе. Поднимаются вопросы о значимости тех или иных факторов в развитии и прогрессировании данного дегенеративного заболевания [19]. Независимо от того, что дегенеративные изменения суставов в различных сегментах опорно-двигательного аппарата морфологически схожи, причины и темп их прогрессирования в разных суставах разны. Так, остеоартроз тазобедренного и коленного суставов чаще имеет первичное (идиопатическое) происхождение [5]. Остеоартроз голеностопного сустава имеет преимущественно посттравматическую этиологию: около 80% всех пациентов с терминальной стадией крузартроза имеют перелом лодыжек в анамнезе [5, 20]. Существуют и дополнительные факторы риска,

потенцирующие развитие крузартроза. К таким относят повышенный индекс массы тела, генетические факторы [21,22,23].

Существует корреляция между посттравматическими дегенеративными изменениями в голеностопном суставе и изменением оси конечности на уровне голеностопного сустава [22]. Варусная деформация часто развивается на фоне перелома внутренней лодыжки, а также дистального метаэпифиза и диафиза большеберцовой кости. Вальгусная деформация развивается преимущественно при переломах латеральной лодыжки или малоберцовой кости [22]. Помимо костно-травматических изменений в анамнезе, существенное влияние на развитие крузартроза оказывают повреждения сухожильно-мышечного и связочного аппаратов, приводящие к нестабильности в суставе и, как следствие, являющиеся потенциалом к развитию деформации сустава [21, 23]. Так, Acevedo JJ et al при кинематическом анализе походки обнаружили, что имеющийся в анамнезе факт повреждения латерального связочного комплекса приводит к аномальному положению бугра пяточной кости при ходьбе, а также супинационной установке стопы [24]. Дегенеративные изменения в суставе протекают не изолированно, а вовлекают смежные суставы в вышележащих и нижележащих сегментах [25]. Траектория развития остеоартроза объясняется вынужденной компенсацией неправильного положения в вышележащем сегменте нижележащим сегментом, в котором вследствие этой компенсации возникает неправильное перераспределение нагрузки между суставными поверхностями, которое приводит к дегенеративным изменениям. Таким образом, при изменении оси конечности на уровне голеностопного сустава, подтаранный сустав и суставы среднего отдела стопы берут на себя большую нагрузку для компенсации деформации и в дальнейшем в них возникает остеоартроз [25]. Преимущество надлодыжечных остеотомий заключается не только в восстановлении биомеханики голеностопного сустава, но и в уменьшении риска развития артроза в смежных суставах в результате коррекции оси конечности [26,27].

ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Основным показанием к надлодыжечным остеотомиям является артроз голеностопного сустава в сочетании с вальгусной или варусной деформацией и потерей площади суставного хряща голеностопного сустава более 50% [26, 27]. **Определяющим показанием к реконструкции голеностопного сустава является изолированное поражение медиального или латерального отдела голеностопного сустава** [28].

Помимо этого, данная хирургическая операция может применяться как первый этап хирургического лечения, с дальнейшим переходом на более радикальные вмешательства, такие как тотальное эндопротезирование [29]. Фактически, в некоторых случаях эндопротезирование голеностопного сустава невозможно без предшествующей корригирующей надлодыжечной остеотомии [29,30]. Существуют многочисленные работы, отражающие зависимость клинического и биомеханического исхода тотального эндопротезирования от правильного положения

компонентов эндопротеза по отношению к оси конечности; при определенных вальгусных или варусных деформациях этого положения добиться невозможно без предшествующей корригирующей остеотомии [29, 30, 31]. Восстановление анатомической и механической оси конечности позволяет увеличить выживаемость эндопротеза и повысить удовлетворенность пациента в послеоперационном периоде [32].

Ряд авторов утверждает, что при первичном выполнении корригирующей остеотомии полученная коррекция на уровне деформации позволяет восстановить вектор силы при осевой нагрузке, тем самым правильно перераспределяя ее на суставные поверхности, что может привести к отсрочке выполнения тотального эндопротезирования на неопределенный срок [25].

Абсолютными противопоказаниями являются терминальные дегенеративные изменения в голеностопном суставе, хроническая декомпенсированная нестабильность на фоне застарелого повреждения связочного аппарата, острая или хроническая инфекция в области предполагаемой операции, тяжелый сосудистый или неврологический дефицит, а также эндокринные заболевания (артропатия Шарко) [25].

Относительным противопоказанием к данному способу лечения являются пожилой возраст пациента. Четкой возрастной границы, определяющей отказ пациенту в надлодыжечной остеотомии нет, однако, с увеличением возраста растет частота встречаемости остеопороза, вследствие чего увеличивается риск отсутствия консолидации в зоне остеотомии. Поэтому корригирующая надлодыжечная остеотомия не рекомендуется пациентам старше 70 лет [20].

РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Хирургическое планирование, как правило, начинается с визуального осмотра пациента. Осмотр производят в положении стоя, что позволяет не только оценить деформацию на уровне голеностопного сустава, но и выявить несоответствие длины конечностей, наклон таза, варусную или вальгусную деформацию коленного сустава и пяточной кости. После этого проводится оценка объема движений в голеностопном и подтаранном суставах. Контрактура икроножных мышц является одной из возможных причин ограничения подвижности в голеностопном суставе при посттравматической деформации, и ее устранение интраоперационно может существенно улучшить клинический результат [33]. В некоторых случаях имеющаяся деформация полностью компенсирована здоровым подтаранным суставом. [33].

Для рентгенологической оценки, как правило, используются обычные стандартные функциональные рентгенограммы в четырех проекциях: прямая и боковая проекции стопы, прямая проекция голеностопного сустава и проекция Зальцмана [34]. Stufkens et al. Показали важность выполнения снимков с нагрузкой [35]. При этом данные рентгенограммы применяют для расчётов степени хирургической коррекции как при вальгусной (рис. 1), так и при варусной деформации (рис. 2).



Вальгус-артроз (рис. 1)



Варус-артроз (рис. 2)

Помимо стандартных рентгенограмм, пациентам с дегенеративными изменениями в подтаранном и таранно-ладьевидном суставах предлагается проведение КТ для наиболее точной оценки дегенеративных изменений в виду недостаточной информативности рентгеновских снимков [36, 37].

Для предоперационного планирования и расчета степени хирургической коррекции на уровне большеберцовой кости применяются рентгенограммы голеностопного сустава в прямой проекции с нагрузкой. Одним из главных рентгенологических параметров для определения варусной (рис. 3) или вальгусной (рис. 4) деформации является медиальный дистальный угол большеберцовой кости (MDTA).



Вальгус-артроз (рис. 3)



Варус-артроз (рис. 4)

Следующим рентгенологическим параметром, который необходимо учитывать при предоперационном планировании, является наклон таранной кости (talar tilt) (рис. 5,6). Наклон таранной кости определяется как разница между медиальным дистальным большеберцовым углом (MDTA) и большеберцово-таранным углом (нормальное значение $91,5 \pm 1,2^\circ$) [18]. В нейтральном положении голеностопного сустава наклон таранной кости должен быть менее 4° [6, 38]. Пространственные

измерения проводятся в двух плоскостях. В качестве вертикальной оси используется срединная ось большеберцовой кости, горизонтальная плоскость - наклон таранной кости.



Вальгус-артроз (рис. 5)



Варус-артроз (рис. 6)

Для определения высоты удаляемого клина (h_1) большеберцовой кости при вальгусной деформации голеностопного сустава проводятся следующие расчеты. Первым этапом производится измерение ширины дистальной части большеберцовой кости (W_1) (рис. 5), расчет MDTA₁ (рис. 7) и величины истинной вальгусной деформации - угол α_1 (рис. 8). Далее на уровне остеотомии в области дистального метадиафиза проводится прямая, параллельная прямой W1, которая является дистальной плоскостью остеотомии [39, 40].

Проксимальная плоскость остеотомии соответствует перпендикуляру, проведенному к медиальному кортикальному слою большеберцовой кости. Точкой сопряжения с учетом особенности остеотомии является латеральный кортикальный слой большеберцовой кости. Полученный угол β_1 отражает величину вальгусной деформации с желаемой коррекцией. Для вычисления высоты удаляемого клина (h_1) используется следующая тригонометрическая формула: $h_1 = \tan \beta_1 \times W_1$, где β_1 - величина вальгусной деформации с желаемой коррекцией, W_1 - ширина дистальной части большеберцовой кости (рис. 9) [18].

Расчеты при **варусной деформации** для выполнения медиальной открытоугольной остеотомии выполняются по аналогичным функциональным рентгенограммам и ориентирам. Производится измерение ширины дистальной части большеберцовой кости W_2 (рис. 10), расчет MDTA₂, а также величины истинной вальгусной деформации (угол α_2). Помимо этого, определяется наклон таранной кости. Уровень остеотомии остается прежним- дистальный метадиафиз большеберцовой кости. Проксимальной плоскостью остеотомии в данном случае становится прямая параллельная прямой W_2 (рис. 10),

а дистальной плоскостью - перпендикуляр к медиальному кортикальному слою большеберцовой кости. Точка пересечения этих двух прямых остается такой же- латеральный кортикальный слой большеберцовой кости (рис. 11). Угол β_2 определяет величину необходимой коррекции. С целью определения высоты необходимого трансплантата используют формулу: $h_2 = \text{tg } \beta_2 \times W_2$ (рис. 12), при этом h_2 будет отражать величину клина, необходимого для заполнения трансплантатом.



рис.

рис.

рис.

