

Клиническое наблюдение

УДК 616.728.48-002.4-77- 089.843

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-3-446-455>



Способ эндопротезирования голеностопного сустава при некрозе таранной кости, крузартрозе, эквино-варо-приведенной деформации стопы

В.В. Кузнецов¹✉, В.Г. Процко^{1,2}, С.К. Тамоев¹, С.А. Оснач¹, А.В. Мазалов¹, В.В. Платонов^{1,2}

¹ Городская клиническая больница им. С.С. Юдина, Москва, Россия

² Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Василий Викторович Кузнецов, vkuznecovniito@gmail.com

Аннотация

Введение. Актуальность проблемы хирургического лечения пациентов с аваскулярным остеонекрозом таранной кости с посттравматическими деформациями заднего отдела стопы объясняется высоким уровнем заболеваемости, трудностью диагностики на ранних стадиях болезни, несоответствием уровня ожиданий пациентов и требований ортопедов к результатам оперативного лечения традиционными методами. Использование индивидуального эндопротезирования голеностопного сустава может стать потенциальным решением этой проблемы.

Цель работы — оценить результаты лечения пациентки с аваскулярным остеонекрозом таранной кости, крузартрозом и деформацией заднего отдела стопы оригинальным способом эндопротезирования голеностопного сустава и таранной кости.

Материалы и методы. Пациентке 30 лет с посттравматическим аваскулярным остеонекрозом таранной кости, крузартрозом, эквино-варо-приведенной деформацией стопы выполнено эндопротезирование голеностопного сустава и таранной кости предложенным авторами способом. Для диагностики использовали рентгенографический и томографический методы. Для оценки клинических и функциональных результатов использовали шкалу VAS, опросники AOFAS, FFI, EFAS, данные педобарографии.

Результаты. Полученные результаты лечения пациентки через 12 мес. показали сохранение достигнутой коррекции деформации стопы, стабильную установку индивидуальной конструкции без признаков расшатывания компонентов и остеолитизиса. Клинический и функциональный результат показал снижение интенсивности боли в 8,5 раз по VAS, улучшение функционального состояния в 4,3 раза с учетом функционального индекса стопы (FFI) и 2,2 раза по шкале AOFAS в течение 12 мес. после оперативного вмешательства.

Обсуждение. В настоящее время ортопеды проводят исследования, направленные на сохранение движений в голеностопном суставе при лечении аваскулярного остеонекроза таранной кости. Серьезную проблему составляют сопутствующие деформации заднего отдела стопы, вследствие чего существующие стандартные конструкции эндопротезов не могут решить эту задачу.

Заключение. Разработанный хирургический способ лечения пациентки дал хорошие клинические и функциональные результаты, позволяя корректировать деформацию заднего отдела стопы в один этап, сокращая сроки лечения.

Ключевые слова: аваскулярный некроз, асептический некроз, остеонекроз, артродез, эндопротезирование, голеностопный сустав, таранная кость, индивидуальный протез таранной кости, эндопротез голеностопного сустава

Для цитирования: Кузнецов В.В., Процко В.Г., Тамоев С.К., Оснач С.А., Мазалов А.В., Платонов В.В. Способ эндопротезирования голеностопного сустава при некрозе таранной кости, крузартрозе, эквино-варо-приведенной деформации стопы. *Гений ортопедии*. 2024;30(3):446-455. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-3-446-455. EDN: VNARRP.

Clinical case

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-3-446-455>



Ankle joint replacement for necrosis of the talus, crusarthrosis, equinovarus and adducted foot

V.V. Kuznetsov¹✉, V.G. Protsko^{1,2}, S.K. Tamoev¹, S.A. Osnach¹, A.V. Mazalov¹, V.V. Platonov^{1,2}

¹ City Clinical Hospital named after. S.S. Yudina, Moscow, Russian Federation

² Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: Vasily V. Kuznetsov, vkuznecovniito@gmail.com

Abstract

Introduction Surgical treatment of patients with avascular osteonecrosis of the talus and post-traumatic hindfoot deformity is associated with high morbidity, difficulty of early disease detection, the discrepancy between patient expectations and orthopaedic requirements for surgical outcomes due to traditional methods. The use of customized ankle joint replacement may be a potential solution to this problem.

The objective was to evaluate the results of treatment of a patient with avascular osteonecrosis of the talus, crusarthrosis and hindfoot deformity using an original replacement method for the ankle joint and the talus.

Material and methods A 30-year-old patient with post-traumatic avascular osteonecrosis of the talus, crusarthrosis, equinovarus and adducted foot underwent replacement of the ankle joint and talus using the method developed by the authors. Radiographic and tomographic methods were used for diagnosis. The VAS scale, AOFAS, FFI, EFAS questionnaires and pedobarography were used to assess clinical and functional results.

Results The results of treatment evaluated at 12 months showed maintained foot deformity correction, stability of a tailored construct with no signs of loosening and osteolysis. The clinical and functional result showed a 81/2 VAS decrease in pain, functional status improved by 4.3 times with functional foot index (FFI) improved by 2.2 times according to the AOFAS scale at 12 months.

Discussion Orthopaedic surgeons are conducting research aimed at preserving ankle motion in the treatment of avascular osteonecrosis of the talus. A serious problem is associated with concomitant deformities of the hindfoot and available implants fail to solve this problem.

Conclusion The surgical method offered for the patient provided good clinical and functional results with the hindfoot deformity corrected within one stage reducing the treatment time.

