



Эндопротезирование таранной кости керамическим эндопротезом в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава: клинический случай

В.В. Кузнецов, С.М. Гуди, Л.К. Скуратова, И.А. Пахомов

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»
Минздрава России, г. Новосибирск, Россия

Реферат

Актуальность. Для оперативного лечения пациентов с посттравматическим асептическим некрозом таранной кости и его последствиями обычно используют большеберцово-таранно-пяточный артродез, включающий различные суставы стопы по дополнительным показаниям. Такой вид хирургического лечения, несмотря на свои достоинства, обладает рядом существенных недостатков: высокая травматичность, необратимая потеря движений в функционально значимых суставах, высокий риск несращений и остаточных деформаций, необходимость длительных сроков иммобилизации конечности. Возникает вопрос: как преодолеть существующие недостатки и улучшить результаты лечения пациентов с посттравматическим асептическим некрозом таранной кости? Потенциальным решением данной проблемы является эндопротезирование таранной кости. **Описание клинического случая.** Пациентка 64 лет обратилась в клинику с жалобами на боль и деформацию правой стопы и области голеностопного сустава. После проведенного обследования был диагностирован посттравматический асептический некроз таранной кости. Пациентке было выполнено эндопротезирование таранной кости керамическим эндопротезом в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава, выполнен курс реабилитационного лечения. **Результаты.** Показатели шкал VAS и AOFAS продемонстрировали существенное улучшение как в виде снижения болевых ощущений в 7,5 раз: с 7,5 перед операцией до 1,0 мм, так и улучшение функционального состояния по AOFAS в 2,2 раза: с 36 до 80 баллов через 20 мес. после хирургического вмешательства. К последнему контрольному визиту пациентка могла делать более 8000 шагов в день. **Заключение.** Учитывая хороший клинический результат, эндопротезирование таранной кости керамическим эндопротезом в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава можно считать перспективным методом лечения посттравматического асептического некроза таранной кости.

Ключевые слова: посттравматический асептический некроз таранной кости, эндопротезирование голеностопного сустава, тибиальный компонент, индивидуальный керамический эндопротез.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Кузнецов В.В., Гуди С.М., Скуратова Л.К., Пахомов И.А. Эндопротезирование таранной кости керамическим эндопротезом в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава: клинический случай. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4): <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1638>.

Cite as: Kuznetsov V.V., Gudi S.M., Skuratova L.K., Pakhomov I.A. [Total Talar Replacement with Ceramic Implant in Combination with the Tibial Component of the Ankle Endoprosthesis: a Case Report]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4): (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1638>.

Кузнецов Василий Викторович / *Vasilii V. Kuznetsov*; e-mail: vkuznecovniito@gmail.com

Рукопись получена: 02.07.2021. Рукопись одобрена: 13.09.2021. Статья опубликована онлайн: 22.11.2021.
Submitted: 02.07.2021. Accepted: 13.09.2021. Published Online: 22.11.2021.



Total Talar Replacement with Ceramic Implant in Combination with the Tibial Component of the Ankle Endoprosthesis: a Case Report

Vasilii V. Kuznetsov, Sergei M. Gudi, Liliya K. Skuratova,
Igor A. Pakhomov

*Tsviyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics,
Novosibirsk, Russia*

Abstract

Background. Surgical treatment of patients with talus posttraumatic aseptic necrosis and its consequences usually includes tibiotalar arthrodesis with various foot joints according to additional indications. This type of surgical treatment has number of significant disadvantages: traumatic surgical technique, permanent loss of movement in functionally significant joints, high risk of non-union, high frequency of residual deformities, the need for long periods of limb immobilization. The question arises: how to overcome the existing disadvantages and improve the results of talus posttraumatic aseptic necrosis treatment? A potential solution to this problem is the total talus endoprosthetics. **Clinical case.** A 64-year-old patient came to the clinic complaining of pain and deformity of the right foot and ankle area. After the examination, talus posttraumatic aseptic necrosis was diagnosed. The patient underwent ankle joint arthroplasty using total talus ceramic endoprosthesis in combination with the tibial component of the ankle joint endoprosthesis, a course of rehabilitation treatment was performed. **Results.** The VAS and AOFAS scales indicators showed a significant improvement both in the pain decrease (from 7.5 points before surgery to 1.0 after), and in the functional state according to AOFAS by 2.2 times (from 36 to 80 points 20 months after surgery). By the last follow-up the patient could take more than 8000 steps a day. **Conclusion.** Considering the good clinical result achieved, the ankle joint arthroplasty using total talus ceramic endoprosthesis in combination with the tibial component of the ankle joint endoprosthesis can be considered a promising method of treatment of this severe pathology.