рис. 9

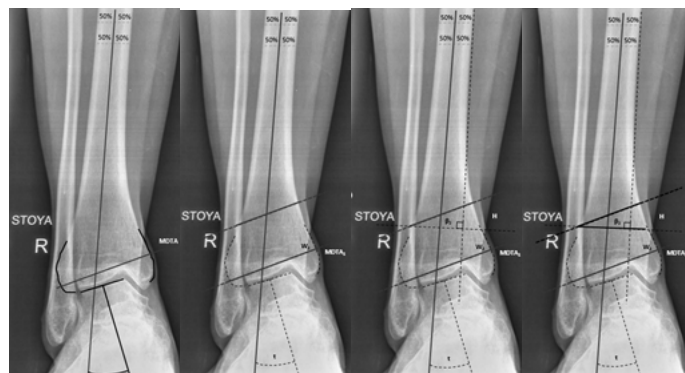


Рис. 6

Рис. 10

Рис. 11

Рис. 12

В дополнении к остеотомии большеберцовой кости при деформации пяточной кости производят графическое планирование на основании рентгенограмм в проекции Slazman.

ХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ

В арсенале хирурга существуют несколько способов остеотомий применяемых при артрозе голеностопного сустава, основными из которых являются корригирующие остеотомии большеберцовой кости:

- медиальная закрытоугольная надлодыжечная остеотомия (варизирующая остеотомия);
- медиальная открытоугольная надлодыжечная остеотомия (вальгизирующая остеотомия);
- латеральная закрытоугольная надлодыжечная остеотомия (вальгизирующая остеотомия).

Помимо упомянутых вариантов оперативного лечения, применяются также коррекция длины малоберцовой кости (укорачивающая при варусной деформации, удлинняющая при

вальгусной, косая или Z-образная с коррекцией ротации), корригирующая остеотомия бугра пяточной кости, а также пластика связочного комплекса [41]. Первым этапом перед остеотомией возможно выполнение санационно-диагностической артроскопии, которая проводится с целью определения дегенеративных изменений хрящевой ткани на основе классификации Outerbridge [17, 41]. Проводится санация сустава, удаление внутрисуставных тел, а также при наличии показаний устраняется передний импинджмент.

Медиальная закрытоугольная надлодыжечная остеотомия (вальгизирующая остеотомия):

Медиальный продольный разрез длиной около 10 см начинается над медиальной лодыжкой и продолжается проксимально над дистальной третью большеберцовой кости. Далее экономно мобилизуются мягкие ткани. Следует учитывать прохождение вдоль переднего края большеберцовой кости сосудисто-нервного пучка, включающего в себя подкожный нерв, а также концевую ветвь большой подкожной вены, находящиеся медиально от разреза. Сухожилие задней большеберцовой мышцы, которое располагается по задней поверхности большеберцовой кости и медиальной лодыжки, необходимо визуализировать и отводить. Плоскость остеотомии рассчитывается предварительно и контролируется при помощи ЭОПа (электронно-оптического преобразователя) на всем протяжении операции. С целью предупреждения смещения дистального блока в сагиттальной плоскости проводятся две спицы Киршнера параллельно плоскости дистальной суставной поверхности большеберцовой кости. Следующие 2 спицы проводятся проксимально плоскости остеотомии в соответствии с предварительно рассчитанным углом остеотомии. (рис.13). Для достижения максимально ровного опилов применяют широкое полотно пилы, в области дальнего кортикального слоя остеотомию завершают остеотомом. Кость орошают физиологическим раствором с целью предупреждения развития ожога тканей [42]. Важным элементом техники считается сохранение латерального кортикального слоя большеберцовой кости для сохранения стабильности костных элементов. Большинство авторов отдают предпочтение накостному остеосинтезу пластинами с лимитированным контактом и возможностью блокировки винтов [42].



Рис. 13

Медиальная открытоугольная надлодыжечная остеотомия большеберцовой кости (вальгизирующая остеотомия):

Медиальная открытоугольная клиновидная остеотомия показана в тех случаях, когда варусная деформация достигает 10 градусов. Доступ аналогичен предыдущей технике. Также под ЭОП-контролем при помощи спицы Киршнера производится разметка предполагаемой зоны остеотомии. Далее производится экономная резекция зоны остеотомии при помощи широкого полотна пилы [43]. Важным элементом остеотомии является контроль положения ретракторов Гомана, поскольку на данном этапе существует высокий риск ятрогенного повреждения сухожилия задней большеберцовой мышцы. Зона остеотомии дорабатывается долотом [44]. Зона дефекта, рассчитанная предоперационно, может быть заполнена как ауто-, так аллотрансплантатом. Для используются пластины с угловой стабильностью винтов [45].

Латеральная закрытоугольная надлодыжечная остеотомия большеберцовой кости (вальгизирующая остеотомия):