Keywords: avascular necrosis, aseptic necrosis, osteonecrosis, arthrodesis, arthroplasty, ankle joint, talus, custom-made talus prosthesis, ankle joint replacement

For citation: Kuznetsov VV, Protsko VG, Tamoev SK, Osnach SA, Mazalov AV, Platonov VV. Ankle joint replacement for necrosis of the talus, crusarthrosis, equinovarus and adducted foot. *Genij Ortopedii*. 2024;30(3):446-455. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-3-446-455

ВВЕДЕНИЕ

Аваскулярный остеонекроз таранной кости (АОТК) является тяжелым инвалидизирующим заболеванием. Диагностика остеонекроза таранной кости (ТК) различной этиологии на ранних стадиях затруднена, вследствие чего пациенты обращаются за помощью на поздних стадиях заболевания, когда уже сформировалась грубая деформация заднего отдела стопы, голеностопного сустава [1]. На сегодняшний день общепринятым является хирургическое лечение [2]. Массивная потеря костного вещества таранной кости, посттравматические изменения голеностопного сустава приводят к сложным фиксированным деформациям заднего отдела стопы, все это формирует препятствия для имплантации существующих первичных и ревизионных конструкций эндопротеза голеностопного сустава и, соответственно, ставит под вопрос сохранение движений в столь значимых суставах заднего отдела стопы. В исторической ретроспективе основным методом лечения аваскулярного некроза таранной кости различного генеза считали астрагалэктомию, рекомендованную в случаях самых тяжелых поражений таранной кости, таких как фрагментация, рассасывание, невозможность сохранения суставов, окружающих таранную кость [3]. Функциональные исходы этой операции не соответствуют современному уровню ожиданий пациентов и требований ортопедов к результатам оперативного лечения [4]. В настоящее время хирургическое лечение пациентов с остеонекрозом таранной кости различной этиологии и его последствиями обычно представлено большеберцово-таранно-пяточным артродезом, панартродезом стопы с массивной костной ауто- и аллопластикой дефектов, которые дополняют различными реконструктивными вмешательствами по показаниям [2]. Такой вид хирургического лечения, несмотря на свои достоинства, обладает рядом существенных недостатков: высокая травматичность, необратимая потеря движений в функционально значимых суставах заднего отдела стопы, высокий риск несращения, большая частота остаточных деформаций, необходимость длительных сроков иммобилизации конечности [5–8]. В настоящее время актуальна разработка способов лечения, направленных на сохранение биомеханики в суставах заднего отдела стопы при тотальном аваскулярном остеонекрозе таранной кости [9]. Развитие аддитивных технологий, взаимодействие между собой хирургов и инженеров, применение безопасных материалов и сплавов создают возможность разработки оригинальных конструкций и внедрения новых способов хирургического лечения с применением современных технологий [10].

Одной из важнейших проблем, которая возникает при определении показаний к проведению эндопротезирования голеностопного сустава, является не только наличие аваскулярного остеонекроза таранной кости, но также сопутствующая деформация заднего отдела стопы и голеностопного сустава. Это может стать абсолютным препятствием и противопоказанием к проведению первичного эндопротезирования голеностопного сустава с использованием существующих конструкций [11]. Ряд авторов предлагает многоэтапное хирургическое лечение, где первым этапом выполняют коррекцию деформации, остеотомию смежных костей, артродезы смежных суставов (подтаранного, таранно-ладьевидного, пяточно-кубовидного) с костной ауто- и аллопластикой дефектов [12]. Это позволяет создать условия для проведения второго этапа хирургического лечения — эндопротезирования голеностопного сустава, который возможен при сохранении структуры таранной кости. В противном случае сохраняется высокий риск развития нестабильности компонентов эндопротеза и инфекций в будущем. Возникает закономерный вопрос: как преодолеть существующие недостатки и улучшить результаты лечения пациентов с посттравматической эквино-варо-приведенной деформацией стопы и голеностопного сустава при остеонекрозе таранной кости различной этиологии, с посттравматическим остеоартрозом голеностопного сустава, сохранив движения в суставах заднего отдела стопы? На наш взгляд, потенциальным решением данной проблемы является создание индивидуальной конструкции эндопротеза таранной кости с применением аддитивных технологий, выполнение операции по разработанному нами способу эндопротезирования голеностопного, таранно-ладьевидного, подтаранного суставов оригинальным эндопротезом таранной кости, воспроизводящим ее утраченную нормальную анатомию и пространственную ориентацию в заднем отделе стопы, голеностопного сустава, адаптируя ее конфигурацию с сочленяющейся поверхностью фиксированного вкладыша и тиббиального компонента эндопротеза голеностопного сустава [13].

