

Чж. Ли, А. А. Ситник, О. А. Корзун

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ

ГУ «Республиканский научно-практический центр
травматологии и ортопедии», Минск, Республика Беларусь

Переломы пяточной кости являются нередкими повреждениями и представляют существенные трудности при лечении. Сложная форма пяточной кости требует применения специальных рентгенологических проекций (аксиальная, серия Broden) или выполнения компьютерной томографии для оценки тяжести костных повреждений и планирования лечения. Мягкие ткани пяточной области весьма чувствительны к повреждениям, выраженный отек и фликтены могут развиваться уже в течение нескольких часов после травмы. Это определяет высокие риски применения хирургических методов лечения до нормализации состояния мягких тканей, что может потребовать отсрочки лечения на сроки до 1–2 недель после травмы. Консервативное лечение сопровождается высокой частотой сращений в неправильном положении и последующими функциональными ограничениями, сопоставимыми по выраженности с перенесенным инфарктом миокарда. Хирургическое лечение с применением расширенного наружного доступа обеспечивает возможность восстановления анатомии пяточной кости, однако (особенно при выполнении в поздние сроки после травмы) сопровождается существенной частотой трудных для лечения раневых осложнений. Одним из перспективных направлений развития является применение малоинвазивной прямой репозиции суставного компонента перелома через тарзальный доступ в сочетании с закрытой репозицией внесуставных компонентов повреждения. Однако имеющиеся литературные данные пока основываются на небольшом количестве наблюдений и требуют проведения собственных исследований в данном направлении.

Ключевые слова: *пяточная кость, переломы, диагностика, хирургическое лечение, результаты.*

Zhengpeng Li, A. A. Sitnik, O. A. Korzun

SURGICAL TREATMENT OF CALCANEAL FRACTURES

*Republic Scientific and Practical Center for Traumatology and Orthopedics,
Minsk, Republic of Belarus*

Calcaneal fractures are not uncommon injuries. The treatment is accompanied by significant difficulties. Complex shape of the calcaneus requires special radiologic projections (axial, Broden series) or CT for the evaluation of injury and pre-operative planning. Soft-tissues in the calcaneal region are vulnerable to the injury, so extreme oedema and fracture blisters can develop within few hours after the injury. This makes surgical treatment dangerous for several days (up to two weeks after the injury) until the condition of the soft-issues becomes normal. Non-operative treatment is accompanied by high rate of malunions with subsequent significant functional impairments, comparable to those after myocardial infarction. Surgical treatment with extended lateral approach provides possibility of restoration of calcaneal anatomy, but for the cost of the high rate of wound complications, which are difficult to treat. One of perspective directions is the use of minimal tarsal approach for direct reduction of the posterior articular facet and closed reduction of the extra-articular fragments. Current evidences are based on small number of cases, thus further investigations in this direction shall be performed.

Key words: *calcaneus, fracture, diagnostics, surgical treatment, results.*

Переломы пяточной кости являются самыми частыми среди переломов стопы и составляют 1–2 % всех переломов. В Германии в 2019 году частота переломов пяточной кости составила 8,9 случаев на 100 000 населения [1], что в пересчете на население Беларуси дает не менее 800 случаев в год. Большинство переломов происходит у молодых пациентов, мужчин, многие из которых (до 55 %) занимаются физическим трудом [2]. Примерно $\frac{3}{4}$ переломов являются суставными и вовлекают заднюю суставную фасетку пяточной кости. Эти тяжелые повреждения часто возникают в результате высокоэнергетичной травмы (падение с высоты или ДТП) и нередко меняют всю жизнь пациента, так как их воздействие на общий уровень здоровья сопоставимо с перенесенным инфарктом миокарда или хроническими заболеваниями почек, требующими гемодиализа [3]. Сложность анатомии пяточной кости, высокая частота осложнений определяют трудности лечения данных повреждений. Целью данной статьи является обзор современных концепций лечения переломов пяточной кости.

Анатомия пяточной кости

Пяточная кость – самая крупная кость стопы, обладающая к тому же сложной формой. Функционально она является задней частью продольного свода стопы, а также латеральной колонны стопы. Являясь местом прикрепления ахиллова сухожилия, она действует как мощный рычаг при статических и динамических нагрузках [4–6].

Пяточная кость неоднородна по своей костной структуре, имея области повышенной и пониженной прочности. К зонам повышенной прочности относят медиальный кортикальный слой (особенно в области sustentaculum tali), область пяточного бугра, а также зону под задней суставной фасеткой. К относительно слабым зонам относятся тонкая латеральная стенка пяточной кости (что при-

водит к ее вспучиванию при компрессионных переломах) и т. н. «нейтральный треугольник» – зона разрежения костной структуры в области шейки пяточной кости, которая часто страдает при компрессионных нагрузках [2].

Пяточная кость сочленяется с таранной (три суставные поверхности, наиболее крупной из которых является задняя суставная фасетка) и с кубовидной костями. Задняя суставная фасетка повреждается примерно в 90 % случаев суставных переломов, а пяточно-кубовидное сочленение – в 2/3 случаев [6].

Общая форма пяточной кости на боковой рентгенограмме характеризуется углами Böhler и Gisanne (рисунок 1). Угол Böhler формируется линиями, проходящими через верхнюю точку переднего отростка пяточной кости (А), верхнюю точку задней суставной фасетки (В) и задне-верхнюю часть пяточного бугра (С), в норме он составляет 20–40°. Угол Gisanne формируется между верхней поверхностью переднего отростка и задней суставной фасеткой пяточной кости, в норме составляет от 120° до 145°.