Согласно данным литературы, в тех случаях, когда варусная деформация превышает десять градусов, медиальная открытоугольная остеотомия большеберцовой кости менее эффективна, поскольку малоберцовая кость может ограничивать степень коррекции [6, 44]. По этой причине при деформациях более десяти градусов применяют латеральную закрытоугольную надлодыжечную остеотомию [6,44,46]. При данном способе доступ осуществляется по переднему краю в проекции латеральной лодыжки. Важным моментом является защита надкостницы, а также ветвей малоберцового и икроножного нервов. Первым этапом выполняют укорачивающую остеотомию малоберцовой кости -как правило, Z-образную укорачивающую остеотомию (остеотомию Вальдеррабано) [46]. В качестве альтернативы Z-образной остеотомии существует поперечная остеотомия с резекцией костного блока. Применение данного метода снижает степень стабильности, а также увеличивает риск неправильного позиционирования костных элементов, особенно за счет ротационного компонента [46]. Далее, после обнажения дистального отдела большеберцовой кости, производят ориентацию и маркировку. На уровне зоны остеотомии, определенной предоперационно под контролем электронно-оптического преобразователя, вводят спицы Киршнера от кортикального слоя латерального метафиза большеберцовой кости к ее медиальному кортикальному слою. Целесообразно проведение спицы таким образом, чтобы они не затрагивали медиальный кортикальный слой кости [42]. Для предотвращения повреждения сухожилия задней большеберцовой мышцы некоторые авторы описывают его выделение через отдельный небольшой доступ с дальнейшей защитой ретрактором Гомана [6].

Далее при помощи осцилляторной пилы и широкого долота производится резекция костного блока большеберцовой кости. Фиксация костных отломков производится наочно при помощи пластины [44]. Затем выполняется удлинение малоберцовой кости. В некоторых случаях, при необходимости значительного удлинения, описана мобилизация дистального межберцового синдесмоза для достижения конгруэнтности голеностопного сустава. Для этого распатором производят отсепаровку синдесмоза с надкостницей и ее рефиксацию при помощи винта или чрезкостными швами [6].

Корректирующая остеотомия малоберцовой кости

В качестве дополнительной хирургической техники для восстановления конгруэнтности голеностопного сустава, а также угловых и ротационных смещений, коррекции длины малоберцовой кости используется корректирующая остеотомия малоберцовой кости [44]. Следует отметить, что даже незначительное смещение малоберцовой кости (укорочение на 2 мм, наружная ротация на 5 градусов или боковое смещение на 2 мм) приводит к изменению биомеханики голеностопного сустава [46]. Оценку длины и ротационного смещения проводят интраоперационно. Доступ выполняется в проекции дистальной части малоберцовой кости [46]. В большинстве источников используется косая остеотомия, также применяется Z-образная остеотомия. Наименее распространённой из всего спектра остеотомий является поперечная остеотомия, поскольку при ее выполнении стабильность достигается в меньшей степени и увеличивается риск неправильного позиционирования отломков, наиболее часто происходит неправильное ротационное позиционирование [44]. Z-образная же остеотомия реже приводит к неправильному позиционированию дистального костного блока малоберцовой кости [46]. Описаны критерии, определяющие правильную коррекцию: надлежащее закрытие медиального свободного пространства с восстановлением медиального желоба, анатомическое положение таранной кости в вырезе и восстановление анатомических ориентиров. Опциональная маркировка угловых точек остеотомии производится спицами Киршнера и при помощи ЭОП-контроля [46]

ОСЛОЖНЕНИЯ

В литературе встречается мало данных об отдаленных осложнениях надлодыжечных остеотомий. Существует необходимость проведения исследований результатов надлодыжечных остеотомий с большим периодом наблюдений. В описываются ранние осложнения, которые включают повреждения сосудисто-нервных структур и сухожилий. Так, при выполнении медиального доступа необходимо помнить про возможное ятрогенное повреждение сухожилия задней большеберцовой мышцы. Также следует обратить особое внимание на целостность задней большеберцовой артерии, большеберцового нерва, а также сухожилий-сгибателей при остеотомии бугра пяточной кости [37]. Пересечения контралатерального кортикального

слоя при остеотомии также так же стоит избегать, поскольку оно снижает степень стабильности и может привести к ротационным деформациям на уровне остеотомии, трансляционной нестабильности [25]. Возможными причинами вышеизложенных осложнений могут являться. компроментация латерального кортикального слоя, не анатомичное сопоставление остеотомированных отломков, а также их вторичное смещение - при несоблюдении протокола послеоперационной реабилитации [25]. Одним из основных осложнений, является недостаточная или чрезмерная коррекция деформации, что зачастую приводит к ревизионному оперативному вмешательству.

ОБСУЖДЕНИЕ

Хирургические техники, направленные на сохранение голеностопного сустава при крузартрозе с варусной или вальгусной деформацией, получают все большее признание в мировой литературе. Краткосрочные и среднесрочные результаты после данных реконструктивных операций описываются в современных исследованиях как положительные [47]. Опираясь на опыт зарубежных коллег, данная операция приводит к хорошим клиническим результатам, дает высокие результаты удовлетворенности пациентов [44, 47].

James J. Butler et al., провели анализ результатов оперативного лечения посттравматического асимметричного артроза голеностопного сустава методом надлодыжечной остеотомии у 78 пациентов. Средний балл по шкале AOFAS улучшился с $6,9 \pm 7,33$ (диапазон 8,78 – 4,78) до операции до $1,5 \pm 7,50$ после операции при среднесрочном сроке наблюдения 4,18 $\pm$ 6,24 месяцев (диапазон 5,99 – 0,86). Частота осложнений составила 6,8% [48]. Конец формы

Xin-Quan Yang et al., сравнили клинические и функциональные результаты корригирующей надлодыжечной остеотомии (КНО) и артродеза голеностопного сустава (АГС) для лечения пациентов с крузартрозом. Исходные характеристики включения двух групп в исследование были схожими. Показатели AOFAS, VAS, SF-12, MCS и PCS значительно улучшились после оперативного вмешательства в обеих группах. Результаты лечения в двух группах показали повышение качества жизни после операции. Отмечалось улучшение функции конечности после КНО. Показатели снижение боли, восстановление оси конечности в двух группах различий не имели [49].