Цель работы — оценить результаты лечения пациентки с аваскулярным остеонекрозом таранной кости, крузартрозом и деформацией заднего отдела стопы оригинальным способом эндопротезирования голеностопного сустава и таранной кости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования явились данные пациентки 30 лет с посттравматическим аваскулярным некрозом таранной кости, который привел к посттравматическому остеоартрозу голеностопного сустава и формированию приведенной эквино-варусной деформации стопы и голеностопного сустава. Для оперативного лечения применен оригинальный способ эндопротезирования голеностопного

сустава с использованием индивидуальных имплантов, полученных с помощью 3D-реконструкции, и моделирования неповрежденных таранной кости и голеностопного сустава контралатеральной стороны. Клиническая эффективность определена коррекцией деформации заднего отдела стопы, стабильностью эндопротеза и отсутствием признаков остеолитизиса вокруг компонентов, регистрируемых на контрольном осмотре. В качестве критериев оценки использованы данные рентгенографии, мультиспиральной компьютерной томографии, статической и динамической педобарографии, опросники функционального и клинического состояния стопы и голеностопного сустава AOFAS (American Orthopedic Foot & Ankle Society), EFAS (European Foot and Ankle Society), FFI (Foot Function Index) и визуальная аналоговая шкала боли (VAS). Коллектив авторов получил от пациентки согласие на участие в исследовании и публикацию результатов без идентификации личности.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Пациентка Ш., 1992 г. рождения, в 2022 г. поступила в 4 травматолого-ортопедическое отделение (отделение хирургии стопы и голеностопного сустава) Городской клинической больницы имени С.С. Юдина (Москва) с жалобами на боли, грубую деформацию заднего отдела правой стопы, стойкое ограничение объема движений в голеностопном, подтаранном, таранно-ладьевидном суставах, отек мягких тканей в области голеностопного сустава правой стопы. Анамнез заболевания: со слов пациентки, в 2014 г. получила травму в быту, упала с высоты собственного роста на правую стопу, получила открытый перелом шейки таранной кости правой стопы с вывихом в подтаранном, таранно-ладьевидном и голеностопном суставах, тип IV по классификации Hawkins [14] (рис. 1, а, б). По экстренным показаниям доставлена в травматологическое отделение стационара, где выполнено хирургическое лечение в объеме открытого вправления и металлоостеосинтеза правой таранной кости винтами (рис. 1, в, г). Послеоперационный период протекал без особенностей, заживление первичным натяжением, проведена иммобилизация оперированной нижней конечности гипсовой повязкой в течение трех месяцев. После консолидации костных фрагментов гипсовая иммобилизация прекращена, пациентка приступила к восстановительному консервативному лечению. В 2016 г. по месту жительства проведено удаление металлоконструкций, которое сопровождалось техническими трудностями (перелом винтов), конструкции убраны частично из-за высокой вероятности травматического повреждения таранной кости. С 2016 по 2022 г. у пациентки прогрессировал болевой синдром, появилась деформация заднего отдела стопы, присоединилось стойкое ограничение объема движений, отек мягких тканей в области голеностопного сустава. Клинически отмечено приведение и супинация правой стопы с вершиной деформации на уровне таранно-ладьевидного сустава с формированием фиксированной эквинусной установки стопы на уровне голеностопного сустава и варусной деформации пяточной кости на уровне подтаранного сустава, сопровождающейся стойкой болезненной контрактурой. Пациентка могла делать не более 5000 шагов в день.



Рис. 1. Рентгенограммы правого голеностопного сустава (прямая и боковая проекции): а, б — отмечается перелом шейки таранной кости с вывихом в подтаранном, таранно-ладьевидном и голеностопном суставах (2014 г.); в, г — вправленный переломовывих таранной кости, металлоостеосинтез в условиях внутренней фиксации винтами (2014 г.); д, е — исход АОТК, коллапс ТК, посттравматическая варусная деформация заднего отдела стопы, инородные тела (фрагменты винтов в теле правой ТК), посттравматический правосторонний крузартроз 3 ст. (2022 г.)

Консервативное лечение не привело к положительному результату, проведено комплексное клиничко-рентгенологическое обследование. Выполнена рентгенография обеих стоп и голеностопных суставов в прямой и боковой проекциях (рис. 1, д, е), отмечен коллапс ТК, посттравматическая варусная деформация ТК, инородные тела (фрагменты винтов в теле правой ТК), посттравматический правосторонний крузартроз 3 ст.

Выполнена мультиспиральная компьютерная томография правого голеностопного сустава (рис. 2, а, б), определен исход посттравматического асептического некроза таранной кости, правый голеностопный сустав деформирован. Суставные поверхности нечеткие, неровные, отмечается субхондральный остеосклероз суставных поверхностей с кистовидной перестройкой. Суставная щель нитевидно сужена. Выполнена 3D-реконструкция голеностопной области с 3D-моделированием правой стопы, отмечена варусная деформация таранной кости, супинация и приведение стопы, коллапс таранной кости, инородные тела (фрагменты винтов в теле таранной кости).

Лучевые методы обследования (рентгенография, МСКТ голеностопного сустава) отражают несомненные признаки посттравматического аваскулярного некроза таранной кости и его осложнений в виде коллапса таранной кости, множественных кист большеберцовой, таранной костей и т.д. На основании клинических находок и данных инструментальных методов обследования установлен диагноз: посттравматический аваскулярный некроз таранной кости, коллапс блока таранной кости правой стопы, деформирующий остеоартроз голеностопного сустава 3 ст., фиксированная приведенная эквиноварусная деформация правой стопы с приведением переднего отдела. Для сохранения биомеханики движений в голеностопном, подтаранном, таранно-ладьевидном суставах, устранения деформации заднего отдела стопы, сокращения сроков реабилитации в послеоперационном периоде пациентке предложено хирургическое лечение с применением запатентованного нами способа (Пат. 2800562 РФ «Способ эндопротезирования голеностопного сустава при посттравматической эквино-варо-приведенной деформации стопы и голеностопного сустава при некрозе таранной кости различной этиологии с посттравматическим остеоартрозом голеностопного сустава») [13].

