

ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЗАДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)

Губарь И.Е.,
Леонова С.Н.,
Усольцев И.В.

ФГБНУ «Иркутский научный центр
хирургии и травматологии»
(664003, г. Иркутск, ул. Борцов
Революции, 1, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Усольцев Иван Владимирович,
e-mail: ivu38@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. Изучение результатов оперативного лечения посттравматических деформаций заднего отдела стопы с использованием артродеза таранно-пяточного сустава позволило выявить возникновение наиболее часто встречающегося неблагоприятного исхода в виде недостаточной или избыточной коррекции деформации, связанного с размерами трансплантата.

Цель исследования. Продемонстрировать результат использования нового способа хирургической коррекции посттравматической вальгусной деформации заднего отдела стопы с применением предоперационного планирования и 3D-моделирования костного трансплантата.

Материалы и методы. В статье представлен случай успешного применения у пациентки с посттравматической вальгусной деформацией заднего отдела стопы нового хирургического способа коррекции деформации (патент РФ № 2845525), включающего проведение предоперационного планирования с предварительным созданием модели костного трансплантата необходимой формы и величины и точным расчетом расположения ориентира для оптимального проведения фиксирующих винтов по данным функциональной мультиспиральной компьютерной томографии.

Результаты и их обсуждение. По разработанному плану пациентке был выполнен артродез таранно-пяточного сустава с импакцией в его полость заранее изготовленного по созданной модели аллотрансплантата и фиксацией его винтами в заданном направлении. В результате применения предложенного способа удалось полностью устранить вальгусную деформацию заднего отдела стопы, купировать болевой синдром, восстановить функцию стопы, предупредить потерю коррекции и развитие рецидива деформации, снизить риск инфекционных осложнений. Достижение хорошего клинического и функционального результата было обусловлено использованием новых подходов и технических решений на этапах предоперационного планирования и оперативной коррекции.

Выводы. Проведение предоперационного планирования с использованием функциональной мультиспиральной компьютерной томографии деформированной стопы, включающего создание модели костного трансплантата и расчет расположения ориентира для оптимального проведения фиксирующих винтов, дало возможность заранее изготовить соответствующий модели трансплантат из аллокости, выполнить необходимую коррекцию деформации заднего отдела стопы, достигнуть прочной фиксации трансплантата между пяточной и таранной костями.

Ключевые слова: деформация заднего отдела стопы, предоперационное планирование, МСКТ-моделирование трансплантата

Статья поступила: 06.05.2025
Статья принята: 27.11.2025
Статья опубликована: 25.12.2025

Для цитирования: Губарь И.Е., Леонова С.Н., Усольцев И.В. Хирургическая коррекция вальгусной деформации заднего отдела стопы (клинический случай). *Acta biomechanica scientifica*. 2025; 10(6): 167-177. doi: 10.29413/ABS.2025-10.6.18

SURGICAL CORRECTION OF HINDFOOT VALGUS DEFORMITY (CLINICAL CASE)

**Gubar I.E.,
Leonova S.N.,
Usoltsev I.V.**

Irkutsk Scientific Centre of Surgery and
Traumatology (Bortsov Revolyutsii str. 1,
Irkutsk 664003, Russian Federation)

Corresponding author:
Ivan V. Usoltsev,
e-mail: ivu38@mail.ru

RESUME

Introduction. A study of the results of surgical treatment for post-traumatic hindfoot deformities using talocalcaneal joint fusion has shown that the most common complication is an insufficient or excessive correction of the deformity, which is associated with the size of the graft.

The aim of the study is to demonstrate the result of using a new method for surgical correction of post-traumatic valgus hindfoot deformity, using preoperative planning and 3D modeling for bone grafting.

Materials and methods. The article discusses a case of successful use of a new surgical method for correcting deformities in a patient with posttraumatic valgus deformation of the hindfoot (patent No 2845525). The method includes preoperative planning which includes creating a bone graft model with the required shape and size, and accurate calculation of the location of landmarks for optimal placement of fixing screws based on functional multispiral computed tomography data.

Results and discussion. The patient underwent arthrodesis of the talocalcaneal joint using a prefabricated allograft according to the created model. The allograft was installed in the joint cavity and fixed with screws in a given direction. The use of the proposed method made it possible to completely eliminate valgus deformity of the hindfoot, relieve pain, restore foot function, and prevent the loss of correction and development of deformity relapse. It also reduced the risk of infectious complications. Achieving a good clinical and functional result was made possible by using new approaches and technical solutions at the stages of preoperative planning and surgical correction.

Conclusions. Before surgery, it is necessary to perform a CT scan of the foot, create a model of the bone graft, and determine where the screws will be placed. This allows us to prepare a bone allograft in advance to correct the hindfoot deformity, which is then firmly secured between the talus and tibia.

Keywords: hindfoot deformity, preoperative planning, transplant modeling using MSCT

Received: 06.05.2025
Accepted: 27.11.2025
Published: 25.12.2025

For citation: Gubar I.E., Leonova S.N., Usoltsev I.V. Surgical correction of hindfoot valgus deformity (clinical case). *Acta biomedica scientifica*. 2025; 10(6): 167-177. doi: 10.29413/ABS.2025-10.6.18

ВВЕДЕНИЕ

Посттравматическая вальгусная деформация заднего отдела стопы (ЗОС) является одним из видов деформаций, возникающих в основном после переломов пяточной кости. Деформация может сопровождаться деформирующим артрозом таранно-пяточного сустава, являющимся следствием внутрисуставных переломов пяточной кости, частота которых достигает 60–75 % [1–4]. Сочетание деформации ЗОС и деформирующего артроза существенно снижает качество жизни пациента [5, 6], что связано с нарушением функции стопы, проблемами с подбором обуви, наличием стойкого болевого синдрома.