Bo Zhao et al., провели оперативное вмешательство в 32 клинических случаях с наличием болевого синдрома и посттравматической варусной деформацией на уровне голеностопного сустава. Наблюдение проводилось в период с февраля 2017 года по февраль 2022 года. Рентгенологическая оценка, а также клиническая оценка по шкалам AOFAS, VAS, ROM через 3 и 12 месяцев после операции. Среднее значение всех рентгенологических и клинических параметров существенно улучшилось [50].

Xin-Long Ma et al., провели анализ 19 пациентов с варусной деформацией голеностопного сустава путем медиальной открытоугольной надлодыжечной остеотомии большеберцовой

кости. Средний балл AOFAS улучшился с $56,2 \pm 7,6$ до $80,6 \pm 4,6$. Среднее время сращения составило $4,4 \pm 0,9$ месяца (диапазон от 3,0 до 6,5 месяцев) [51].

Jingqi Liang et al., провели ретроспективное исследование оценивающее влияние факторов риска на клинические результаты после оперативного лечения. В исследование были включены 82 пациента (89 стоп) с асимметричным артрозом голеностопного сустава. Общая частота осложнений не превысила 15,8 %. Анализ показал, что ожирение, наклон таранной кости (ТТ) более 10 гр., а также крузартроз III ст. были факторами риска клинических и функциональных неудач. Была доказана эффективность хирургической коррекции варусной деформации методом надлодыжечной остеотомии в среднесрочном и долгосрочном периоде при наличии тщательного отбора пациентов [52].

Одним из ключевых моментов успешной операции является тщательный отбор пациентов [47]. Необходимо проанализировать этиологию и параметры повреждения исключить наличие противопоказаний. Немаловажно учесть наличие дополнительных деформаций в смежных сегментах, наличие или отсутствие повреждения связочного аппарата [47].

ВЫВОДЫ

Проведенный обзор литературы показал, что надлодыжечные остеотомии позволяют восстановить нормальную биомеханику сустава, снизить болевой синдром, замедлить дегенеративные процессы. Подобные операции позволяют если не предотвратить, то отсрочить радикальные способы лечения крузартроза, такие как артродезирование или эндопротезирование [53-56].

Резюмируя вышесказанное, надлодыжечные остеотомии при крузартрозе можно отнести к перспективным способам лечения. Однако в современной литературе мало исследований, отражающих долгосрочные результаты данного оперативного лечения. Дальнейшие исследования результатов видятся необходимыми [57].

Список литературы / References:

1. Barg A, Pagenstert GI, Hügler T, et al. Ankle osteoarthritis: etiology, diagnostics, and classification. *Foot Ankle Clin.* 2013;18(3):411-426. doi:10.1016/j.fcl.2013.06.001.
2. Vina ER, Kwok CK. Epidemiology of osteoarthritis: literature update. *Curr Opin Rheumatol.* 2018;30(2):160-167. doi:10.1097/BOR.0000000000000479.
3. Laires PA, Canhão H, Rodrigues AM, Eusébio M, Gouveia M, Branco JC. The impact of osteoarthritis on early exit from work: results from a population-based study. *BMC Public Health.* 2018;18(1):472. Published 2018 Apr 11. doi:10.1186/s12889-018-5381-1.
4. Delco ML, Kennedy JG, Bonassar LJ, Fortier LA. Post-traumatic osteoarthritis of the ankle: A distinct clinical entity requiring new research approaches. *J Orthop Res.* 2017;35(3):440-453. doi:10.1002/jor.23462