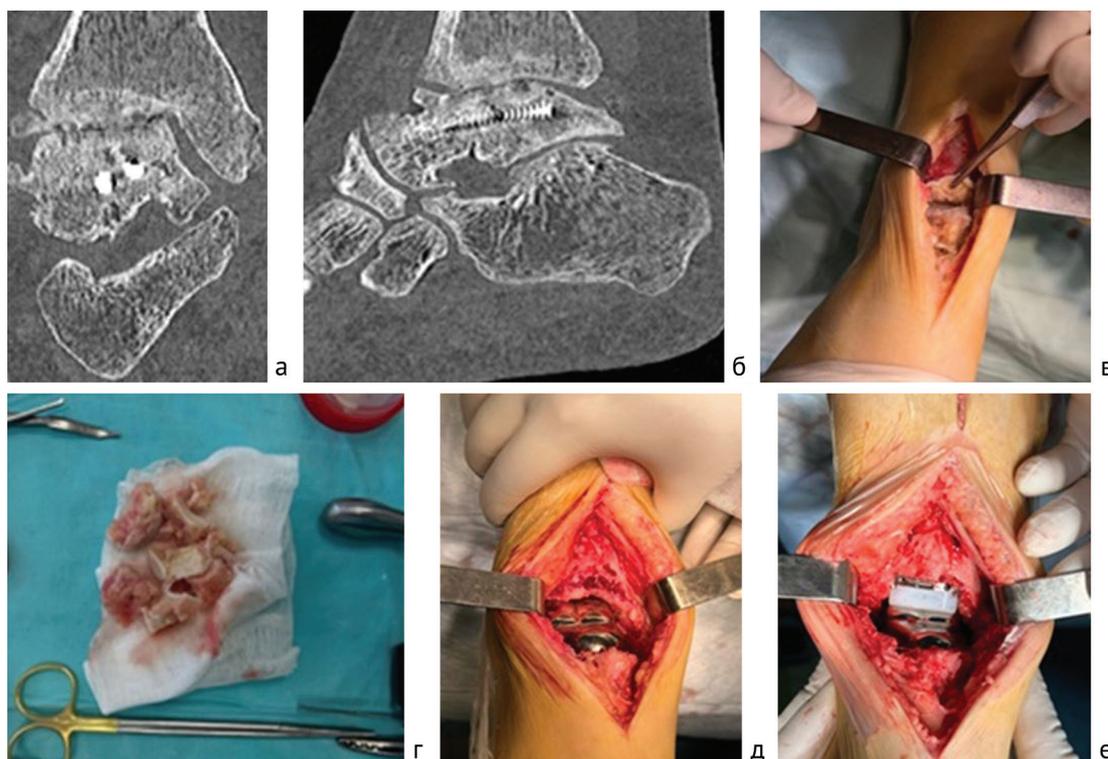


Рис. 2. Коронарный и сагиттальный МСКТ-сканы голеностопного сустава: а, б — исход посттравматического АОТК, коллапса таранной кости, множественные кисты большеберцовой, таранной костей. Интраоперационные фото: в — хирургического доступа к голеностопному суставу; г — фрагментированной, некротизированной таранной кости; д — имплантированного индивидуального эндопротеза таранной кости; е — собранной конструкции индивидуального эндопротеза голеностопного сустава и таранной кости с тибальным компонентом и полиэтиленовым вкладышем

Проведение операции с использованием предложенного способа эндопротезирования голеностопного сустава состояло из ряда этапов.

Предоперационное планирование. Проводили МСКТ-исследование контралатеральной здоровой таранной кости и выполняли ее зеркальную реконструкцию. После этого создавали индивидуальный имплант таранной кости с учетом таких показателей как форма, размеры, объем неповрежденной контралатеральной таранной кости, отзеркаленной и адаптированной к стороне планируемой имплантации. На блоке инди-

видуального имплантата таранной кости формировали вырезку по типу «ласточкин хвоста», подходящую по форме и размерам к полиэтиленовому вкладышу эндопротеза голеностопного сустава, на виртуальной модели оценивали результаты измерений, взаимоотношений и пространственной ориентации таранной кости в подтаранном, таранно-ладьевидном, голеностопном суставах, с оценкой таких показателей как тало-метатарзальный угол [15], ось таранной кости [16], таранно-пяточный угол (угол Кита) [17].

Оперативное вмешательство. Накладывали турникет, выполняли ахиллотомию, осуществляли доступ по передней поверхности голеностопного сустава в пространстве между сухожилиями длинного разгибателя 1 пальца и передней большеберцовой мышцы, послойно рассекали кожу, подкожно-жировую клетчатку до кости, защищая сосудисто-нервный пучок, выполняли субпериостальную диссекцию в латеральном и медиальном направлениях с обнажением пилона большеберцовой кости, шейки и головки таранной кости, голеностопного сустава, проводили иссечение синовиальной оболочки голеностопного сустава, резецировали остатки фрагментированной таранной кости и удаляли их — производили астрагалэктомию (рис. 2, в, г). В сформированное ложе устанавливали индивидуальный эндопротез таранной кости, адаптированный по форме и размеру к полиэтиленовому вкладышу и тиббиальному компоненту эндопротеза голеностопного сустава, производили установку тиббиального компонента голеностопного сустава, в тиббиальный компонент фиксировали импактор для впрессовывания полиэтиленового вкладыша, имплантировали полиэтиленовый вкладыш (рис. 2, д, е).