Keywords: talus posttraumatic aseptic necrosis, ankle arthroplasty, tibial component, talus, individual ceramic endoprosthesis.

Funding: state budgetary funding.

Введение

Посттравматический асептический некроз таранной кости (ПАНТК) является тяжелым инвалидизирующим заболеванием, приводящим к формированию кист таранной кости, варусной или вальгусной деформации стопы, обезображивающему остеоартрозу голеностопного, подтаранного и шопарова суставов, быстрой инвалидизации пациентов.

Диагностика ПАНТК на ранних стадиях затруднена, пациенты обращаются за помощью на поздних стадиях заболевания, когда консервативное лечение неэффективно. На сегодняшний день общепринятым является хирургическое лечение.

В исторической ретроспективе основным методом лечения ПАНТК считалась астрагалэктомия, рекомендованная в случаях самых тяжелых поражений таранной кости, таких как фрагментация, коллапс, рассасывание, невозможность сохране-

ния суставов, окружающих таранную кость [1]. Безусловно, функциональные исходы этой операции не соответствуют современному уровню ожиданий пациентов и требований ортопедов к исходам оперативного лечения.

В наше время хирургическое лечение пациентов с ПАНТК и его последствиями обычно представлено большеберцово-таранно-пяточным артродезом (БТПА), который дополняется различными реконструктивными вмешательствами по дополнительным показаниям. Такой вид хирургического лечения, несмотря на свои достоинства, обладает рядом существенных недостатков, таких как высокая травматичность, необратимая потеря движений в функционально значимых суставах, высокий риск несращения, большая частота остаточных деформаций, необходимость длительных сроков иммобилизации конечности [2].

Реалиями сегодняшнего дня являются прогресс лечебно-диагностических технологий, воз-

росшая техническая грамотность как врачей, так и пациентов. Перечисленные факторы являются причинами появления у них высоких требований к сохранению и восстановлению утраченных функций конечности в максимально короткие сроки.

Возникает вопрос: каким образом преодолеть существующие недостатки традиционных методов и улучшить результаты лечения пациентов с ПАНТК? Потенциальным решением данной проблемы является эндопротезирование таранной кости (ЭТК). По данным литературы, имплантация индивидуального тотального эндопротеза таранной кости имеет хорошие долгосрочные результаты [3, 4, 5, 6, 7]. Наиболее важными факторами успеха являются достижение конгруэнтности суставных поверхностей, стабильности капсульно-связочного аппарата и сохранение биомеханики таранной кости и окружающих ее суставов.

Поэтому нашей целью было создание индивидуального керамического имплантата таранной кости и использование его в сочетании с тибиальным компонентом для установки имплантата в анатомическое положение и создания подвижного звена с большеберцовой костью. В литературе упоминания о комбинированном ЭТК встречаются довольно редко и носят в основном экспериментальный характер [8].

В представленном клиническом примере мы описываем собственный опыт первого в отечественной клинической практике применения индивидуального керамического эндопротеза таранной кости в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава с формированием незафиксированных сочленений заднего отдела стопы на основе пары трения «керамика-кость» в таранно-ладьевидном, подтаранном суставах и «керамика-полиэтилен» в таранно-большеберцовом суставе.

Описание клинического случая

Анамнез

В клинику ортопедии ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна обратилась пациентка 64 лет с жалобами на боли и деформацию заднего отдела правой стопы, хромоту. В 2008 г. по поводу перелома Maisonneuve пациентка получала консервативное лечение с плохим результатом. В связи с этим в 2009 г. ей проводили попытку артродеза заднего отдела стопы в аппарате внешней фиксации, не увенчавшаяся успехом. Через 5 лет произошли резкое ухудшение состояния, усиление отека, боли, быстрое прогрессирование деформации стопы (рис. 1).