5. Godoy-Santos AL, Fonseca LF, de Cesar Netto C, Giordano V, Valderrabano V, Rammelt S. Ankle Osteoarthritis. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2020;56(6):689-696. Published 2020 May 29. doi:10.1055/s-0040-1709733
6. Shim DW, Suh JW, Park KH, Lee JW, Byun J, Han SH. Diagnosis and Operation Results for Chronic Lateral Ankle Instability with Subtle Cavovarus Deformity and a Peek-A-Boo Heel Sign. *Yonsei Med J*. 2020;61(7):635-639. doi:10.3349/ymj.2020.61.7.635
7. Wang B, Saltzman CL, Chalayan O, Barg A. Does the subtalar joint compensate for ankle malalignment in end-stage ankle arthritis?. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(1):318-325. doi:10.1007/s11999-014-3960-8
8. Jantzen C, Ebskov LB, Andersen KH, Benyahia M, Rasmussen PB, Johansen JK. *Ugeskr Laeger*. 2020;182(42):V04200244. PMID: 33046192.
9. Weinraub GM, Vijayakumar A. Arthroscopy for Traumatic Ankle Injuries. *Clin Podiatr Med Surg*. 2023;40(3):529-537. doi:10.1016/j.cpm.2022.12.003
10. 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
11. Miglioni F, Maffulli N, Bell A, Hildebrand F, Weber CD, Lichte P. Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (AMIC) for Osteochondral Defects of the Talus: A Systematic Review. *Life (Basel)*. 2022;12(11):1738. Published 2022 Oct 29. doi:10.3390/life12111738
12. Zhao HM, Liang XJ, Li Y, Ning N, Lu J. Supramalleolar Osteotomy With Distraction Arthroplasty in Treatment of Varus Ankle Osteoarthritis With Large Talar Tilt Angle: A Case Report and Literature Review. *J Foot Ankle Surg*. 2017;56(5):1125-1128. doi:10.1053/j.jfas.2017.04.022
13. Morash J, Walton DM, Glazebrook M. Ankle Arthrodesis Versus Total Ankle Arthroplasty. *Foot Ankle Clin*. 2017;22(2):251-266. doi:10.1016/j.fcl.2017.01.013
14. Barg A, Wimmer MD, Wiewiorski M, Wirtz DC, Pagenstert GI, Valderrabano V. Total ankle replacement. *Dtsch Arztebl Int*. 2015;112(11):177-184. doi:10.3238/arztebl.2015.0177
15. Результаты эндопротезирования голеностопного сустава третьим поколением моделей эндопротезов. К.С. Михайлов, А.А. Булатов, Д.Г. Плиев, Е.П. Сорокин, М.С. Гуцаев. Кафедра травматологии и ортопедии. 2018;1(31):40-45. [Mikhaylov K.S., Bulatov A.A., Pliev D.G., Sorokin E.P., Guatsaev M.S., The results of ankle joint arthroplasty with third degeneration models prothesis // The Department of Traumatology and Orthopedics. 2018;1(31):40-45
16. Zhao H, Liang X, Li Y, Yu G, Niu W, Zhang Y. The role of fibular for supramalleolar osteotomy in treatment of varus ankle arthritis: a biomechanical and clinical study. *J Orthop Surg Res*. 2016;11(1):127. Published 2016 Oct 24. doi:10.1186/s13018-016-0462-2
17. Aziz H, Amirian A, Dabash S, Dunn WR, Bloome D. Ankle Arthroscopy as an Adjunct to the Management of Ankle Fractures. *Foot Ankle Orthop*. 2021;6(2):24730114211002165. Published 2021 Apr 27. doi:10.1177/24730114211002165
18. Особенности хирургической коррекции посттравматической вальгусной деформации голеностопного сустава сопровождающейся остеоартрозом у пациентов с плосковальгусной деформацией стоп. В. Т. Зейналов, А.А. Карданов, Н.А. Корышков, А.Н. Левин, А.С. Самков, Н.С. Гаврилова, А.В. Шайкевич. Кафедра травматологии и ортопедии. 2016;4(20):25-32 [Zeinalov V.T., Kardanov A.A., Levin A.N., Samkov A.S., Gavrilova N.S., Shaykevich A.V. Features of surgical correction of valgus posttraumatic ankle osteoarthritis of patients with valgus hindfoot deformities. The Department of Traumatology and Orthopedics. 2016;4(20):25-32].
19. Alajlan A, Valderrabano V. Joint Preserving Surgery for Valgus Ankle Osteoarthritis. *Foot Ankle Clin*. 2022;27(1):57-72. doi:10.1016/j.fcl.2021.11.003
20. Yang XQ, Zhang Y, Wang Q, et al. Supramalleolar Osteotomy vs Arthrodesis for the Treatment of Takakura 3B Ankle Osteoarthritis. *Foot Ankle Int*. 2022;43(9):1185-1193. doi:10.1177/10711007221099183
21. Valderrabano V, Miska M, Leumann A, Wiewiorski M. Reconstruction of osteochondral lesions of the talus with autologous spongiosa grafts and autologous matrix-induced chondrogenesis. *Am J Sports Med*. 2013;41(3):519-527. doi:10.1177/0363546513476671
22. Эндопротезирование голеностопного сустава в сочетании с дополнительными вмешательствами. Д.В. Бурков, Л.Г. Григоричева, В.Ю. Мурылев, А. Барг, А.Л. Баранецкий, И.Н. Буркова, В.Ф. Найданов. Кафедра травматологии и ортопедии. 2018;4(34):16-23. [Burkov D.V., Grigorieva L.G., Murylev V.YU., Barg A., Baranetsky A.L., Burkova I.N., Naydanov V.F. Total ankle replacement with additional procedures. The Department of Traumatology and Orthopedics. 2018;4(34):16-23.
23. Hunt KJ, Pereira H, Kelley J, et al. The Role of Calcaneofibular Ligament Injury in Ankle Instability: Implications for Surgical Management. *Am J Sports Med*. 2019;47(2):431-437. doi:10.1177/0363546518815160
24. Acevedo JJ, Mangone P. Ankle instability and arthroscopic lateral ligament repair. *Foot Ankle Clin*. 2015;20(1):59-69. doi:10.1016/j.fcl.2014.10.002
25. Zhao H, Zhang Y, Hu D, et al. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2017;31(3):284-289. doi:10.7507/1002-1892.201611110
26. Mulhern JL, Protzman NM, Brigido SA, Deol PP. Supramalleolar Osteotomy: Indications and Surgical Techniques. *Clin Podiatr Med Surg*. 2015;32(3):445-461. doi:10.1016/j.cpm.2015.03.006
27. Hintermann B, Knupp M, Barg A. Joint-preserving surgery of asymmetric ankle osteoarthritis with peritalar instability. *Foot Ankle Clin*. 2013;18(3):503-516. doi:10.1016/j.fcl.2013.06.010
28. Khlopas H, Khlopas A, Samuel LT, et al. Current Concepts in Osteoarthritis of the Ankle: Review. *Surg Technol Int*. 2019;35:280-294. PMID: 31237341.
29. Caravelli S, Puccetti G, Vocale E, et al. Reconstructive Surgery and Joint-Sparing Surgery in Valgus and Varus Ankle Deformities: A Comprehensive Review. *J Clin Med*. 2022;11(18):5288. Published 2022 Sep 8. doi:10.3390/jcm11185288
30. Результаты эндопротезирования голеностопного сустава в раннем и среднесрочном периоде наблюдений. Д.В. Бурков, В.Ю. Мурылев, И.Н. Буркова, А. Барг, В.Ф. Найданов. Кафедра травматологии. 2021;2(44):49-56. [Burkov D.V., Murylev V.Y., Burkova I.N., Barg A., Naydanov V.F. Results of ankle replacement in the short and midterm follow-up period. The Department of Traumatology and Orthopedics. 2021;2(44):49-56
31. Martinelli N, Baretta S, Pagano J, et al. Contact stresses, pressure and area in a fixed-bearing total ankle replacement: a finite element analy-