Вертикальная ось пяточной кости проходит латеральнее оси таранной кости, поэтому при вертикальной нагрузке sustentaculum tali «срезается» от тела пяточной кости, формируя первичную линию перелома, которая обычно проходит через пяточную кость сагиттально через заднюю суставную фасетку (рисунок 2). Продолжающееся воздействие внешних сил приводит к контакту тела пяточной кости с вершущкой наружной лодыжки и сминанию наружной стенки пяточной кости с ущемлением сухожилий малоберцовых мышц, а иногда и переломом вершущки наружной лодыжки [2, 6, 7].

В зависимости от положения стопы и энергии повреждения возникают достаточно типичные вторичные линии перелома, которые начинаются в области угла Gisanne и задних отделов подта-

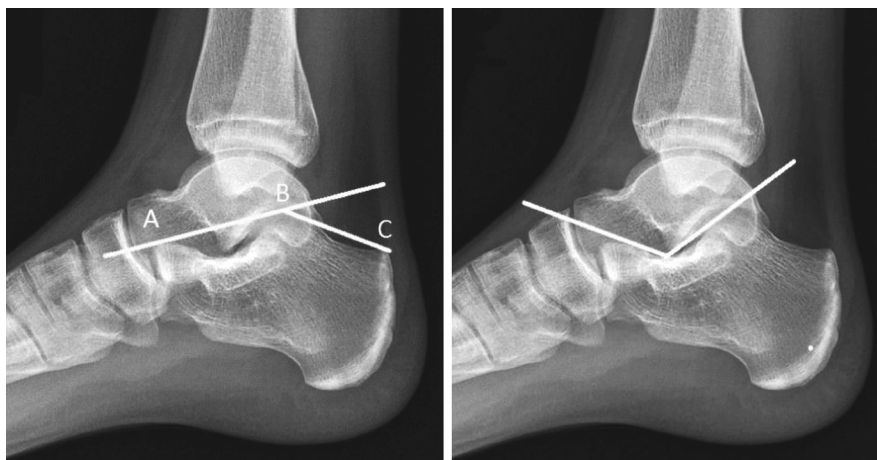


Рисунок 1. Углы Böhler и Gisanne. Механогенез перелома

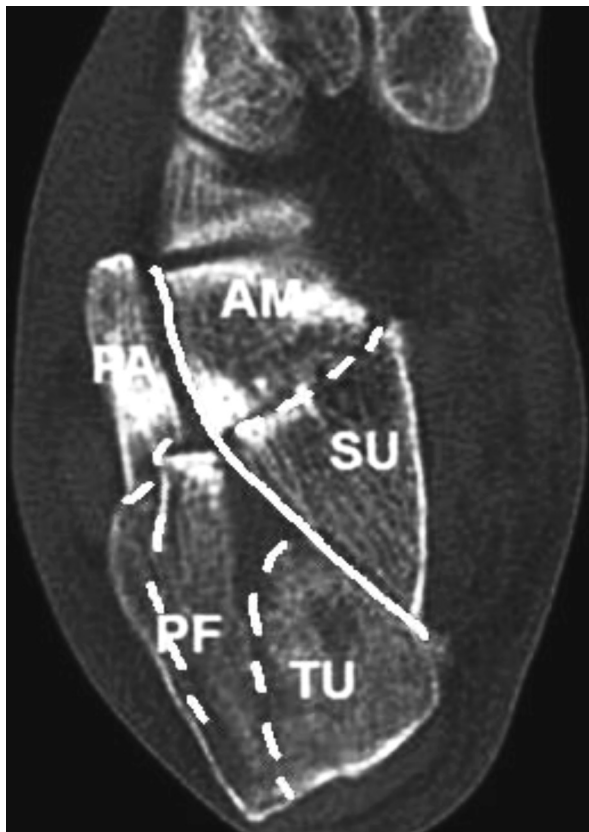


Рисунок 2. Типичные фрагменты оскольчатого перелома пяточной кости по Rammelt S., Zwipp H. [4] с изменениями: непрерывной линией показана первичная линия перелома, прерывистой – вторичные линии

ранного сустава [7]. При повреждениях типа “joint depression” (вдавление суставной поверхности) линии перелома проходят кзади от суставной фасетки, что приводит к ее вдавлению и наклону кпереди. При повреждениях типа “tongue type” (языкообразные переломы) линия перелома выходит через задние отделы пяточного бугра с формированием крупного фрагмента характерной формы, который смещается проксимально под действием икроножной мышцы.

Линии перелома также нередко простираются кпереди и вовлекают пяточно-кубовидное сочленение, формируя до пяти достаточно типичных фрагментов перелома: пяточный бугор, фрагмент sustentaculum, фрагмент задней суставной фасетки, фрагмент переднего отростка и передне-медиальный фрагмент переднего отростка (рисунок 2) [4, 6].