При оперативной коррекции вальгусной деформации ЗОС широко применяют артродезирование таранно-пяточного сустава с аугментацией в его полость трансплантата из ауто-, алло-, или ксенокости [7–11], что способствует восстановлению оптимальных параметров углов деформации и лечению деформирующего артроза. Внедрение трансплантата с наружной поверхности стопы в зону таранно-пяточного сустава позволяет увеличить расстояние между пяточной и таранной костью, исправить вальгусное отклонение пяточной кости от оси большеберцовой кости и привести к нормальным значениям величину большеберцово-пяточного угла, тем самым устранить деформацию ЗОС.

Изучение литературных источников, касающихся результатов оперативного лечения посттравматических деформаций ЗОС с использованием артродеза таранно-пяточного сустава и трансплантата, позволило получить сведения о возникновении таких неблагоприятных исходов как недостаточная или гиперкоррекция деформации и, как следствие, сохранение болевого синдрома, хромоты [9, 12, 13], несостоятельность артродеза в связи с неадекватной фиксацией [13, 14], болезнь донорского места при аутооттрансплантации [15], развитие раневой инфекции [10, 11, 16, 17]. Имеются данные, что недостаточная или избыточная коррекция деформации ЗОС встречаются чаще других неудач и могут достигать 51 % случаев [13], а причинами их возникновения является использование трансплантатов малого размера или превышающего необходимый [12, 18]. В разработанных отечественными учеными способах исправления деформации ЗОС, включающих выполнение артродеза таранно-пяточного сустава с костной трансплантацией не проводятся расчеты необходимой величины костного трансплантата для конкретного пациента, которые позволили бы изготовить «оптимальный» по размеру и форме трансплантат [19–21].

Для достижения положительного результата оперативной коррекции посттравматической вальгусной деформации ЗОС и предотвращения неблагоприятных исходов важным, на наш взгляд, является выполнение предоперационного планирования с расчетом необходимой величины костного трансплантата, а также его прочной фиксации между пяточной и таранной костями.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Продемонстрировать результат использования нового способа хирургической коррекции посттравматической вальгусной деформации заднего отдела стопы с применением предоперационного планирования и 3D-моделирования костного трансплантата.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Пациентка С, 51 года, история болезни № 3426/23, была госпитализирована в клинику ИНЦХТ на оперативное лечение с диагнозом: посттравматическая вальгусная деформация заднего отдела правой стопы. Деформирующий артроз таранно-пяточного сустава 3 стадии, болевой синдром. Пациентка подписала информированное согласие на использование и публикацию ее данных.

Из анамнеза: 28 января 2023 года в результате падения с крыши получила открытый перелом правой пяточной кости со смещением. В ЛПУ по месту жительства выполнена первичная хирургическая обработка раны, гипсовая иммобилизация. Рана зажила первичным натяжением, гипс снят через 4 недели, разрешена ходьба. Со временем появилась боль в стопе, усиливающаяся при ходьбе и ношении обуви. Пациентка заметила деформацию пятки и «стаптывание» обуви с внутренней поверхности правой стопы. При осмотре определялась вальгусная деформация пяточной кости правой стопы, видимое отклонение пяточной кости кнаружи (рис. 1).

При активных и пассивных движениях стопы – боль в проекции таранно-пяточного сустава с наружной стороны стопы. По шкале ВАШ болевой синдром оценен в 6 баллов. Функциональное состояние стопы по шкале AOFAS составило 54 балла.



РИС. 1.
Пациентка С. Данные осмотра обеих стоп до операции (вид сзади)

FIG. 1.
Patient C. View of the feet before surgery (posterior view)

Для определения наличия деформации и состояния таранной и пяточной кости было проведено стандартное рентгенологическое исследование стоп в боковой и аксиальной проекции (рис. 2, 3).

Этап предоперационного планирования

Перед операцией пациентке была выполнена функциональная мультиспиральная компьютерная томография (фМСКТ) деформированной правой стопы от подошвенной поверхности до дистальной трети голени с имитацией статической нагрузки давлением опорной площадки на подошвы стоп. МСКТ исследование позволило подтвердить наличие у пациентки вальгусной деформации заднего отдела стопы, деформирующего артроза таранно-пяточного сустава, что обуславливало выбор оперативного метода, включающего выполнение артродеза таранно-пяточного сустава с применением костного трансплантата и фиксацией его винтами.

Для полноценного устранения вальгусной деформации заднего отдела стопы по данным МСКТ создавали модель необходимого костного трансплантата и производили расчет расположения ориентира для оптимального проведения фиксирующих винтов.

Полученные томограммы загружались в программу для 3D моделирования, где выполняли реконструкцию целостной модели деформированной стопы (1) с дистальной третью голени (2), и отдельных моделей таранной (3) и пяточной (4) костей (рис. 4). Все модели сохраняли отдельными файлами и загружали в программу, позволяющую выполнить взаимное перемещение отдельных моделей костей.

Сопоставляли отдельные модели таранной (3) и пяточной (4) костей с аналогичными костями в целостной модели стопы. На полученном изображении в сагитальной плоскости прорисовывали анатомическую ось (5) таранной кости (3) и ось (7) первой плюсневой кости (6) и определяли величину таранно-первоплюсневового угла (8), которая исходно превышала норму и составляла 22 градуса (рис. 5).

Во фронтальной плоскости прорисовывали ось (9) пяточной кости (4) и ось (11) большеберцовой кости (10), и измеряли величину большеберцово-пяточного угла (12), равную 15 градусам (рис. 6), что превосходило референтную норму и объективно подтверждало наличие у пациентки вальгусной деформации правой стопы.



РИС. 2.

Пациентка С. Данные рентгенографии до операции (боковая проекция)

FIG. 2.

Patient C. X-ray images before surgery (lateral projection)



РИС. 3.

Пациентка С. Данные рентгенографии до операции (аксиальная проекция)

FIG. 3.