Предоперационное обследование

Лучевые методы обследования (рентгенография, МРТ, МСКТ голеностопного сустава) показали несомненные признаки ПАНТК и его осложнений в виде коллапса таранной кости, множественных кист большеберцовой, таранной, пяточной костей и т.д. (рис. 2, 3, 4).

При углубленной оценке состояния голеностопного сустава отмечен грубый обезображивающий остеоартроз пилона большеберцовой кости, полностью исключающий опору на нее имплантата таранной кости. Было принято решение использовать для восстановления опорности пилона большеберцовой кости тибиальный компонент эндопротеза голеностопного сустава.

На основании клинических находок и данных инструментальных методов обследования установлен диагноз: посттравматический асептический некроз таранной кости; коллапс блока таранной кости; деформирующий остеоартроз большеберцово-таранного, таранно-ладьевидного сустава суставов 3 ст.; анкилоз подтаранного сустава; фиксированная плосковальгусная деформация правой стопы с отведением переднего отдела; посттравматический дегенеративный дистальный межберцовый диастаз.

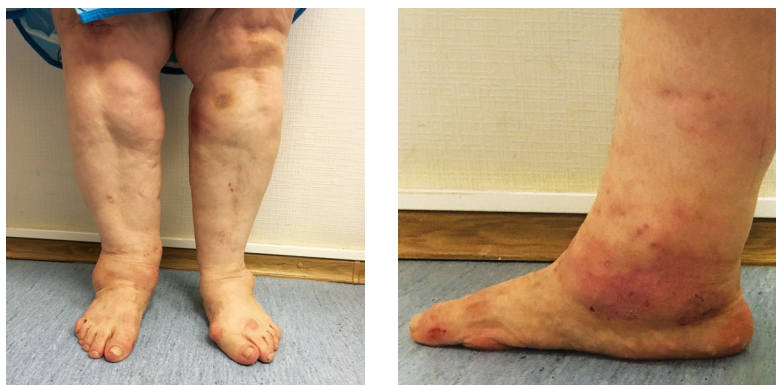


Рис. 1. Пациентка 64 лет: внешний вид нижних конечностей при поступлении
Fig. 1. Patient, 64 years old: appearance of the lower extremities and feet before surgery



Рис. 2. Рентгенограммы голеностопных суставов:

а — рентгенограмма в прямой проекции: посттравматический дегенеративный дистальный межберцовый диастаз, подозрение на грубую вальгусную деформацию области голеностопного сустава, посттравматический деформирующий остеоартроз голеностопного сустава 3 ст.;
 б — рентгенограмма в боковой проекции: коллапс тела таранной кости, свода стопы, деформирующий остеоартроз голеностопного, таранно-ладьевидного суставов 3 ст., анкилоз подтаранного сустава

Fig. 2. X-rays of the ankle joints:

а — AP X-ray: posttraumatic degenerative distal tibial diastasis, suspicion of gross valgus deformity of the ankle area, 3 stage of posttraumatic deforming osteoarthritis of the ankle joint;
 б — X-ray in lateral projection: collapse of the talus body, arch of the foot, 3 stage of deforming osteoarthritis of the ankle, talonavicular joint, ankylosis of the subtalar joint



Рис. 3. МСКТ голеностопных суставов.

Правосторонний крузартроз 3 ст. Правый голеностопный сустав деформирован. Суставные поверхности четкие, неровные, субхондральный остеосклероз суставных поверхностей с кистовидной перестройкой. Суставная щель нитевидно сужена. Исход посттравматического асептического некроза правой таранной кости

Fig. 3. MSCT of the ankle joints.