Клиника и диагностика

При клиническом обследовании пяточная область болезненна при пальпации, боли усиливаются при попытках активных и/или пассивных движений стопой. В течение нескольких часов возможно формирование отека мягких тканей и кожных пузырей, что говорит о давлении на кожу изнутри гематомой или смещенными костными

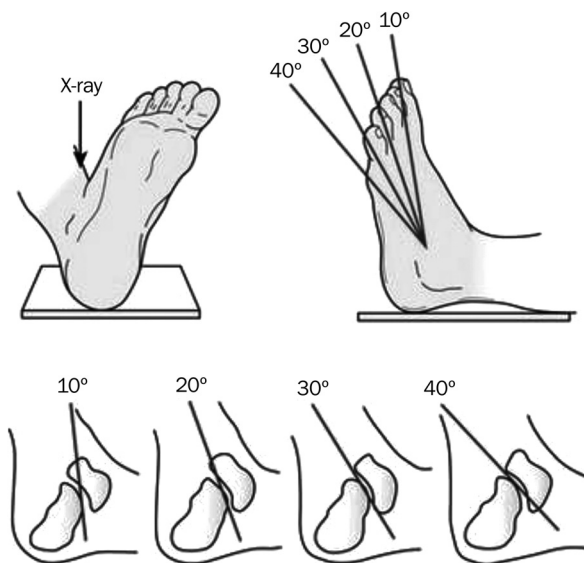


Рисунок 3. Проекция Broden для оценки состояния задней суставной фасетки [4]

фрагментами. Особенно опасны в этом отношении языкообразные переломы и переломы типа «утиный клюв», при которых из-за грубого смещения фрагмента пяточного бугра возможно развитие полнослойного некроза кожи уже в течение нескольких часов после травмы [4].

Стандартное рентгенологическое обследование включает рентгенограммы заднего отдела стопы в боковой и аксиальной проекциях, а также передне-заднюю рентгенограмму голеностопного сустава. Косые проекции подтаранного сустава (серия Brodén), которые демонстрируют повреждение задней суставной фасетки, остаются актуальными для интраоперационного контроля, но при первичном обследовании применяются редко, так как компьютерная томография дает более четкое понимание повреждения. Стопа располагается в положении нейтрального сгибания, внутренней ротации на 45°, а трубка рентген-аппарата наклоняется на 10°/ 20°/ 30°/ 40°, показывая различные отделы подтаранного сустава (от задних к передним) (рисунок 3).

Классификация

Современные классификации основаны на данных КТ. Наиболее часто применяемой является классификация Sanders (рисунок 4) [8]. В зависимости от вовлечения задней суставной фасетки подтаранного сустава выделяют переломы типа I – внесуставные или переломы без смещения; типа II – одна линия перелома со смещением, III – две смещенные линии перелома и IV – три и более смещенных линий суставного перелома. В зависимости от локализации, линии перелома кодируются далее буквами А (латеральное расположение), В (среднее) или С (медиальное).

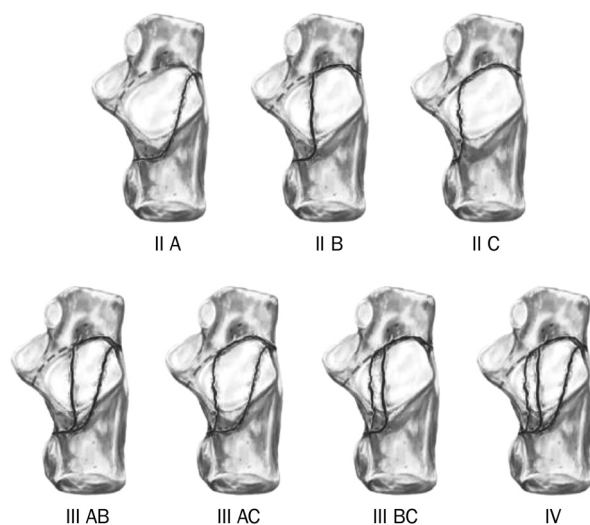


Рисунок 4. Классификация Sanders внутрисуставных переломов пяточной кости [8]

Показания к консервативному или хирургическому лечению

В настоящее время нет консенсуса относительно показаний к хирургическому лечению переломов пяточной кости. Однако большинство авторов полагают, что при отсутствии общих или местных противопоказаний внутрисуставные переломы со смещением требуют анатомичной репозиции для предотвращения болезненных деформаций стопы и посттравматического артроза подтаранного сустава [4, 9–11]. Многочисленные исследования показали, что даже остаточные неровности задней суставной фасетки в пределах 1–2 мм приводят к серьезным биомеханическим нарушениям и худшим клиническим результатам. Поэтому при смещениях суставной более 2 мм многие авторы рекомендуют хирургическую репозицию. При внесуставных переломах хирургическому лечению подлежат варусные или вальгусные отклонения более 10 градусов, а также переломы со значительным уплощением свода стопы, расширением или укорочением пяточной кости [4, 6, 12, 13].

Консервативное лечение

У некоторых пациентов имеются четкие признаки угрозы осложнений хирургического лечения, поэтому у них может быть предпочтительным консервативное лечение. Существуют различные подходы к осуществлению консервативного лечения: от традиционной иммобилизации в гипсовой повязке, до раннего функционального лечения [2, 12]. Описание данных методов не входит в задачи нашей работы, однако отметим, что обычно пациент не нагружает конечность весом до 6 недель после травмы, должен быть способен к сидячей работе к 3 месяцам, легкой физиче-

ской к 4 месяцам и полному возвращению к труду к 6 месяцам. Средняя частота вторичных артродезов после консервативного лечения составляет 10–16 %, у некоторых пациентов достаточно выполнения резекции латеральной стенки пятки. Таким образом, более 80 % пациентов не требуют дополнительного хирургического лечения, что делает консервативное лечение одной из актуальных опций [12–14].