Patient C. X-ray images before surgery (axial projection)

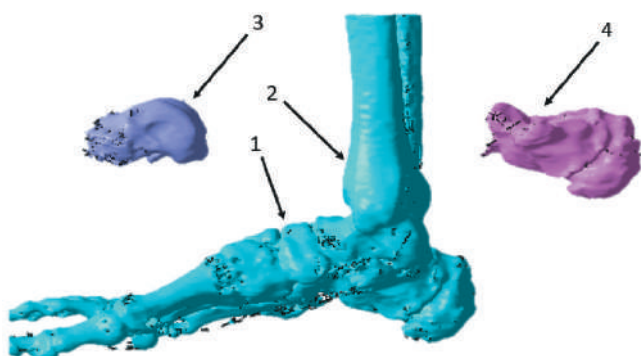


РИС. 4.

Пациентка С. Изображение целостной 3D модели стопы с дистальной третью голени и отдельных моделей костей стопы на МС томограмме: 1 – целостная модель деформированной стопы; 2 – дистальная треть голени; 3 – таранная кость; 4 – пяточная кость.

FIG. 4.

Patient C. The MS tomogram of the foot and ankle: 1 – The whole 3D model of a deformed foot; 2 – The ankle; 3 – The talus; 4 – The calcaneus.

Затем изменяли взаимное расположение отдельных моделей таранной и пяточной костей таким образом, чтобы значения исследуемых углов деформации заднего отдела стопы (8 и 12) соответствовали референтной норме, удаляли изображение целостной модели стопы и голени (1 и 2), оставляя полученное изображение отдельных моделей таранной (3) и пяточной (4) костей. В полости между таранной (3) и пяточной (4) костями в области задней фасетки таранно-пяточного сустава прорисовывали геометрическую фигуру (13) с четырьмя прямоугольными сторонами и двумя сторонами трапецевидной формы так, чтобы контуры фигуры по высоте точно соответствовали высоте полости (рис. 7).

После этого изображение фигуры сохраняли отдельным файлом, при этом, для предотвращения потери коррекции деформации увеличивали высоту наружной стороны фигуры на 6 мм, отмечали новые контуры фигуры и получали МСКТ модель необходимого трансплантата (14) со сторонами: наружной (А), внутренней (Б), нижней (В), верхней (Г), передней (Д) и задней (Е) (рис. 8). До операции изготавливали трансплантат из аллокости по форме и величине соответствующей его МСКТ модели.

Следующим этапом на МС томограмме целостной модели стопы и голени во фронтальной плоскости

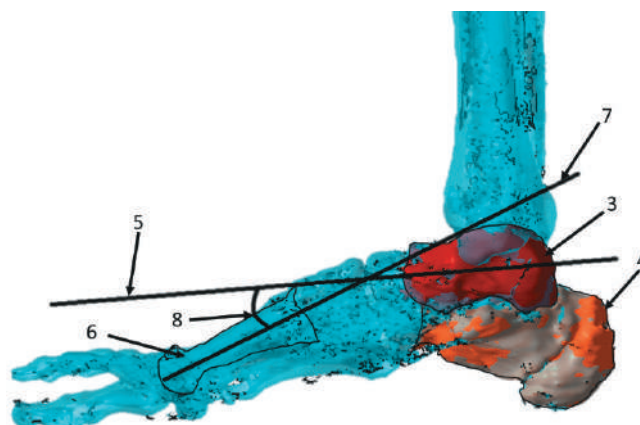


РИС. 5.

Пациентка С. Схема разметки таранно-первоплюсневового угла в сагиттальной плоскости на МС томограмме: 5 – анатомическая ось таранной кости; 6 – первая плюсневая кость; 7 – анатомическая ось первой плюсневой кости; 8 – таранно-первоплюсневый угол.

FIG. 5.

Patient C. Talo-I metatarsal angle measurement on MS Tomogram: 5 – The anatomical axis of the talus; 6 – The first metatarsal bone; 7 – Anatomical axis of the first metatarsal; 8 – Talo-I metatarsal angle.

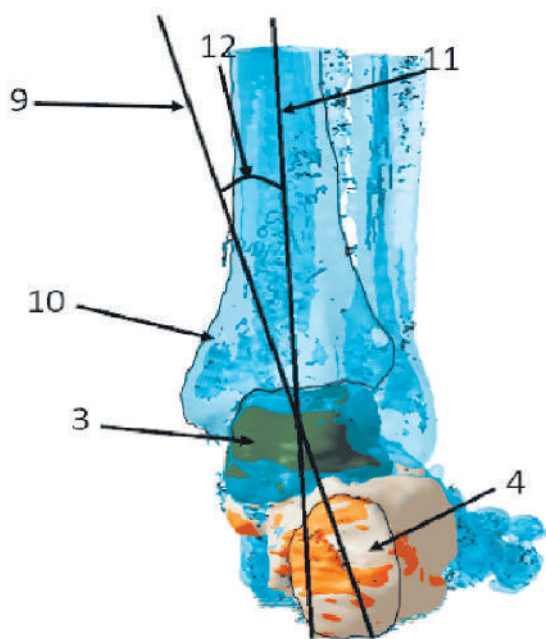


РИС. 6.

Пациентка С. Схема разметки большеберцово-пяточного угла в фронтальной плоскости на МС томограмме: 9 – анатомическая ось пяточной кости; 4 – большеберцовая кость; 11 – анатомическая ось большеберцовой кости; 12 – большеберцово-пяточный угол.

FIG. 6.

Patient C. Measurement of the tibio-calcaneal angle on a MS tomogram on the frontal plane: 9 – Anatomical axis of the calcaneus; 10 – Tibia; 11 – Anatomical axis of the tibia; 12 – Tibio-calcaneal angle.