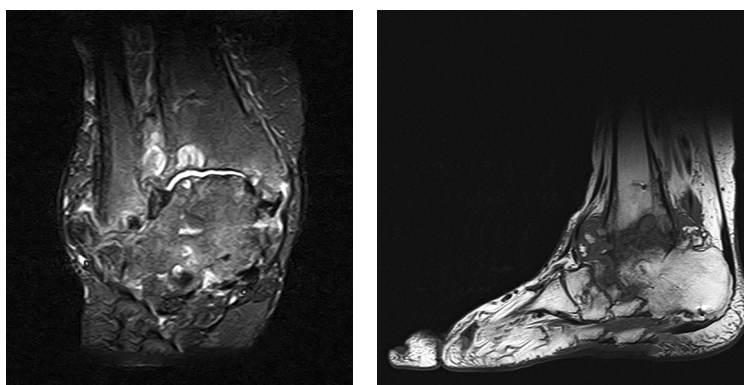
Right-sided 3 stage osteoarthritis of the ankle joint. The right ankle joint is deformed. Articular surfaces are clear, uneven, subchondral osteoarthritis of articular surfaces with cyst-like rearrangement. The articular gap is threadlike narrowed. Outcome of posttraumatic aseptic necrosis of the right talus

Рис. 4. МРТ голеностопного сустава.

Выраженный отек губчатого вещества тела таранной кости, множественные кисты костей заднего отдела стопы, выраженная параартикулярная воспалительная реакция тканей

Fig. 4. MRI of the ankle joint.

Pronounced swelling of the spongy substance of the talus body, multiple bone cysts of the posterior part of the foot, pronounced paraarticular inflammatory reaction of tissues



Предоперационное планирование

На основании поставленного диагноза сформулированы показания к хирургическому лечению — эндопротезированию таранной кости и пилона большеберцовой кости, свинчиванию дистального межберцового синдесмоза.

Для осуществления предоперационного плана потребовалось изготовление индивидуально-го эндопротеза таранной кости. Для этого была выполнена КТ пораженной и здоровой таранных костей, результаты которой были переданы на научно-производственную базу, где были использованы для изготовления керамического эндопротеза на основе цифрового построения зеркальной 3D-модели здоровой таранной кости.

Готовый трансплантат в производственном отделе был подвергнут механо-прочностным испытаниям, показавшим удовлетворительные характеристики его прочности. Таким образом, с помощью цифровых технологий была создана 3D-модель, послужившая виртуальным шаблоном для изготовления индивидуального керамического эндопротеза таранной кости.

В до- и послеоперационном периодах проводилась оценка уровня болевого синдрома и функционального состояния по шкалам VAS и AOFAS (шкала Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава) [9, 10, 11].

Техника операции

После премедикации в условиях чистой операционной, под спинномозговой анестезией, в положении больного на спине с валиком под больной ногой был выполнен передний доступ к голеностопному суставу, затем капсулотомия голеностопного сустава. Клиническая проба продемонстрировала нестабильность дистального межберцового синдесмоза, что явилось показа-

нием к удалению интерпонирующих рубцов, редукции малоберцовой кости в вырезку большеберцовой кости и свинчиванию болтом-стяжкой. Выполнена пластика растянутых передней межберцовой и передней таранно-малоберцовой связок местными тканями. Интраоперационно был отмечен костный анкилоз в подтаранном суставе. Пораженная таранная кость была полностью удалена методом фрагментирования. Ориентиром для удаления таранной кости послужили остатки суставной щели подтаранного сустава, заполненные фрагментами суставного хряща, костной и рубцовой тканей. Патологически измененные ткани вместе с гипертрофированной синовиальной оболочкой были направлены на гистологическое исследование, которое показало необратимые дегенеративные изменения суставных поверхностей (рис. 5). Попытка имплантации ЭТК не удалась из-за грубой деформации пилона большеберцовой кости.

Далее, согласно предоперационному плану, был установлен тибиаальный компонент эндопротеза голеностопного сустава. Размеры тибиаального компонента и вкладыша были заранее рассчитаны и соответствовали интраоперационным измерениям. После установки тибиаального компонента и полиэтиленового вкладыша без технических сложностей установлен керамический индивидуальный эндопротез таранной кости. После установки имплантата отмечены коррекция деформации, натяжение связочного аппарата, восстановление почти полного объема движений в голеностопном суставе (рис. 6). На этом основной этап хирургического вмешательства был закончен, произведено послойное ушивание раны. Дренаж раны активным дренажом на одни сутки, наложена асептическая повязка, временная иммобилизация глубокой задней гипсовой шиной.