Хирургическое лечение

Сроки. Оптимальным сроком для хирургического лечения являются первая-вторая неделя после травмы при условии нормализации состояния мягких тканей. При больших сроках репозиция серьезно затрудняется начинающимся сращением фрагментов и фиброзным сморщиванием мягких тканей. Попытки достижения анатомичного положения отломков при переломах с грубыми смещениями в таких условиях сопровождаются повышенным риском раневых осложнений и инфекции. Поэтому, если предполагается, что внутренняя фиксация будет невозможна на срок более 2 недель после травмы (из-за наличия множественных повреждений или серьезного локального повреждения мягких тканей), рекомендуется первичная чрескожная репозиция и фиксация спицами или временная внешняя фиксация, которые облегчат открытую репозицию в поздние сроки после травмы [4, 15].

Неотложному лечению подлежат открытые переломы, переломы с угрожающим компартмент-синдромом, а также переломы типа «утиного клюва». Последние за счет значительного смещения фрагмента бугра пяточной кости и его давления на мягкие ткани изнутри быстро приводят к некрозу кожи по задней поверхности пяточной области, поэтому требуют немедленной репозиции. Открытые переломы требуют раннего лечения с выполнением хирургической обработки ран и обильного промывания. Репозиция и стабилизация костных фрагментов осуществляются малоинвазивными методами: чрескожная фиксация спицами или фиксация стержневым аппаратом по медиальной поверхности стопы (пяточный бугор, большеберцовая кость, ладьевидная кость).

Закрытая репозиция и чрескожная фиксация длительное время была наиболее распространенным методом лечения переломов пяточной кости и сохраняет свое значение в настоящее время. Для закрытой репозиции применяются различные съемные репозиционные устройства или установка винта Schanz в пяточный бугор для манипуляций. Фиксация может осуществляться с помощью спиц или винтов, которые вводятся через ограниченные проколы кожи. Метод доста-

точно эффективно позволяет восстановить форму пяточной кости (длина, ширина, угол Böhler), однако репозиция задней суставной фасетки остается проблематичной. Она может быть более удачна при языкообразных переломах, когда суставной фрагмент остается связанным с фрагментом пяточного бугра, однако при вдавленных переломах для репозиции суставного фрагмента (или фрагментов) необходимы прямые манипуляции [16–18].

ORIF из расширенного наружного доступа

Выполняется L-образный разрез кожи по наружной поверхности пяточной области: вертикальное плечо разреза проходит посередине между задним краем наружной лодыжки и ахилловым сухожилием, горизонтальное между верхушкой наружной лодыжки и подошвенной поверхностью. Данное расположение разреза соответствует ангиосому наружной пяточной артерии, и любое смещение горизонтального плеча доступа проксимально является опасным для кровоснабжения дистального края раны [2]. В центральной части доступа разрез выполняется прямо до кости, в проксимальном и дистальном углах раны следует помнить о прохождении сурального нерва и сухожилий малоберцовых мышц. Сформированный лоскут отводится проксимально и удерживается с по-

мощью двух-трех спиц, проведенных в латеральный отросток таранной кости. В передней части доступа при необходимости выделяется пяточно-кубовидный сустав.

При большинстве переломов пяточной кости необходимы прямые манипуляции фрагментом пяточного бугра, для чего в него с задней или наружной поверхности через прокол кожи устанавливается винт Schanz с рукояткой. С помощью установленного винта выполняется мобилизация фрагмента и улучшается визуализация подтаранного сустава. Наружная стенка пяточной кости и наружный фрагмент суставной поверхности отводятся в сторону и дистально. Подтаранный сустав репонируется поэтапно, начиная от медиальных фрагментов. Наиболее стабильный сустентакулярный фрагмент примерно в 40 % случаев внутрисуставных переломов также может быть смещен под углом или поперечно, либо фрагментирован [19, 20]. Он репонируется по медиальной фасетке таранной кости и при выраженной нестабильности фиксируется спицей с подошвенной поверхности стопы. Далее восстанавливается медиальная стенка пяточной кости, для чего фрагмент пяточного бугра низводится и медиализируется с помощью винта Schanz, в щель между сустентакулярным фрагментом и фрагментом пяточного