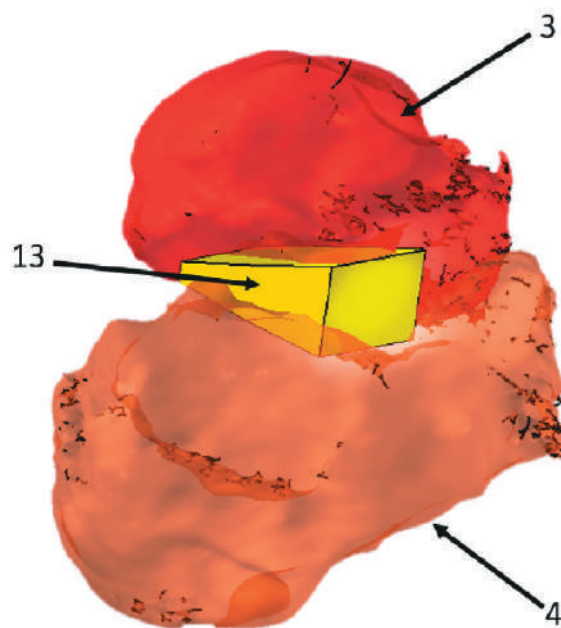


РИС. 7.

Пациентка С. Схема изображения геометрической фигуры между таранной и пяточной костями в области задней фасетки таранно-пяточного сустава на МС томограмме: 3 – таранная кость; 4 – пяточная кость; 13 – геометрическая фигура.

FIG. 7.

Patient C. The scheme of geometric figure between the talus and calcaneus in the area of the posterior facet of the talocalcaneal joint on the MS tomogram: 3 – the talus; 4 – the calcaneus; 13 – geometric figure.

проводили первую линию (16) в зоне голеностопного сустава (15), отступали от нее вниз 1,5 см и параллельно ей проводили вторую линию (17), на которой отмечали первую точку (18) на середине ширины таранной кости (3), являющуюся ориентиром для оптимального проведения фиксирующих винтов. На пересечении второй линии (17) с наружной границей сухожилия передней большеберцовой мышцы (19) отмечали вторую точку (20). Измеряли расстояние от первой (18) до второй (20) точки для точного определения на операционном столе середины ширины таранной кости (рис. 9).

Этап оперативной коррекции деформации

После проведения этапа планирования 10 октября 2023 года приступили к оперативному устранению деформации заднего отдела стопы, для чего выполнили доступ по наружной поверхности стопы к таранно-пяточному суставу. При помощи дистрактора Хинтермана развели таранную и пяточную кости, в области задней фасетки таранно-пяточного сустава произвели резекцию суставных поверхностей таранной и пяточной костей на глубину не более 2 мм, после чего установили дистрактор в таком положении, чтобы расстояние между таранной и пяточной костью по наружному краю стопы было равно высоте наружной стороны (А) трансплантата плюс 2 мм. В полость таранно-пяточного сустава импактировали заранее изготовленный по МСКТ-модели (14) трансплантат из аллокости.

После удаления дистрактора перешли к фиксации трансплантата, предварительно выполнив наружную разметку. На коже по передней поверхности конечности провели две параллельные линии: первую (16) в проекции голеностопного сустава (15), вторую (17) – отступив дистально на 1,5 см. На второй линии (17) снаружи от наружной границы сухожилия передней большеберцовой мышцы (19) отмерили измеренное по МС томограмме расстояние 1,7 см (между точками 18 и 20) и отметили точку (18), которая находится в проекции середины ширины таранной кости (рис. 10).

Затем в сагиттальной плоскости провели параллельно две спицы через пяточную кость, трансплантат, таранную кость до ее внутренней кортикальной пластинки в направлении точки (18) середины ширины таранной кости, после чего по спицам провели два канюлированных винта и прочно зафиксировали трансплантат между пяточной и таранной костями.

Послеоперационный период проходил без осложнений. Гипсовая иммобилизация стопы выполнялась в течение 8 недель, также проводились курсы ЛФК, лимфодренажного массажа. Пациентка в течение года находилась под наблюдением ортопеда и выполняла все рекомендации.

Через 1 год после операции пациентка жалоб не предъявляет, боль в правой стопе не беспокоит, отмечено появление боли только при длительной ходьбе в 1-2 балла по ВАШ. Передвигается с полной нагрузкой на правую стопу, нарушения походки нет. Функциональный результат по AOFAS 83 балла. Клинико-рентгенологическое исследование позволило установить

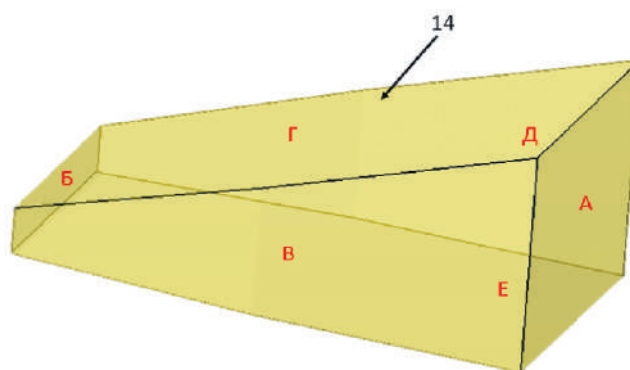


РИС. 8.

Пациентка С. Схема МСКТ модели костного трансплантата с четырьмя прямоугольными сторонами и двумя сторонами трапецевидной формы – геометрическая фигура: наружной (А), внутренней (Б), нижней (В), верхней (Г), передней (Д), задней (Е): 14 – МСКТ модель трансплантата.

FIG. 8.

Patient C. The MSCT scheme of a bone graft model with four rectangular sides and two trapezoidal sides is a geometric shape: lateral (A), medial (B), lower (B), upper (Gamma), anterior (D), posterior (E): 14 – MSCT graft model.