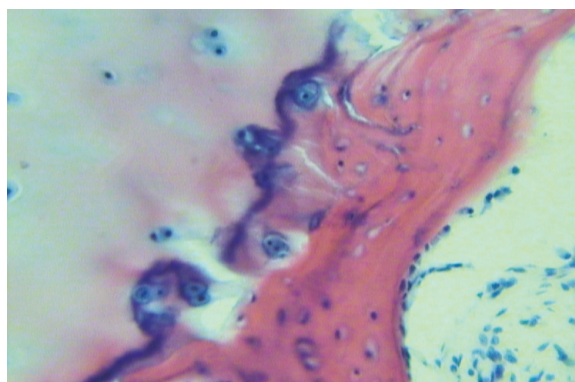


Рис. 5. Зона некроза блока таранной кости: разрушение базофильной линии, внедрение процесса некроза в хрящевую ткань.

Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×200

Fig. 5. The zone of necrosis of the talus block: destruction of the basophilic line, introduction of the necrosis process into cartilage tissue.

Stained with hematoxylin and eosin. Mag. ×200

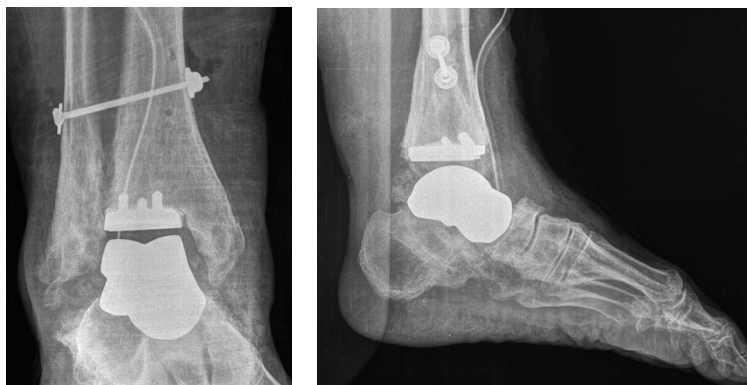


Рис. 6. Интраоперационные рентгенограммы голеностопного сустава в прямой и боковой проекциях: визуализируется наличие имплантата таранной кости, тиббиальный компонент эндопротеза голеностопного сустава, болт-стяжка. Восстановление контуров голеностопного сустава и стопы
Fig. 6. Intraoperative X-rays of the ankle joint in the AP and lateral projections: the presence of a talus implant, a tibial component of the ankle joint endoprosthesis, syndesmosis screw is visualized. Restoration of the ankle joint and foot contours

Послеоперационный период

В послеоперационном периоде проводили перевязки. Дренаж удален на следующий день. Иммобилизацию осуществляли съемным жестким ортезом. Пациентка была обучена ходьбе с костылями без опоры на оперированную нижнюю конечность сроком на 4 нед., проводилось медикаментозное лечение. Иммобилизация и антикоагулянтная терапия прекращены в запланированные сроки. Через 4 нед. пациентка начала нагрузку на оперированную ногу с использованием костылей и постепенным отказом от них в течение месяца. После прекращения иммобилизации разрешена дозированная нагрузка на ногу, проведены массаж, физиолечение, кинезиотерапия, лечебная физкультура.

Результаты

Показатели шкал VAS и AOFAS продемонстрировали существенное улучшение как в виде снижения

болевых ощущений в 7,5 раз: с 7,5 мм перед операцией до 1,0 мм, так и улучшение функционального состояния по AOFAS в 2,2 раза: с 36 до 80 баллов через 20 мес. после хирургического вмешательства. К последнему контрольному визиту пациентка могла делать более 8000 шагов в день.

У пациентки сохранялся отек оперированной нижней конечности в течение 3 мес. после операции, значительно уменьшающийся за ночь. Контрольная рентгенография показала отсутствие признаков нестабильности, сохранение хорошей анатомической позиции имплантата таранной кости и тиббиального компонента эндопротеза голеностопного сустава. Суммарный объем пассивных и активных движений в голеностопном суставе на момент последнего контрольного осмотра равен 28°, из них тыльная флексия — 12° подошвенная флексия — 16°, что можно охарактеризовать как приемлемый результат по сравнению с нормальным объемом движений в суставе (рис. 7, 8).