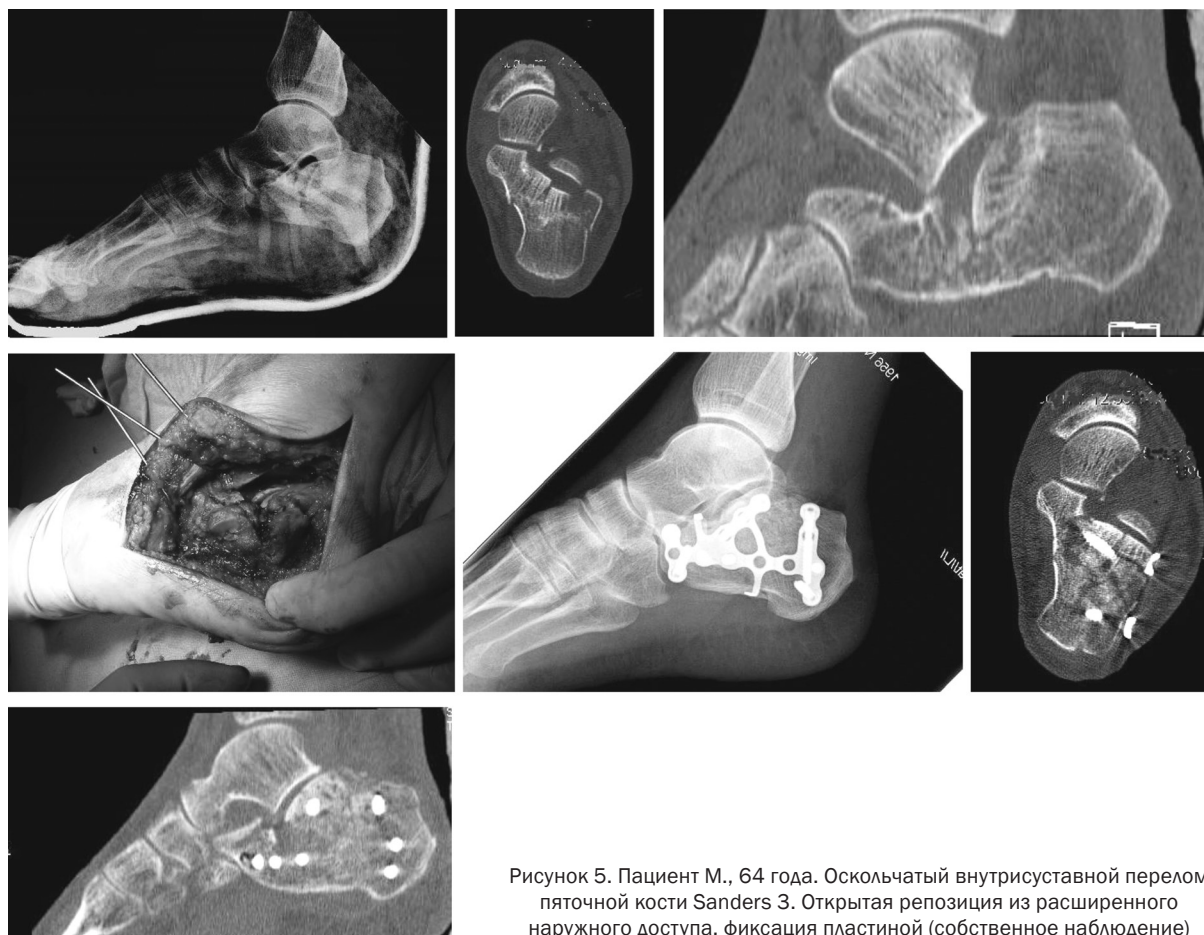


Рисунок 5. Пациент М., 64 года. Оскольчатый внутрисуставной перелом пяточной кости Sanders 3. Открытая репозиция из расширенного наружного доступа, фиксация пластиной (собственное наблюдение)

бугра вводится подъемник и действует как рычаг. Фрагменты фиксируются между собой 1–2 спицами, после чего выполняется промежуточный рентген-контроль. При недостаточной репозиции пяточного бугра (восстановлении длины и высоты пяточной кости) репозиция суставного фрагмента может быть проблематичной. Далее к медиальному фрагменту репонируются оставшиеся фрагменты суставной поверхности и временно фиксируются спицами.

Крайне важным этапом операции является интраоперационный контроль репозиции задней суставной фасетки. Для визуального контроля необходимо удаление всех спиц, проходящих через сустав, и выведение пяточной кости в легкое варусное положение. Однако возможности визуального контроля ограничены, поэтому важным является интраоперационный рентген-контроль с применением серии Brodén. После подтверждения точной репозиции суставной фрагмент фиксируется 1–2 винтами, проводимыми параллельно суставной поверхности. Проверяется и при необходимости корректируется положение пяточного

бугра. Далее, при необходимости, репонируется передний отросток пяточной кости с восстановлением соотношений в области угла Gissane. Наружная стенка пяточной кости возвращается на место, правильность положения отломков вновь подтверждается рентгенологически.

Окончательная фиксация перелома выполняется с помощью анатомической пластины, которая располагается по наружной поверхности пяточной кости, обеспечивая поддержку фрагментов пяточного бугра, тела с задней суставной фасеткой и переднего отростка. Обычно в каждый из этих отделов пяточной кости устанавливается минимум по 2 винта (рисунок 5).

Менее инвазивная фиксация через тарзальный доступ. Данный доступ обеспечивает прямую визуализацию подтаранного сустава; репозиция и фиксация тела пяточной кости осуществляются непрямыми методами. Метод может применяться при всех переломах типа Sanders II и большинстве переломов III типа. При повреждениях IV типа решение должно приниматься индивидуально (возможность первичного артродеза).



Рисунок 6. Пациент Р., 40 лет. Падение с высоты 1 м. Малоинвазивная репозиция суставного компонента повреждения через тарзальный доступ длиной 4 см на второй день после травмы, закрытая репозиция внесуставных компонентов повреждения, фиксация канюлированными винтами. Ранние движения в голеностопном и подтаранном суставах начаты, возобновление полной нагрузки конечности массой тела спустя 3,5 месяца после травмы (собственное наблюдение)

Доступ начинается от верхушки наружной лодыжки над сухожилиями малоберцовых мышц и простирается на 3–4 см дистально в направлении основания 4 плюсневой кости. При необходимости доступ может быть продлен дистально для прямой визуализации пяточно-кубовидного сочленения. Сухожилия малоберцовых мышц аккуратно поднимаются от пяточной кости и отводятся дистально. Жировая подушка тарзального синуса иссекается, капсула сустава также вскрывается (если еще не повреждена). Визуализация сустава обеспечивается варусным отклонением пяточной кости или применением дистрактора [4, 9].