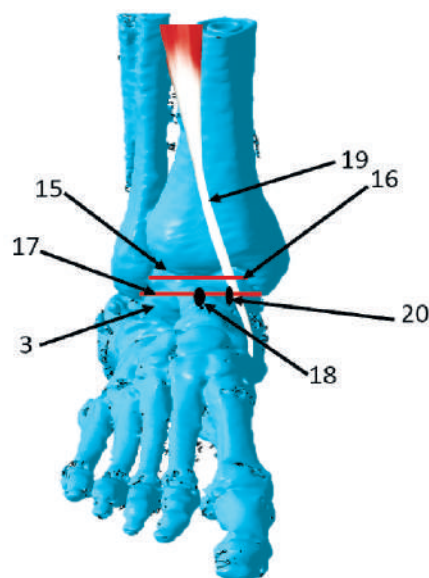


РИС. 9.

Пациентка С. Схема разметки линий и точек на МС томограмме целостной модели стопы с дистальной третью голени во фронтальной плоскости для определения расположения ориентира оптимального проведения фиксирующих винтов: 15 – зона голеностопного сустава; 16 – первая линия в зоне голеностопного сустава; 17 – вторая линия; 18 – первая точка на середине ширины таранной кости; 19 – сухожилие передней большеберцовой мышцы; 20 – вторая точка на наружной границе сухожилия передней большеберцовой мышцы.

FIG. 9.

Patient C. A schematic diagram of the marking lines and points on an MS tomography image of the whole foot model with the ankle in the frontal plane, to determine the position of the reference point for optimal screw fixation: 15 - ankle joint area; 16 - first line in the ankle area; 17 - second line; 18 - first point in the center of the width of talus bone; 19 - tendon of anterior tibialis muscle; 20 - second point on lateral border of anterior tibialis tendon.



РИС. 10.

Пациентка С. Схема разметки линий и точки в проекции середины ширины таранной кости на коже по передней поверхности стопы и голеностопного сустава: 15 – зона голеностопного сустава; 16 – первая линия в зоне голеностопного сустава; 17 – вторая линия; 18 – первая точка на середине ширины таранной кости; 19 – сухожилие передней большеберцовой мышцы.

FIG. 10.

Patient C. The scheme showing the marking of lines and points on the skin, the projection of the mid-width of the talus, along the anterior surface of the foot and the ankle joint: 15 - ankle joint area; 16 - first line in the ankle area; 17 - second line; 18 - first point in the center of the width of talus bone; 19 - tendon of anterior tibialis muscle;

полное устранение деформация заднего отдела стопы (рис. 11, 12, 13).

По данным контрольного фМСКТ исследования определена хорошая консолидация таранной и пяточной костей с костным трансплантатом, оптимальное и стабильное положение фиксирующих винтов (рис. 14), а также соответствие величин углов деформации нормальным значениям: таранно-первоплюсневый угол – 10 градусов (рис. 15), большеберцово-пяточный угол – 1 градус (рис. 16).



РИС. 12.

Пациентка С. Данные рентгенографии через 1 год после операции (боковая проекция)

FIG. 12.

Patient C. X-ray images one year after surgery (lateral projection)



РИС. 11.

Пациентка С. Данные осмотра обеих стоп через 1 год после операции (вид сзади)

FIG. 11.

Patient C. View of the both feet one year after surgery (posterior view)

Пациентка была удовлетворена результатом лечения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате применения у пациентки с вальгусной деформацией заднего отдела стопы предложенного способа хирургической коррекции, удалось полностью устранить деформацию, купировать болевой синдром, восстановить функцию стопы, предотвратить потерю



РИС. 13.

Пациентка С. Данные рентгенографии через 1 год после операции (аксиальная проекция)

FIG. 13.

Patient C. X-ray images one year after surgery (axial projection)

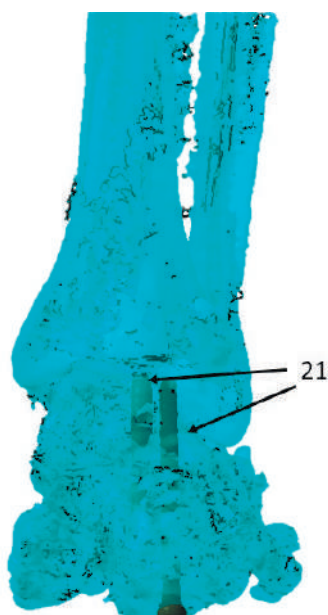


РИС. 14.

Пациентка С. Изображение двух фиксирующих винтов во фронтальной плоскости на МС томограмме стопы через 1 год после операции: 21 – фиксирующие винты.

FIG. 14.

Patient C. Image of two fixation screws in the frontal plane on a MS tomogram of the foot, one year post-operatively: 21 – fixation screws.

коррекции и развитие рецидива, снизить риск инфекционных осложнений.

Достижение хорошего клинического и функционального результата было обусловлено использованием новых подходов и технических решений на этапах предоперационного планирования и оперативной коррекции.

Предварительное выполнение функциональной мультиспиральной компьютерной томографии (фМСКТ) деформированной стопы пациента и использование программ для компьютерного моделирования позволяет создать МСКТ-модель костного трансплантата, по которой уже до операции изготавливают трансплантат из аллокости соответствующей формы и величины, что способствует уменьшению времени операции и ее травматичности, снижает риск инфекционных осложнений, связанных с дополнительным вмешательством для забора трансплантата и моделирования его по необходимой форме и величине.