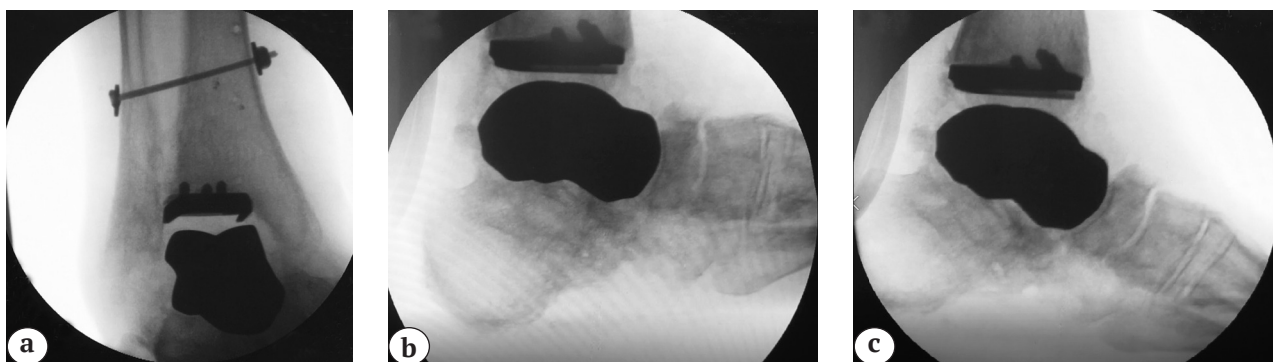


Рис. 7. Контрольные рентгенограммы голеностопного сустава через 20 мес. после операции: а — на рентгенограмме в прямой проекции отмечается хорошее стояние металлоконструкций, сохранение контуров голеностопного сустава; б, с — функциональные рентгенограммы в боковой проекции при тыльном и подошвенном сгибании стопы: хорошее стояние компонентов эндопротезов, суммарный объем движений 28°

Fig. 7. Control X-rays of the ankle joint 20 months after surgery: а — on the X-rays in the AP projection, good position of hardware is noted, preservation of the contours of the ankle joint; б, с — functional X-rays in the lateral projection of the plantar and dorsal flexion: good position of the endoprosthesis components is noted, total ROM is 28°



Рис. 8. Внешний вид нижней конечности пациентки: коррекция деформации, увеличение свода стопы

Fig. 8. Photo of the lower limb: correction of deformation, an increase in the arch of the foot

Обсуждение

По мере накопления клинического материала мы убедились в необходимости перехода от БТПА к более современным щадящим методам лечения. Анализ современной литературы показал предпочтительность эндопротезирования таранной кости [12]. Метод известен с середины XX в., но результаты эндопротезирования таранной кости в то время были спорными в связи с отсутствием специализированного инструментария, технических недостатков имплантов, разноречивости показаний к хирургическому лечению и т.д. Однако с течением времени эндопротезы таранной кости совершенствовались, и на сегодняшний день это направление характеризуется активным развитием [13, 14]. Безусловно, БТПА является радикальным хирургическим вмешательством, эффективность которого подтверждена многолетней хирургической практикой во всем мире, особенно у молодых и активных пациентов. Тем не менее, нет нужды в очередной раз перечислять многочисленные и непреодолимые недостатки БТПА.

Степень и распространенность поражения тела таранной кости и голеностопного сустава часто не позволяют выполнить эндопротезирование голеностопного сустава. Фрагментация, наличие огромных кист, коллапс тела и другие поражения являются причинами этого феномена [15]. Сомнительна жизнеспособность настолько большого массива костной ткани, как тело таранной кости. Следует отметить крайне низкий потенциал к сращению у скрепляемых костей даже в условиях стабильной фиксации и при использовании массивных костных аутоотрансплантатов, что является самостоятельной проблемой в ортопедии и травматологии [16]. Все перечисленное ставит перед профессиональным сообществом вопрос: как снизить травматичность вмешательства и улучшить его результаты? Ответ дает анализ публикаций — все большей популярностью пользуется ЭТК.