После снятия турникета выполняли гемостаз, рану послойно ушивали, накладывали асептическую повязку, проводили иммобилизацию глубокой задней гипсовой шиной. Дренаж удаляли на следующий день.

Послеоперационное лечение. Проводили перевязки и медикаментозное лечение, последующую иммобилизацию осуществляли съемным жестким ортезом. Пациентке рекомендовали ходьбу с костылями без опоры на оперированную нижнюю конечность сроком на 4 нед. Иммобилизация и антикоагулянтная терапия прекращены в запланированные сроки (4 нед.). Пациентка начала нагрузку на оперированную ногу с использованием костылей и постепенным отказом от них в течение месяца с контрольным осмотром. Назначали массаж, физиолечение, кинезиотерапию, лечебную физкультуру. Через 12 мес. после операции осуществлен динамический контрольный осмотр, на котором выполнены рентгенография и МСКТ-контроль оперированного голеностопного сустава и стопы (рис. 3, а–е).

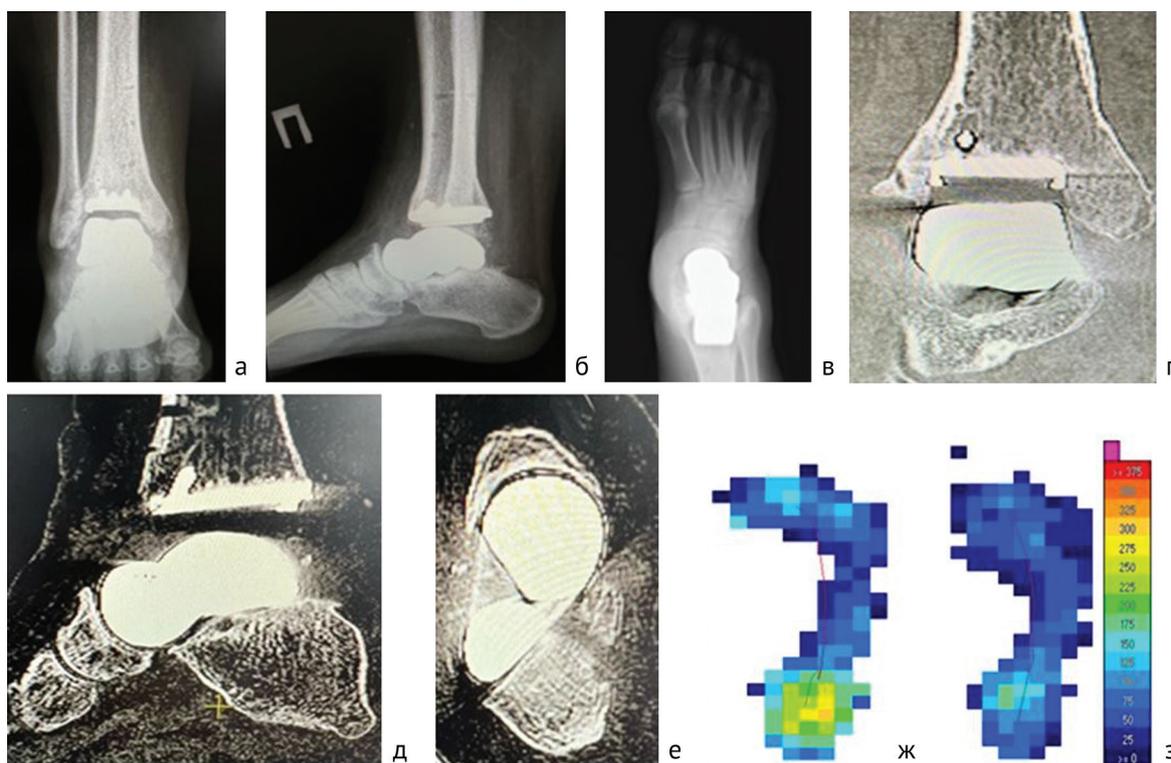


Рис. 3. Рентгенограммы правого голеностопного сустава в прямой и боковой проекциях (а, б), прямая проекция правой стопы с имитацией опоры (в) спустя 12 месяцев с момента операции. Коронарный, сагиттальный, аксиальный МСКТ-сканы правого голеностопного сустава и стопы (г, д, е). Точное взаимоотношение индивидуального имплантата таранной кости в подтаранном, таранно-ладьевидном суставах, а также конгруэнтность и соосность между имплантом, полиэтиленовым вкладышем и тиббиальном компонентом эндопротеза голеностопного сустава. Результаты педобарографии правой стопы: до проведения индивидуального эндопротезирования голеностопного сустава и таранной кости (ж), через 12 месяцев после эндопротезирования (з). Отмечается снижение перегрузки задних отделов стопы, равномерное распределение нагрузки между передним, средним и задним отделами стопы

В результате точного соответствия блока таранной кости и фиксированного полиэтиленового вкладыша в тибиаальный компонент эндопротеза голеностопного сустава корригируется сопутствующая приведенная эквиноварусная деформация стопы, обеспечивается сохранность движений в голеностопном, подтаранном, таранно-ладьевидном суставах. Перед операцией и через 12 мес. после нее проводили анкетирование пациентки по визуальной аналоговой шкале боли VAS [18], оценивали функциональные показатели по AOFAS [19] и функциональному индексу стопы FFI [20], комплексную оценку по EFAS [21], результатам статической и динамической педобарографии. Полученные данные продемонстрировали существенное улучшение в виде снижения болевых ощущений, улучшения функционального состояния (табл. 1) и биомеханики стопы, снижения перегрузки задних отделов и увеличения равномерности распределения осевой нагрузки между передним, средним и задним отделами стопы (рис. 3, ж, з). К последнему контрольному визиту пациентка могла делать более 9000 шагов в день.