Изменение взаимного расположения отдельных МСКТ моделей таранной и пяточной костей до достижения значений исследуемых углов деформации заднего отдела стопы (таранно-первоплюсневое и большеберцово-пяточного) референтной норме, прорисовывание в полости между таранной и пяточной костями в области задней фасетки таранно-пяточного сустава геометрической фигуры с четырьмя прямоугольными сторонами и 2 сторонами трапециевидной формы по высоте, точно соответствующей высоте полости, и увеличение наружной стороны фигуры

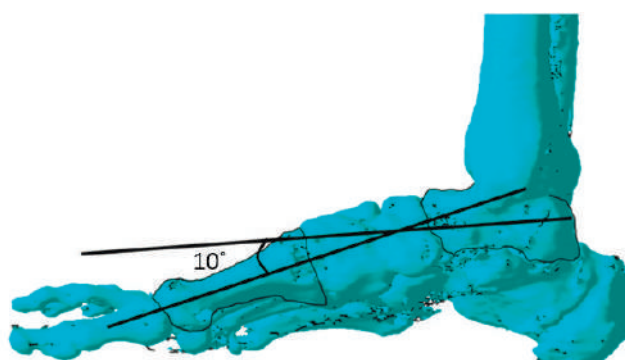


РИС. 15.

Пациентка С. Схема разметки таранно-первоплюсневового угла в сагиттальной плоскости на МС томограмме через 1 год после операции

FIG. 15.

Patient C. Talo-I metatarsal angle measurement in sagittal plane on MS tomogram one year after surgery

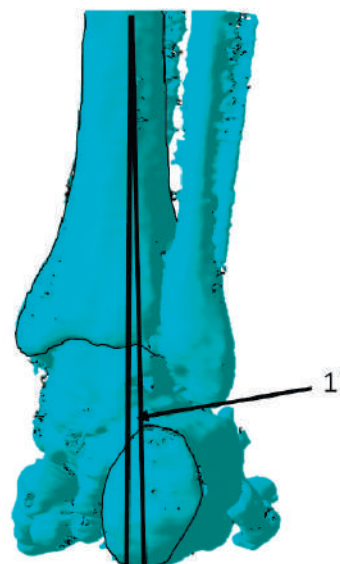


РИС. 16.

Пациентка С. Схема разметки большеберцово-пяточного угла во фронтальной плоскости на МС томограмме через 1 год после операции

FIG. 16.

Patient C. The scheme the tibial-calcaneal angle marking in the frontal plane on an MS tomogram one year after surgery

на 6 мм, позволяет смоделировать индивидуальный по форме и величине трансплантат, что во время операции позволяет выполнить костную пластику полости таранно-пяточного сустава, провести необходимую коррекцию и полностью устранить деформацию заднего отдела стопы.

При создании МСКТ-модели трансплантата увеличивают высоту наружной стороны фигуры на 6 мм, так как после резекции суставных поверхностей таранной и пяточной костей высота полости в области задней фасетки таранно-пяточного сустава увеличится

на 4 мм, а в послеоперационном периоде, в связи с предполагаемой естественной импакцией кости, произойдет уменьшение высоты трансплантата на 2 мм. Это позволяет предотвратить потерю коррекции, развитие рецидива деформации заднего отдела стопы и болевого синдрома.

При использовании предложенного способа было установлено, что проведение резекции суставных поверхностей таранной и пяточной костей в области задней фасетки таранно-пяточного сустава на глубину не более чем по 2 мм, является достаточным для удаления суставных хрящей и достижения остеоинтеграции трансплантата, а также способствует максимальному сохранению объема и высоты пяточной и таранной кости, что играет важную роль в восстановлении функции стопы.

Разметка на МС томограмме линии в зоне голеностопного сустава и параллельно ей второй линии, отступив вниз 1,5 см, отметка на ней первой точки на середине ширины таранной кости и второй точки – на наружной границе сухожилия передней большеберцовой мышцы, измерение расстояния от первой до второй точки, которое является индивидуальным для каждого пациента, позволяет на операционном столе точно наметить середину ширины таранной кости, как ориентира для оптимального проведения фиксирующих винтов, что обеспечивает прочную и стабильную фиксацию трансплантата между пяточной и таранной костями.

Известны различные способы выполнения артрореза таранно-пяточного сустава с применением костного трансплантата, каждый из которых имеет определенные недостатки, обуславливающие возникновение неблагоприятных исходов и осложнений. В одном способе используют аппарат Илизарова для проведения дистракции в зоне таранно-пяточного сустава и фиксации костей, а оперативное лечение производят в два этапа, что повышает травматичность и длительность вмешательства, значительно увеличивает риск инфекционных осложнений в области спиц и операционной раны [19]. Способ малоинвазивного артрореза включает использование минидоступов к таранно-пяточному суставу, цилиндрического бора для обработки суставных поверхностей таранной и пяточной кости, губчато-кортикального аутоотрансплантата, который внедряют в полость сустава, двух канюлированных винтов для фиксации костей [20]. Несмотря на то, что минидоступы к суставу снижают травматичность операции, они препятствуют достаточной визуализации и качественной обработке суставных поверхностей, следствием чего может стать нарушение остеоинтеграции аутоотрансплантата, несостоятельность артрореза, рецидив деформации и болевого синдрома. Кроме того, применение в способе аутоотрансплантата одного размера диаметром до одного сантиметра не позволяет использовать его при выраженной деформации. Также известен способ коррекции посттравматической вальгусной деформации заднего отдела стопы, при котором в полость пазухи

предплюсны вводят биорезорбируемый имплантат фирмы «Stryker» для расклинивания костей, выполняют артрорез таранно-пяточного сустава с введением в его полость костного аутоотрансплантата из большеберцовой кости, фиксацию двумя винтами [21]. Используемый в способе биорезорбируемый имплантат является дополнительным искусственным телом, имеющим определенную вероятность миграции и инфицирования. Забор аутоотрансплантата большеберцовой кости из дополнительного доступа на стороне операции увеличивает травматичность и повышает риск инфицирования, особенно при необходимости взятия большого фрагмента кости для коррекции выраженной деформации.