sis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):493. Published 2017 Nov 25. doi:10.1186/s12891-017-1848-y

32. Cenni F, Leardini A, Cheli A, et al. Position of the prosthesis components in total ankle replacement and the effect on motion at the replaced joint. *Int Orthop.* 2012;36(3):571-578. doi:10.1007/s00264-011-1323-6

33. Krause F, Veljkovic A, Schmid T. Supramalleolar Osteotomies for Posttraumatic Malalignment of the Distal Tibia. *Foot Ankle Clin.* 2016;21(1):1-14. doi:10.1016/j.fcl.2015.09.001

34. Roemer FW, Jomaah N, Niu J, et al. Ligamentous Injuries and the Risk of Associated Tissue Damage in Acute Ankle Sprains in Athletes: A Cross-sectional MRI Study. *Am J Sports Med.* 2014;42(7):1549-1557. doi:10.1177/0363546514529643

35. Ellington JK, Gupta S, Myerson MS. Management of failures of total ankle replacement with the agility total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(23):2112-2118. doi:10.2106/JBJS.K.00920

36. Eelsing R, Hemke R, Schepers T. The added value of SPECT/CT in the painful foot and ankle: A review of the literature. *Foot Ankle Surg.* 2021;27(7):715-722. doi:10.1016/j.fas.2020.09.009

37. Wiewiorski M, Barg A, Valderrabano V. Autologous matrix-induced chondrogenesis in osteochondral lesions of the talus. *Foot Ankle Clin.* 2013;18(1):151-158. doi:10.1016/j.fcl.2012.12.009

38. Lee DO, Bae KJ, Kim EJ, et al. Foot and Ankle Radiographic Parameters in Korean Adults Vary by Sex and Age. *J Foot Ankle Surg.* 2019;58(5):893-897. doi:10.1053/j.jfas.2019.01.003

39. Hintermann B, Knupp M, Barg A. Supramalleolar Osteotomies for the Treatment of Ankle Arthritis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016;24(7):424-432. doi:10.5435/JAAOS-D-12-00124

40. Kim YS, Park EH, Koh YG, Lee JW. Supramalleolar Osteotomy With Bone Marrow Stimulation for Varus Ankle Osteoarthritis: Clinical Results and Second-Look Arthroscopic Evaluation. *Am J Sports Med.* 2014;42(7):1558-1566. doi:10.1177/0363546514530669

41. Zhao H, Liang X, Li Y, Niu W, Zhang D. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2016;30(7):826-829. doi:10.7507/1002-1892.20160169

42. Egloff C, Hügler T, Valderrabano V. Biomechanics and pathomechanisms of osteoarthritis. *Swiss Med Wkly.* 2012;142:w13583. Published 2012 Jul 19. doi:10.4414/smww.2012.13583

43. Galli MM, Scott RT. Supramalleolar Osteotomies: An Algorithm for the Deformed Ankle. *Clin Podiatr Med Surg.* 2015;32(3):435-444. doi:10.1016/j.cpm.2015.03.005