Таблица 1

Оценка клинического и функционального состояния стопы с использованием опросников

Шкала/ Опросник	До операции	Через 12 месяцев после операции
VAS	85	10
AOFAS	36	80
FFI	100	23
EFAS	12,5	31,5

Примечание: VAS – Visual Analogue Scale; AOFAS – American Orthopedic Foot & Ankle Society; FFI – Foot Function Index; EFAS – European Foot and Ankle Society

ОБСУЖДЕНИЕ

Грубо смещенные переломы и переломо-вывихи таранной кости (тип IV по Hawkins) должны быть своевременно, в короткие сроки после травмы, вправлены и фиксированы с использованием внешней фиксации или без нее для подготовки к дальнейшему хирургическому лечению – открытой репозиции и внутренней фиксации. При оперативном лечении следует с осторожностью относиться к удалению надкостницы, резекция которой необходима только для анатомичного вправления. Следует применять жесткую, стабильную внутреннюю фиксацию с использованием кортикальных винтов с потайной шляпкой, которые должны располагаться на уровне или ниже середины головки таранной кости, возможно дополнительное применение блокируемых пластин. Сроки проведения окончательной операции при смещенных переломах не влияют на риск развития остеонекроза, важно сохранить длину таранной кости и восстановить ее анатомию [22]. Однако, даже при отлично выполненной анатомической открытой репозиции и внутренней фиксации костных фрагментов, сохраняется риск развития посттравматического АОТК в отдаленной перспективе, по данным разных авторов достигающего от 50 до 100 % [23–25]. Единственным лучшим предиктором развития посттравматического аваскулярного некроза является величина первоначального смещения. Вследствие развития аваскулярного некроза в теле таранной кости формируются кисты, зоны рубцового перерождения, происходит коллапс и фрагментация, в результате этого зачастую развиваются грубые посттравматические деформации заднего отдела стопы и голеностопного сустава с образованием стойких контрактур, выраженного болевого синдрома. Наличие посттравматического АОТК, сопутствующих грубых деформаций заднего отдела стопы и голеностопного сустава является препятствием для проведения первичного эндопротезирования голеностопного сустава существующими на рынке конструкциями, так как жизнеспособность большого массива костной ткани таранной кости на фоне АОТК вызывает сомнения в ее регенераторном потенциале для будущего сращения костных фрагментов с имплантом, приводя, тем самым, к ранней нестабильности.

В настоящее время перспективным и актуальным решением является разработка новых способов хирургического лечения, направленных на сохранение биомеханики в суставах заднего отдела стопы у пациентов с тотальным поражением таранной кости аваскулярным остеонекрозом с сопутствующими деформациями заднего отдела стопы и голеностопного сустава. Лечение такой группы пациентов вызывает большие трудности у травматологов в свежих случаях, а у ортопедов – в результате исхода заболевания. Длительные сроки иммобилизации, несращение, укорочение нижней конечности, грубые деформации и т.д. приводят к инвалидизации пациентов, большинство которых составляет группу молодых и трудоспособных людей. Наш опыт и зарубежные публикации в области эндопротезирования таранной кости подтверждают хорошие отдаленные результаты применения таких сложных конструкций [26]. Успешные результаты замены таранной кости демонстрируют авторы при лечении пациентов с травматической экстрюзией таранной кости как в педиатрической практике [27], так и у взрослых пациентов [28].

Возникает закономерное предложение о смене парадигмы в отношении подхода к лечению пациентов с травматической потерей таранной кости, ее переломо-вывихами, сопровождающимися массивной потерей костного вещества. На наш взгляд, потенциальным и перспективным решением является внедрение в травматолого-ортопедическую практику индивидуального подхода к таким пациентам, создание индивидуальных конструкций для эндопротезирования таранной кости с применением ад-

дитивных технологий, по показаниям — комбинация с эндопротезированием пилона большеберцовой кости, тиббиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава и полиэтиленовым вкладышем, фиксированным с ним.

До сих пор не утихают дискуссии в отношении материалов пары трения индивидуального эндопротеза, отношения к капсульно-связочному аппарату голеностопного сустава, одно- или двухэтапному хирургическому лечению (1 этап — коррекция деформации заднего отдела стопы, 2 — эндопротезирование голеностопного сустава), цементной или бесцементной фиксации тиббиального компонента, фиксации эндопротеза таранной кости в подтаранном суставе. На практике мы применяем в качестве материала для создания индивидуального имплантата таранной кости материалы двух видов: сплав Ti64ELI в первом случае и циркониевая керамика — во втором. В литературе описано применение имплантатов из стали, алюмооксидной керамики, сплавов титана и т.д. [26, 29]. Восстановление капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава мы выполняли по показаниям в двух случаях (1 — дистальный межберцовый синдесмоз, 2 — передняя таранно-малоберцовая связка). Во всех наших клинических случаях эндопротез таранной кости не был фиксирован с окружающими его подтаранным и таранно-ладьевидным суставами.