В процессе разработки предложенного нами способа были учтены недостатки известных аналогов и достигнуты следующие преимущества перед ними. Заранее, до оперативного вмешательства, на основе компьютерного моделирования изготавливается необходимой формы и величины костный аллотрансплантат, позволяющий полностью устранить вальгусную деформацию ЗОС и получить хороший клинично-функциональный результат, при этом, отсутствует необходимость создания дополнительной операционной раны для забора аутоотрансплантата. Этап фиксации трансплантата между пяточной и таранной костями проводится с использованием наружного ориентира, указывающего направление в котором необходимо провести два канюлированных винта для прочной и стабильной фиксации, для исключения их медиального или латерального смещения, необходимости перепроведения, непрочной фиксации трансплантата и нестабильности винтов. Указанные преимущества способствуют уменьшению времени операции, ее травматичности, дозы рентгеновского облучения, риска инфекционных осложнений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное предоперационное планирование с использованием функциональной мультиспиральной компьютерной томографии деформированной стопы, включающее создание МСКТ-модели костного трансплантата и расчет расположения ориентира для оптимального проведения фиксирующих винтов, дало возможность заранее изготовить трансплантат из аллокости, соответствующий модели по форме и величине, выполнить необходимую коррекцию деформации заднего отдела стопы, достигнуть прочной фиксации трансплантата между пяточной и таранной костями.

В представленном клиническом примере оперативное лечение пациентки по предложенному способу с применением предоперационного планирования позволило полностью устранить вальгусную деформацию заднего отдела стопы, купировать болевой синдром, восстановить функцию стопы, предупредить потерю коррекции и развитие рецидива деформации, снизить риск инфекционных осложнений.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Вклад авторов

Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ардашев И.П., Калашников В.В., Калашников В.В. и др. Диагностика и хирургическое лечение оскольчатых чрессуставных переломов пяточной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2009; 4(54): 31-36. [Ardashev IP, Kalashnikov VV, Kalashnikov VV, et al. Diagnosis and surgical treatment of comminuted transarticular fractures of the calcaneus. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2009; 4(54): 31-36. (In Russ.)].
2. Коробушкин Г.В., Скорогляд А.В., Егизарян К.А. и др. Малоинвазивный остеосинтез в лечении переломов пяточной кости. *Московский хирургический журнал*. 2013; 3(31): 42-45. [Korobushkin GV, Skoroplyadov AV, Yeghiazaryan KA, et al. Minimally invasive osteosynthesis in the treatment of calcaneal fractures *Moskovskij xirurgicheskij zhurnal*. 2013; 3(31): 42-45. (In Russ.)].
3. Коновальчук Н.С., Сорокин Е.П., Фомичев В.А. и др. Применение комбинации артродезирования подтаранного сустава и корригирующей остеотомии пяточной кости для лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости. *Актуальные проблемы травматологии и ортопедии: сборник научных статей, посвященный 110-летию РНИИТО им. Р.Р. Вредена*. – Санкт-Петербург: Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена. 2016: 96-99. [Konoval'chuk NS, Sorokin EP, Fomichev VA, et al. The use of a combination of arthrodesis of the subtalar joint and corrective osteotomy of the calcaneus for the treatment of patients with consequences of calcaneal fractures. *Aktual'nye problemy travmatologii i ortopedii: sbornik nauchnyh statej, posvyashchennyj 110-letiyu RNIITO im. R.R. Vredena*. – Sankt-Peterburg: Rossijskij ordena Trudovogo Krasnogo Znameni nauchno issledovatel'skij institut travmatologii i ortopedii im. R.R. Vredena. 2016; 96-99. (In Russ.)].
4. Giuliani A, Calori S, Singlitico A, Forconi F, Maccauro G, Vitiello R. Primary subtalar arthrodesis in displaced intra-articular calcaneal fracture: a systematic review. *Musculoskelet Surg*. 2025. doi: 10.1007/s12306-025-00901-0
5. Buch BD, Myerson MS, Miller SD. Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted calcaneal fractures. *Foot and Ankle International*. 1996; 17(2): 61-70. doi: 10.1177/107110079601700202
6. Rammelt S, Marx C. Managing severely malunited calcaneal fractures and fracture-dislocations. *Foot Ankle Clin*. 2020; 25(2): 239-256. doi: 10.1016/j.fcl.2020.02.005
7. Коробушкин Г.В., Чеботарев В.В., Ишкиняев И.Д., Мирошникова Е.А. Клиническое наблюдение. Лечение пациента с застарелым переломом пяточной кости. Оценка отдаленного 10-ти летнего результата лечения после выполнения корригирующей остеотомии Ромаша, латеральной декомпрессией, подтаранного артродеза. *Травматология и ортопедия в Казахстане*. 2021; 4(60): 46-53. [Korobushkin GV, Chebotarev VV, Ishkinyayev ID, Miroshnikova EA. Clinical observation. Treatment of a patient with an old calcaneal fracture. Evaluation of the long-term 10-year outcome of treatment after corrective Romash osteotomy, lateral decompression, and subtalar arthrodesis. *Travmatologiya i ortopediya v Kazahstane*. 2021; 4(60): 46-53. (In Russ.)]. doi: 10.52889/1684-9280.2021-4-60-46-53
8. Wagner E, Melo R. Subtalar Arthroscopic Fusion. *Foot Ankle Clin*. 2018; 23(3): 475-483. doi: 10.1016/j.fcl.2018.04.007
9. Chraim M, Recheis S, Alrabai H, Wenzel-Schwarz F, Trnka HJ, Bock P. Midterm Outcome of Subtalar Joint Revision Arthrodesis. *Foot Ankle Int*. 2021; 42(7): 824-832. doi: 10.1177/1071100721995187
10. Lerch RJ, Gulati A, Highlander PD. Revision of Subtalar Joint Arthrodesis: Considerations for Bone Grafting, Fixation Constructs, and Three-Dimensional Printing. *Clin Podiatr Med Surg*. 2023; 40(4): 633-648. doi: 10.1016/j.cpm.2023.05.007
11. Eelsing R, Al-Sheikh S, Halm JA, Schepers T. Secondary Subtalar Arthrodesis: Surgical Outcome and Predictors of Functional Outcome and Quality of Life After Bone Block Distraction vs In Situ Technique. *Foot Ankle Orthop*. 2025; 10(1): 24730114241311895. doi: 10.1177/24730114241311895
12. Amendola A, Lammens P. Subtalar arthrodesis using interposition iliac crest bone graft after calcaneal fracture. *Foot Ankle Int*. 1996; 17(10): 608-14. doi: 10.1177/107110079601701004
13. Tuijthof GJ, Beimers L, Kerkhoffs GM, Dankelman J, Dijk CN. Overview of subtalar arthrodesis techniques: options, pitfalls and solutions. *Foot Ankle Surg*. 2010; 16(3): 107-16. DOI: 10.1016/j.fas.2009.07.002
14. Izzo A, Manzi G, D'Agostino M, Mariconda M, Patel S, Bernasconi A. Combined anterior and posterior vs isolated posterior facet fixation for subtalar arthrodesis: A proportional meta-analysis and systematic review of the literature. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2024: 104027. doi: 10.1016/j.otsr.2024.104027
15. Henning C, Poglia G, Leie MA, Galia CR. Comparative study of subtalar arthrodesis after calcaneal fracture malunion with autologous bone graft or freeze-dried xenograft. *J Exp Orthop*. 2015; 2(1):10. doi: 10.1186/s40634-015-0024-2