Важно отметить, что последовательность репозиции и применяемые инструменты те же, что и при открытой репозиции: подъемник устанавливается через линию перелома под суставной фрагмент, винт Schanz устанавливается в пяточный бугор. Визуальный контроль репозиции как минимум столь же эффективен, как и при расширенном наружном доступе. Окончательная фиксация выполняется с помощью винтов, проводимой подкожно пластины или интрамедуллярного фиксатора (рисунок 6) [4, 9, 21].

Послеоперационная реабилитация

В послеоперационном периоде при стабильном остеосинтезе накладывается гипсовая лонгета на 5–7 дней до спадения отека. Повязка снимается с первого послеоперационного дня для перевязок и лечебной физкультуры. Осевая нагрузка ограничивается весом конечности (15–20 кг) на период от 6 до 12 недель в зависимости от тяжести перелома и качества кости. Тяжелая физическая работа и занятия спортом разрешаются по мере болезненности не ранее 4–6 месяцев после травмы. Удаление пластины возможно не ранее года после фиксации, однако при отсутствии жалоб у пациента не рекомендуется [2, 6].

Осложнения

Осложнения со стороны мягких тканей в первую очередь включают нарушения заживления раны. Поверхностные краевые некрозы наблюдаются в 2–20 % случаев после применения расширенного наружного доступа и 0–6 % при чрескожной фиксации [18, 21–23].

Наиболее серьезным осложнением является глубокая инфекция кости и мягких тканей. После внутренней фиксации пластиной из расширенного наружного доступа ее частота составляет 1,3–7 %. Факторы риска включают открытые переломы, отсроченное более 14 суток лечение, курение, ожирение и сахарный диабет у пациента [10, 24, 25].

Повреждения сурального нерва достигают 10 % случаев и проявляются парестезиями по наружному краю стопы.

Сращение в неправильном положении чаще наблюдается при консервативном лечении, однако может иметь место и после недостаточно точной репозиции при хирургическом лечении. Типичными деформациями (помимо инконгруэнтности суставных поверхностей) являются потеря высоты, расширение тела пяточной кости, варусное или вальгусное отклонение пяточного бугра и даже патологический наклон тела таранной кости в голеностопном суставе.

Результаты лечения

В крупных сериях клинических наблюдений (более 100 пациентов и более года наблюдения) сообщается о хороших и отличных результатах открытой репозиции и фиксации пластиной у 60–85 % пациентов. Отрицательными прогностическими факторами являются тяжесть повреждения, двусторонние и открытые переломы, а также тяжелый физический труд в послеоперационном периоде. Современная литература не предоставляет достаточных данных для выбора универсального идеального метода лечения, однако результаты хирургического лечения по сравнению с консервативным как правило лучше у пациентов моложе 50 лет. Частота выполнения вторичного подтаранного артродеза составляет от 2 до 14 %, при этом после хирургического лечения она в 7 раз ниже, чем после консервативного [12].

Важным фактором, способствующим улучшению функциональных результатов и снижению риска осложнений, является опыт хирурга, что подтверждено многочисленными работами. Отрицательными прогностическими факторами являются тяжесть повреждения (Sanders IV), открытые, двусторонние переломы, высокий уровень физических нагрузок у пациента и неудача в восстановлении угла Böhler, а также остаточные ступеньки суставной поверхности более 2 мм [10, 12, 26].

Потенциально тарзальный доступ должен обеспечивать сходное с расширенным доступом качество репозиции задней суставной фасетки, избегая при этом повышенного риска раневых и инфекционных осложнений. Клинические исследования подтверждают снижение частоты раневых осложнений, улучшение функциональных показателей и движений в подтаранном суставе при тарзальном доступе по сравнению с расширенным [21, 27]. Качество репозиции отломков при использовании обоих доступов оказалось сопоставимым в большинстве исследований, однако некоторые авторы выявили сниженные возможности тарзального доступа в восстановлении ширины пяточной кости [9, 22].

При лечении переломов пяточной кости нет универсального метода, который обеспечивал бы стабильно хорошие результаты во всех случаях.