44. Alajlan A, Valderrabano V. Joint Preserving Surgery for Valgus Ankle Osteoarthritis. *Foot Ankle Clin.* 2022;27(1):57-72. doi:10.1016/j.fcl.2021.11.003

45. Kvarda P, Heisler L, Krähenbühl N, et al. 3D Assessment in Post-traumatic Ankle Osteoarthritis. *Foot Ankle Int.* 2021;42(2):200-214. doi:10.1177/1071100720961315

46. Barg A, Pagenstert G, Leumann A, Valderrabano V. Knöchelosteotomie--Die Osteotomie als Zugang [Malleolar osteotomy--osteotomy as approach]. *Orthopade.* 2013;42(5):309-321. doi:10.1007/s00132-012-2007-7

47. Lacorda JB, Jung HG, Im JM. Supramalleolar Distal Tibiofibular Osteotomy for Medial Ankle Osteoarthritis: Current Concepts. *Clin Orthop Surg.* 2020;12(3):271-278. doi:10.4055/cios20038

48. Butler JJ, Azam MT, Weiss MB, Kennedy JG, Walls RJ. 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. doi:10.1007/s00167-022-07144-7

49. Yang XQ, Zhang Y, Wang Q, Liang JQ, Liu L, Liang XJ, Zhao HM. Supramalleolar Osteotomy vs Arthrodesis for the Treatment of Takakura 3B Ankle Osteoarthritis. *Foot Ankle Int.* 2022 Sep;43(9):1185-1193.

50. Yang XQ, Zhang Y, Wang Q, et al. Supramalleolar Osteotomy vs Arthrodesis for the Treatment of Takakura 3B Ankle Osteoarthritis. *Foot Ankle Int.* 2022;43(9):1185-1193. doi:10.1177/10711007221099183

51. Ma XL, Ma JX, Zhao XW, et al. Intra-articular opening wedge osteotomy for varus ankle arthritis with computer-assisted planning and patient-specific surgical guides: a retrospective case series. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):483. Published 2022 May 21. doi:10.1186/s12891-022-05437-z

52. Liang J, Yang X, Yue Y, et al. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2023;37(7):788-795. doi:10.7507/1002-1892.202303008

53. Zhao H, Liang X, Li Y, Yu G, Niu W, Zhang Y. The role of fibular for supramalleolar osteotomy in treatment of varus ankle arthritis: a biomechanical and clinical study. *J Orthop Surg Res.* 2016;11(1):127. Published 2016 Oct 24. doi:10.1186/s13018-016-0462-2

54. Lee WC. Extraarticular Supramalleolar Osteotomy for Managing Varus Ankle Osteoarthritis, Alternatives for Osteotomy: How and Why?. *Foot Ankle Clin.* 2016;21(1):27-35. doi:10.1016/j.fcl.2015.09.002

55. Rosteius T, Baecker H, Schildhauer TA, Seybold D, Gefsmann J. Korrektur posttraumatischer Fehlstellungen der distalen Tibia mithilfe der fokalen Domosteotomie [Correction of posttraumatic deformities of the distal tibia with focal dome osteotomy]. *Unfallchirurg.* 2018;121(12):976-982. doi:10.1007/s00113-018-0481-z

56. Guo CJ, Li XC, Hu M, Xu Y, Xu XY. Realignment Surgery for Malunited Ankle Fracture. *Orthop Surg.* 2017;9(1):49-53. doi:10.1111/os.12312

57. Butler JJ, Azam MT, Weiss MB, Kennedy JG, Walls RJ. 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. doi:10.1007/s00167-022-07144-7

Информация об авторах:

Зейналов Вадим Тофикович - к.м.н., врач высшей категории, врач травматолог-ортопед, НКЦ №2 ФГБНУ «РНЦХ им. Ак. Б.В. Петровского», Литовский бульвар, Д.1А, 117593, Россия. e-mail: zeinalov_vadim@mail.ru

Арапова Ирина Андреевна - аспирант, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» МЗ РФ, Приорова, 10. 125130, Россия. e-mail: ryb4sirina@yandex.ru

Шкуро Константин Викторович - врач травматолог-ортопед, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» МЗ РФ, Приорова, 10. 125130, Россия. e-mail: shkuro_kostya@mail.ru

Автор, ответственный за переписку: Зейналов Вадим Тофикович, e-mail: zeinalov_vadim@mail.ru

Information about the authors:

Zeynalov Vadim Tofikovich - cand. Sci. (Med), Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences Federal state-funded budgetary public health facility, 117593, Moscow, Russia, e-mail: zeynalov_vadim@mail.ru

Arapova Irina Andreevna - clinical resident, department of Traumatology, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov of the Ministry of Health of the Russia, 127299, Moscow, Russia, e-mail: ryb4sirina@yandex.ru.

Shkuro Konstantin Viktorovich - assistant of the Department, Department of Traumatology, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov of the Ministry of Health of the Russia, 127299, Moscow, Russia, e-mail: shkuro_kostya@mail.ru.

Corresponding author: Zeynalov Vadim Tofikovich, e-mail: zeynalov_vadim@mail.ru