Интересный факт: в начале 50–60-х гг. XX в. эта технология была разработана в Японии для облегчения проведения чайной церемонии

у пациентов с тяжелыми крузартрозами. При этом ее эффективность оказалась настолько высокой, что в наше время операция проводится как во всем Азиатско-Тихоокеанском регионе, так и в экономически развитых странах мира [17]. Не были решены вопросы: из какого материала должен быть изготовлен имплантат, какими обладать качествами, какая позиция в отношении к окружающим таранную кость суставам. Эволюция эндопротеза таранной кости прошла сложный путь. В качестве материала предлагались титан-ванадиевые и кобальт-хромовые сплавы, керамика и т.д. Предлагались различные конструкции таранной кости, а именно эндопротезы блока с сохранением головки, тотальные эндопротезы, включая ладьевидную кость [18]. На сегодняшний день оптимальной конструкцией считается тотальный эндопротез таранной кости, при этом дискуссия о материалах продолжается [19].

Не утихают споры о способе осуществления взаимодействия эндопротеза таранной кости с таранно-ладьевидной и подтаранной суставными поверхностями. Предлагались различные технологии винтовой фиксации, монолитные и адаптируемые ножки для фиксации этих суставов, разные способы обработки контактирующих поверхностей (полируемые, неполируемые). В наше время создание конгруэнтной поверхности с перечисленными суставами и их прецизионная полировка создают компенсацию взаимодействия на границе «эндопротез таранной кость–хрящ» [30]. Это подтверждается и нашим наблюдением.

Заключение

Несмотря на единичное наблюдение, результат эндопротезирования таранной кости можно считать обнадеживающим. При дальнейшем совершенствовании этот метод может заменить большеберцово-таранно-пяточный артродез. При планировании эндопротезирования таранной кости необходимо оценивать степень поражения пилона большеберцовой кости для постановки показаний к его эндопротезированию. Использование

эндопротезирования пилона большеберцовой кости позволяет имплантировать эндопротез таранной кости в анатомическое положение, создать условия для благоприятного функционирования имплантата таранной кости, что позволит улучшить результаты лечения пациентов с ПАНТК.

Информированное согласие

Пациентка дала добровольное информированное письменное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Литература [References]