Наличие сопутствующих деформаций заднего отдела стопы в клинической практике обуславливает определенные технические трудности при создании индивидуального импланта таранной кости. Обычная отзеркаленная модель неповрежденной таранной кости при посттравматических изменениях не соответствует по форме и размерам будущему месту ее имплантации, что, в свою очередь, можно смело утверждать, приведет к невозможному выполнению эндопротезирования таранной кости и голеностопного сустава. Если же получится имплантировать такой эндопротез, то сохранение после травматической деформации и болевого синдрома ставят под вопрос его выживаемость в отдаленной перспективе.

Техническим результатом предлагаемого нами и внедренного в практику изобретения является исправление деформации таранной кости, устранение болевого синдрома и сохранение объема движений в голеностопном, подтаранном и таранно-ладьевидном суставах за счет использования индивидуального импланта таранной кости в сочетании с тиббиальным компонентом и фиксированным в нем полиэтиленовым вкладышем эндопротеза голеностопного сустава [13]. Особенностью в создании импланта было то, что мы учитывали форму, размер, объем неповрежденной таранной кости, адаптировали ее к параметрам измерений и пространственной ориентации в подтаранном, таранно-ладьевидном и голеностопном суставах, месту будущей имплантации, оценивали такие показатели как тало-метатарзальный угол, ось таранной кости, таранно-пяточный угол (угол Кита).

Все риски должным образом объяснены и обсуждены с пациенткой. Артродез голеностопного сустава представлен ей как альтернативная процедура, однако пациентка предпочла артропластику голеностопного сустава с использованием нашего способа. Через год после операции наша команда и пациентка довольны достигнутым результатом.

Каждый случай АОТК требует индивидуального дифференцированного подхода к лечению. С должным вниманием и осторожностью нужно подходить к лечению пациентов с сопутствующими деформациями заднего отдела стопы, которые однозначно нужно принимать во внимание и планировать подготовку имплантата должным образом, с учетом всех факторов, которые могут в будущем повлиять на его выживаемость. Нами за период 2019–2023 гг. выполнено 9 имплантаций индивидуальных конструкций предложенным способом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты лечения пациентки разработанным хирургическим способом показывают хорошие клинические и функциональные показатели, позволяя корригировать деформацию заднего отдела стопы в один этап, сокращая сроки лечения. Использование индивидуальных имплантатов таранной кости с учетом сопутствующих деформаций заднего отдела стопы и голеностопного сустава с применением аддитивных технологий позволяет корригировать сопутствующую деформацию заднего отдела стопы, делая возможным выполнение эндопротезирования голеностопного сустава, сохраняя биомеханику в столь значимых суставах заднего отдела стопы, достигая положительных ближайших и отдаленных результатов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Hamoudi C, Doljencu A, Illes T. Avascular necrosis of the talus causing meniscoid lesions in the ankle joint: a case report. *J Med Case Rep.* 2022;16(1):83. doi: 10.1186/s13256-022-03298-7
2. Backus JD, Ocel DL. Ankle Arthrodesis for Talar Avascular Necrosis and Arthrodesis Nonunion. *Foot Ankle Clin.* 2019;24(1):131-142. doi: 10.1016/j.fcl.2018.11.004
3. Lampert C. Sprunggelenkprothese bei Knochendefekten [Ankle joint prosthesis for bone defects]. *Orthopade.* 2011;40(11):978-83. (In German) doi: 10.1007/s00132-011-1826-2