16. Yildirim T, Sofu H, Çamurcu Y, Özcan Ç, Öner A, Şahin V. Isolated subtalar arthrodesis. *Acta Orthop Belg.* 2015; 81(1): 155-60.

17. Farouk A, Ibrahim A, Abd-Ella MM, El Ghazali S. Effect of Subtalar Fusion and Calcaneal Osteotomy on Function, Pain, and Gait Mechanics for Calcaneal Malunion. *Foot Ankle Int.* 2019; 40(9): 1094-1103. doi: 10.1177/1071100719853291

18. Baravarian B. Block distraction arthrodesis for the treatment of failed calcaneal fractures. *Clin Podiatr Med Surg.* 2004; 21(2): 241-50. doi: 10.1016/j.cpm.2004.01.004

19. Способ артродеза подтаранного сустава: Пат. 2164389, Рос. Федерация; МПК А61В 17/56 / В.В. Долгополов, А.С. Сати; заявитель и патентообладатель Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена – № 99110124/14; заявл. 12.05.1999; опубл. 27.03.2001. – Бюл. № 9. [Dolgoplov VV, Sati AS. Method of arthrodesis of subtalar joint. Russian Federation Patent No. 2164389. Mar 27, 2001. Applicant and patent holder Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden – No. 99110124/14; declared May 12, 1999; published March 27, 2001. – Bulletin No. 9].

20. Способ коррекции посттравматической вальгусной деформации заднего отдела стопы: Пат. 2405485, Рос. Федерация; МПК А61В 17/56 / Р.М. Тихилов, Н.А. Корышков, А.М. Привалов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение «Россий-

ский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена Федерального агентства по высокотехнологичной медицинской помощи» (ФГУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена Росмедтехнологий») – № 2009116112/14; заявл. 27.04.2009; опубл. 10.12.2010. – Бюл. № 34. [Tikhilov RM, Koryshkov NA, Privalov AM. Method for correction of post-traumatic valgus deformity of the rear foot. Russian Federation Patent No. 2405485. Applicant and patent holder Federal State Institution "Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden of the Federal Agency for High-Tech Medical Care" – No. 2009116112/14; declared April 27, 2009; published December 10, 2010. – Bulletin No. 34].

21. Малоинвазивный артродез подтаранного сустава: Пат. 2549297, Рос. Федерация; МПК А61В 17/56 / Н.А. Корышков, А.С. Ходжиев, В.Т. Зейналов, А.М. Дзюба, А.П. Хапилин, К.А. Соболев; заявители и патентообладатели: Корышков Н.А., Ходжиев А.С., Зейналов В.Т., Дзюба А.М., Хапилин А.П., Соболев К.А. – № 2014103070/14; заявл. 30.01.2014; опубл. 27.04.2015. – Бюл. № 12. [Koryshkov NA, Khodzhiev AS, Zeynalov VT, Dzyuba AM, Khapilin AP, Sobolev KA. Minimally invasive arthrodesis of subtalar joint. Russian Federation Patent No. 2549297. Apr 27, 2015. Applicants and patent holders: Koryshkov NA, Khodzhiev AS, Zeynalov VT, Dzyuba AM, Khapilin AP, Sobolev KA. – No. 2014103070/14; declared January 30, 2014; published April 27, 2015. – Bulletin No. 12].

Сведения об авторах

Губарь Илья Евгеньевич – аспирант ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; e-mail: gybarilya2013@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-8912-3995>

Леонова Светлана Николаевна – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник научно-клинического отдела травматологии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; e-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3675-6355>

Усольцев Иван Владимирович – кандидат медицинских наук, научный сотрудник научно-клинического отдела травматологии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; e-mail: ivu38@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4175-8403>

Information about the authors

Iliya E. Gubar – postgraduate student at the Irkutsk Science Centre of Surgery and Traumatology; e-mail: gybarilya@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-8912-3995>

Svetlana N. Leonova – Dr. Sc. (Med.), Leading Research Officer at the Clinical Research Department of Traumatology, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; e-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3675-6355>

Ivan V. Usoltsev – Cand. Sc. (Med.), Researcher at the Clinical Research Department of Traumatology, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, e-mail: ivu38@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4175-8403>