Значительная вариабельность морфологии повреждений пяточной кости, окружающих мягких тканей и высокая значимость факторов со стороны пациента (возраст, уровень физических нагрузок, курение, диабет) являются важными при выборе метода лечения. При отсутствии противопоказаний к хирургическому лечению целью является анатомичное восстановление формы пяточной кости (длина, высота, ширина, угол Bohler) и конгруэнтности подтаранного сустава. Показано, что хирургическое лечение обеспечивает лучшие долгосрочные результаты по сравнению с консервативным, особенно у пациентов моложе 50 лет, с высоким уровнем физических нагрузок. Закрытая репозиция и чрескожная фиксация малоэффективны при восстановлении задней суставной фасетки пяточной кости. При этом высокая частота раневых осложнений при использовании расширенного наружного доступа стала толчком к разработке и широкому применению малоинвазивных методов, сочетающих прямую репозицию суставного компонента повреждения и закрытое восстановление формы пяточной кости. Эффективность применения данных методов требует дополнительного изучения.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Rupp, M. The Incidence of Fractures Among the Adult Population of Germany—an Analysis From 2009 through 2019 / M. Rupp [et al.] // *Dtsch Arztebl Int. Germany*. – 2021. – Vol. 118, № 40. – P. 665–669.
2. Rammelt, S. Fractures of the calcaneus: current treatment strategies / S. Rammelt, H. Zwipp // *Acta Chir Orthop Traumatol Cech. Czech Republic*. – 2014. – Vol. 81, № 3. – P. 177–196.
3. van Tetering, E. A. A. Functional outcome (SF-36) of patients with displaced calcaneal fractures compared to SF-36 normative data / E. A. A. van Tetering, R. E. Buckley // *Foot ankle Int. United States*. – 2004. – Vol. 25, № 10. – P. 733–738.
4. Rammelt, S. Calcaneal Fractures-Which Approach for Which Fracture? / S. Rammelt, M. P. Swords // *Orthop Clin North Am. United States*. – 2021. – Vol. 52, № 4. – P. 433–450.
5. Корзун, О. А. Лечение многооскольчатых высокоэнергетических переломов пяточной кости / О. А. Корзун, А. А. Ситник, А. Л. Линов, О. Н. Бондарев // *Военная медицина*. – 2014. – Т. 4, № 33. – С. 29–35.
6. Allegra, P. R. Intra-articular Calcaneus Fractures: Current Concepts Review / P. R. Allegra [et al.] // *Foot ankle Orthop. United States*. – 2020. – Vol. 5, № 3. – P. 1–11.
7. Essex-Lopresti, P. The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the OS calcis / P. Essex-Lopresti // *Br J Surg. England*. – 1952. – Vol. 39, № 157. – P. 395–419.
8. Sanders, R. Operative treatment in 120 displaced intra-articular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification / R. Sanders [et al.] // *Clin Orthop Relat Res. United States*. – 1993. – № 290. – P. 87–95.
9. Busel, G. Quality of Reduction of Displaced Intra-articular Calcaneal Fractures Using a Sinus Tarsi Versus Extensile Lateral Approach / G. Busel [et al.] // *J Orthop Trauma. United States*. – 2021. – Vol. 35, № 6. – P. 285–288.
10. Fischer, S. Surgical experience as a decisive factor for the outcome of calcaneal fractures using locking compression plate: results of 3 years / S. Fischer [et al.] // *Arch Orthop Trauma Surg. Germany*. – 2021. – Vol. 141, № 10. – P. 1691–1699.
11. Wilkinson, B. G. Minimally Invasive Treatment of Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures / B. G. Wilkinson, J. L. Marsh // *Orthop Clin North Am. United States*. – 2020. – Vol. 51, № 3. – P. 325–338.
12. Buckley, R. Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial / R. Buckley [et al.] // *J Bone Joint Surg Am. United States*. – 2002. – Vol. 84, № 10. – P. 1733–1744.
13. Sharr, P. J. Current management options for displaced intra-articular calcaneal fractures: Non-operative, ORIF, minimally invasive reduction and fixation or primary ORIF and subtalar arthrodesis. A contemporary review / P. J. Sharr [et al.] // *Foot ankle Surg Off J Eur Soc Foot Ankle Surg. France*. – 2016. – Vol. 22, № 1. – P. 1–8.
14. Agren, P.-H. Operative versus nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial / P.-H. Agren, P. Wretenberg, A. S. Sayed-Noor // *J Bone Joint Surg Am. United States*. – 2013. – Vol. 95, № 15. – P. 1351–1357.
15. Gotha, H. E. Current Controversies in Management of Calcaneus Fractures / H. E. Gotha, J. R. Zide // *Orthop Clin North Am. United States*. – 2017. – Vol. 48, № 1. – P. 91–103.
16. Коробушкин, Г. В. Малоинвазивный остеосинтез в лечении переломов пяточной кости / Г. В. Коробушкин, А. В. Скользядов, К. А. Егизарян, Е. А. Мирошникова, О. А. Дмитриев, М. А. Королев // *Московский Хирургический Журнал*. – 2013. – Т. 31, № 3. – P. 42–45.
17. Zwipp, H. Osteosynthese dislozierter intraarticularer Kalkaneusfrakturen / H. Zwipp [et al.] // *Oper Orthop Traumatol. Germany*. – 2013. – Vol. 25, № 6. – P. 554–568.
18. Корзун, О. А. Минимально инвазивный и открытый остеосинтез в лечении внутрисуставных переломов пяточной кости / О. А. Корзун, А. А. Ситник, А. Л. Линов, С. И. Худинский // *Медицинские новости*. – 2015. – № 8. – P. 16–20.
19. Berberian, W. Displacement of the sustentacular fragment in intra-articular calcaneal fractures / W. Berberian [et al.] // *J Bone Joint Surg Am. United States*. – 2013. – Vol. 95, № 11. – P. 995–1000.
20. Gitajn, I. L. Anatomic Alignment and Integrity of the Sustentaculum Tali in Intra-Articular Calcaneal Fractures: Is the Sustentaculum Tali Truly Constant? / I. L. Gitajn [et al.] // *J Bone Joint Surg Am. United States*. – 2014. – Vol. 96, № 12. – P. 1000–1005.
21. Nosewicz, T. L. A systematic review and meta-analysis of the sinus tarsi and extended lateral approach in the operative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures / T. L. Nosewicz [et al.] // *Foot ankle Surg Off J Eur Soc Foot Ankle Surg. France*. – 2019. – Vol. 25, № 5. – P. 580–588.
22. Park, C. H. Randomized comparative study between extensile lateral and sinus tarsi approaches for the treatment of Sanders type 2 calcaneal fracture / C. H. Park, H. Yan, J. Park // *Bone Joint J. England*. – 2021. – Vol. 103-B, № 2. – P. 286–293.
23. Yu, T. Comparison of sinus tarsi approach and extensile lateral approach for calcaneal fractures: A systematic review of overlapping meta-analyses / T. Yu [et al.] // *J Orthop Surg (Hong Kong). England*. – 2020. – Vol. 28, № 2. – P. 2309499020915282.
24. Hu, Y. Emergency surgery of intra-articular calcaneal fractures using sinus tarsi approach with modified reduction technique / Y. Hu [et al.] // *BMC Musculoskelet Disord. England*. – 2023. – Vol. 24, № 1. – P. 523.
25. Sugimoto, T. Plate fixation through the lateral extensile approach versus cannulated screw fixation through the sinus tarsi approach for calcaneal fracture: a multicenter, propensity