4. Riesner HJ, Lübken FV, Förster S, et al. Aktuelle Therapieempfehlungen bei Talusluxationsfrakturen vom Typ IV nach Marti und Weber – ein Literaturreview [Current Recommendations for the Therapy of Dislocated Talus Fractures Weber and Marti Type IV - Literature Research]. *Z Orthop Unfall*. 2017;155(2):149-156. (In German) doi: 10.1055/s-0042-119866
5. Overley BD Jr, Rementer MR. Surgical Complications of Ankle Joint Arthrodesis and Ankle Arthroplasty Procedures. *Clin Podiatr Med Surg*. 2017;34(4):565-574. doi: 10.1016/j.cpm.2017.05.011
6. Manke E, Yeo Eng Meng N, Rammelt S. Ankle Arthrodesis - a Review of Current Techniques and Results. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2020;87(4):225-236.
7. Cooper PS. Complications of ankle and tibiotalar arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;(391):33-44. doi: 10.1097/00003086-200110000-00006
8. Cohen MM, Kazak M. Tibiocalcaneal Arthrodesis With a Porous Tantalum Spacer and Locked Intramedullary Nail for Post-Traumatic Global Avascular Necrosis of the Talus. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54(6):1172-1177. doi: 10.1053/j.jfas.2015.01.009
9. Jennison T, Dalgleish JS, Davies M, et al. Total Talus Replacement: A Systematic Review of the Literature. *Foot Ankle Orthop*. 2022;7(4). doi: 10.1177/2473011421S00709
10. Mobarak MH, Islam MdA, Hossain N, et al. Recent advances of additive manufacturing in implant fabrication – A review. *Appl Surf Sci Adv*. 2023;18:100462. doi: 10.1016/j.apsadv.2023.100462
11. Hintermann B, Ruiz R. Ankle arthritis and the treatment with ankle replacement. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 2014;25(5):812-823. doi: 10.1016/S0716-8640(14)70112-9
12. Hintermann B. *Total ankle arthroplasty: historical overview, current concepts and future perspectives*. Springer Publ.; 2005:200.
13. Оснач С.А., Кузнецов В.В., Процко В.Г. и др. Способ эндопротезирования голеностопного сустава при посттравматической эквин-варо-приведенной деформации стопы и голеностопного сустава при некрозе таранной кости различной этиологии с посттравматическим остеоартрозом голеностопного сустава. Патент РФ на изобретение № 2800562. 24.07.23. Бюл. № 21. Доступно по: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2800562&TypeFile=html. Ссылка активна на 26.02.2024.
14. Alton T, Patton DJ, Gee AO. Classifications in Brief: The Hawkins Classification for Talus Fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(9):3046-9. doi: 10.1007/s11999-015-4136-x
15. Aebi J, Horisberger M, Frigg A. Radiographic Study of Pes Planovarus. *Foot Ankle Int*. 2017;38(5):526-531. doi: 10.1177/1071100717690440
16. Crim JR. Imaging anatomy. Knee. Ankle. Foot. Elsevier Publ.; 2017:624.
17. Chueire AJ, Carvalho Filho G, et al. Treatment of congenital clubfoot using Ponseti method. *Rev Bras Ortop*. 2016;51(3):313-318. doi: 10.1016/j.rboe.2015.06.020
18. Richter M, Zech S, Geerling J, et al. A new foot and ankle outcome score: questionnaire based, subjective, visual-analogue-scale, validated and computerized. *Foot Ankle Surg*. 2006;12(4):191-199. doi: 10.1016/j.fas.2006.04.001
19. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*. 1994;15(7):349-353. doi: 10.1177/107110079401500701
20. Budiman-Mak E, Conrad KJ, Roach KE. The Foot Function Index: a measure of foot pain and disability. *J Clin Epidemiol*. 1991;44(6):561-570. doi: 10.1016/0895-4356(91)90220-4
21. Richter M, Agren PH, Besse JL, et al. EFAS Score - Multilingual development and validation of a patient-reported outcome measure (PROM) by the score committee of the European Foot and Ankle Society (EFAS). *Foot Ankle Surg*. 2018;24(3):185-204. doi: 10.1016/j.fas.2018.05.004
22. Clare MP, Maloney PJ. Prevention of Avascular Necrosis with Fractures of the Talar Neck. *Foot Ankle Clin*. 2019;24(1):47-56. doi: 10.1016/j.fcl.2018.09.003
23. Léduc S, Clare MP, Laflamme GY, Walling AK. Posttraumatic avascular necrosis of the talus. *Foot Ankle Clin*. 2008;13(4):753-765. doi: 10.1016/j.fcl.2008.09.004
24. Lindvall E, Haidukewych G, DiPasquale T, et al. Open reduction and stable fixation of isolated, displaced talar neck and body fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(10):2229-2234. doi: 10.2106/00004623-200410000-00014
25. Vallier HA, Nork SE, Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Surgical treatment of talar body fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86-A Suppl 1(Pt 2):180-192. doi: 10.2106/00004623-200409001-00008
26. West TA, Rush SM. Total Talus Replacement: Case Series and Literature Review. *J Foot Ankle Surg*. 2021;60(1):187-193. doi: 10.1053/j.jfas.2020.08.018
27. Stevens BW, Dolan CM, Anderson JG, Bukrey CD. Custom talar prosthesis after open talar extrusion in a pediatric patient. *Foot Ankle Int*. 2007;28(8):933-938. doi: 10.3113/FAI.2007.0933
28. Magnan B, Facci E, Bartolozzi P. Traumatic loss of the talus treated with a talar body prosthesis and total ankle arthroplasty. A case report. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(8):1778-1782. doi: 10.2106/00004623-200408000-00024
29. Кузнецов В.В., Тамоев С.К., Оснач С.А. и др. Эндопротезирование таранной кости при лечении пациентов с аваскулярным остеонекрозом таранной кости: обзор литературы. *Гений ортопедии*. 2023;29(3):329-340. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-3-329-340. EDN: BQOXZV.

Статья поступила 16.01.2024; одобрена после рецензирования 08.02.2024; принята к публикации 08.04.2024.

The article was submitted 16.01.2024; approved after reviewing 08.02.2024; accepted for publication 08.04.2024.

Информация об авторах:

Василий Викторович Кузнецов — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, vkuznecovniito@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6287-8132>;

Виктор Геннадьевич Процко — доктор медицинских наук, профессор, врач травматолог-ортопед, 89035586679@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5077-2186>;

Саргон Константинович Тамоев — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, Sargonik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8748-0059>;

Станислав Александрович Оснач — врач травматолог-ортопед, stas-osnach@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4943-3440>;

Алексей Витальевич Мазалов — травматолог-ортопед, президент Российской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава RUSFAS, amazalov@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0009-8031-984X>;

Валерий Витальевич Платонов — аспирант, врач травматолог-ортопед, platonov_ortho@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-7135-3972>.

Information about the authors:

Vasily V. Kuznetsov — Candidate of Medical Sciences, Orthopedic Surgeon, vkuznecovniito@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6287-8132>;

Victor G. Protsko — Doctor of Medical Sciences, Professor, 89035586679@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5077-2186>;

Sargon K. Tamoev — Candidate of Medical Sciences, Orthopedic Surgeon, Sargonik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8748-0059>;

Stanislav A. Osnach — Orthopedic Surgeon, stas-osnach@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4943-3440>;

Alexey V. Mazalov — Orthopedic Surgeon, President of the Russian Association of Foot and Ankle Surgeons RUSFAS, amazalov@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0009-8031-984X>;

Valery V. Platonov — Postgraduate student, Orthopedic Surgeon, platonov_ortho@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-7135-3972>.