- Lampert C. [Ankle joint prosthesis for bone defects]. *Orthopade*. 2011;40(11):978-983. (In German). doi: 10.1007/s00132-011-1826-2.
- Cohen M.M., 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.
- 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.
- Gadkari K.P., Anderson J.G., Bohay D.R., Maskill J.D., Padley M.A., Behrend L.A. An Eleven-Year Follow-up of a Custom Talar Prosthesis After Open Talar Extrusion in an Adolescent Patient: A Case Report. *JBJS Case Connect*. 2013;3(4):e118. doi: 10.2106/JBJS.CC.L.00331.
- Harnroongroj T., Harnroongroj T. The Talar Body Prosthesis: Results at Ten to Thirty-six Years of Follow-up. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(14):1211-1218. doi: 10.2106/JBJS.M.00377.
- Harnroongroj T., Vanadurongwan V. The talar body prosthesis. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79(9):1313-1322. doi: 10.2106/00004623-199709000-00005.
- Taniguchi A., Takakura Y., Tanaka Y., Kurokawa H., Tomiwa K., Matsuda T. et al. An Alumina Ceramic Total Talar Prosthesis for Osteonecrosis of the Talus. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(16):1348-1353. doi: 10.2106/JBJS.N.01272.
- Regauer M., Lange M., Soldan K., Peyerl S., Baumbach S., Böcker W. et al. Development of an internally braced prosthesis for total talus replacement. *World J Orthop*. 2017;8(3):221-228. doi: 10.5312/wjo.v8.i3.221.
- Bijur P.E., Silver W., Gallagher E.J. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med*. 2001;8(12):1153-1157. doi: 10.1111/j.1553-2712.2001.tb01132.x.
- Kitaoka H.B., Alexander I.J., Adelaar R.S., Nunley J.A., Myerson M.S., 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.
- Ibrahim T., Beiri A., Azzabi M., Best A.J., Taylor G.J., Menon D.K. Reliability and validity of the subjective component of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society clinical rating scales. *J Foot Ankle Surg*. 2007;46(2):65-74. doi: 10.1053/j.jfas.2006.12.002.
- Rodrigues-Pinto R., Muras J., Martín Oliva X., Amado P. Total ankle replacement in patients under the age of 50. Should the indications be revised? *Foot Ankle Surg*. 2013;19(4):229-233. doi: 10.1016/j.jfas.2013.05.004.
- Taniguchi A., Takakura Y., Sugimoto K., Hayashi K., Ouchi K., Kumai T. et al. The use of a ceramic talar body prosthesis in patients with aseptic necrosis of the talus. *J Bone Joint Surg Br*. 2012;94(11):1529-1533. doi: 10.1302/0301-620X.94B11.29543.
- Morash J., Walton D.M., Glazebrook M. Ankle Arthrodesis Versus Total Ankle Arthroplasty. *Foot Ankle Clin*. 2017;22(2):251-266. doi: 10.1016/j.fcl.2017.01.013.
- Giannini S., Cadossi M., Mazzotti A., Ramponi L., Belvedere C., Leardini A. Custom-Made Total Talonavicular Replacement in a Professional Rock Climber. *J Foot Ankle Surg*. 2016;55(6):1271-1275. doi: 10.1053/j.jfas.2015.04.012.
- Gross C.E., Sershon R.A., Frank J.M., Easley M.E., Holmes G.B. Jr. Treatment of Osteonecrosis of the Talus. *JBJS Rev*. 2016;4(7):e2. doi: 10.2106/JBJS.RVW.15.00087.
- Shnol H., LaPorta G.A.. 3D Printed Total Talar Replacement: A Promising Treatment Option for Advanced Arthritis, Avascular Osteonecrosis, and Osteomyelitis of the Ankle. *Clin Podiatr Med Surg*. 2018;35(4):403-422. doi: 10.1016/j.cpm.2018.06.002.
- Tsukamoto S., Tanaka Y., Maegawa N., Shinohara Y., Taniguchi A., Kumai T. et al. Total talar replacement following collapse of the talar body as a complication of total ankle arthroplasty: a case report. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(11):2115-2120. doi: 10.2106/JBJS.I.01005.
- Stevens B.W., Dolan C.M., Anderson J.G., Bukrey C.D. 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.
- Takakura Y., Tanaka Y., Kumai T., Sugimoto K., Ohgushi H. Ankle arthroplasty using three generations of metal and ceramic prostheses. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(424):130-136. doi: 10.1097/01.blo.0000131246.79993.ec.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кузнецов Василий Викторович — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия, e-mail: vkuznecovniito@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-6287-8132>

AUTHORS' INFORMATION:

Vasilii V. Kuznetsov — Cand. Sci. (Med.), Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russia e-mail: vkuznecovniito@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-6287-8132>

Гуди Сергей Михайлович — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия
e-mail: smgudinsk@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1851-5566>

Скуратова Лилия Константиновна — врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия
e-mail: lilipetrov@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3736-3270>

Пахомов Игорь Анатольевич — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, руководитель функциональной группы патологии стопы и голеностопного сустава, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия
e-mail: pahomovigor@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1501-0677>

Sergei M. Gudi — Cand. Sci. (Med.), Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russia
e-mail: smgudinsk@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1851-5566>

Liliya K. Skuratova — Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russia
e-mail: lilipetrov@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3736-3270>

Igor A. Pakhomov — Dr. Sci. (Med.), Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russia
e-mail: pahomovigor@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1501-0677>

Заявленный вклад авторов

Кузнецов В.В. — разработка концепции и дизайна индивидуального имплантата, оперативное лечение пациента, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

Гуди С.М. — сбор и обработка материала.

Скуратова Л.К. — сбор и обработка материала.

Пахомов И.А. — разработка концепции и дизайна индивидуального имплантата, оперативное лечение пациента, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.