score-matched TRON study / T. Sugimoto [et al.] // *Eur J Orthop Surg Traumatol. France.* – 2022. – Vol. 32, № 7. – P. 1333–1340.

26. Ahn, J. Learning Curve for Open Reduction and Internal Fixation of Displaced Intra-articular Calcaneal Fracture by Extensile Lateral Approach Using the Cumulative Summation Control Chart / J. Ahn [et al.] // *Foot ankle Int. United States.* – 2019. – Vol. 40, № 9. – P. 1052–1059.

27. Schepers, T. Similar Anatomical Reduction and Lower Complication Rates With the Sinus Tarsi Approach Compared With the Extended Lateral Approach in Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures / T. Schepers [et al.] // *J Orthop Trauma. United States.* – 2017. – Vol. 31, № 6. – P. 293–298.

References

1. Rupp, M. The Incidence of Fractures Among the Adult Population of Germany—an Analysis From 2009 through 2019 / M. Rupp [et al.] // *Dtsch Arztebl Int. Germany.* – 2021. – Vol. 118, № 40. – P. 665–669.

2. Rammelt, S. Fractures of the calcaneus: current treatment strategies / S. Rammelt, H. Zwipp // *Acta Chir Orthop Traumatol Cech. Czech Republic.* – 2014. – Vol. 81, № 3. – P. 177–196.

3. van Tetering, E. A. A. Functional outcome (SF-36) of patients with displaced calcaneal fractures compared to SF-36 normative data / E. A. A. van Tetering, R. E. Buckley // *Foot ankle Int. United States.* – 2004. – Vol. 25, № 10. – P. 733–738.

4. Rammelt, S. Calcaneal Fractures-Which Approach for Which Fracture? / S. Rammelt, M. P. Swords // *Orthop Clin North Am. United States.* – 2021. – Vol. 52, № 4. – P. 433–450.

5. Korzun, A. Lechenije mnogooskolchatykh vysokoenergetichnykh perelomov pyatochny kosti [The treatment of comminuted high-energy calcaneal fractures] / A. Korzun, A. Sitnik, A. Linov, A. Bondarau // *Vojennaja medicina.* – 2014. – Vol. 4, № 33. – P. 29–35 [In Russian].

6. Allegra, P. R. Intra-articular Calcaneus Fractures: Current Concepts Review / P. R. Allegra [et al.] // *Foot ankle Orthop. United States.* – 2020. – Vol. 5, № 3. – P. 1–11.

7. Essex-Lopresti, P. The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the OS calcis / P. Essex-Lopresti // *Br J Surg. England.* – 1952. – Vol. 39, № 157. – P. 395–419.

8. Sanders, R. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification / R. Sanders // *Clin Orthop Relat Res. United States.* – 1993. – № 290. – P. 87–95.

9. Busel, G. Quality of Reduction of Displaced Intra-articular Calcaneal Fractures Using a Sinus Tarsi Versus Extensile Lateral Approach / G. Busel [et al.] // *J Orthop Trauma. United States.* – 2021. – Vol. 35, № 6. – P. 285–288.

10. Fischer, S. Surgical experience as a decisive factor for the outcome of calcaneal fractures using locking compression plate: results of 3 years / S. Fischer [et al.] // *Arch Orthop Trauma Surg. Germany.* – 2021. – Vol. 141, № 10. – P. 1691–1699.

11. Wilkinson, B. G. Minimally Invasive Treatment of Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures / B. G. Wilkinson, J. L. Marsh // *Orthop Clin North Am. United States.* – 2020. – Vol. 51, № 3. – P. 325–338.

12. Buckley, R. Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial / R. Buckley [et al.] // *J Bone Joint Surg Am. United States.* – 2002. – Vol. 84, № 10. – P. 1733–1744.

13. Sharr, P. J. Current management options for displaced intra-articular calcaneal fractures: Non-operative, ORIF, minimally invasive reduction and fixation or primary ORIF and subtalar arthrodesis. A contemporary review / P. J. Sharr [et al.] // *Foot ankle Surg Off J Eur Soc Foot Ankle Surg. France.* – 2016. – Vol. 22, № 1. – P. 1–8.

14. Agren, P.-H. Operative versus nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial / P.-H. Agren, P. Wretenberg, A. S. Sayed-Noor // *J Bone Joint Surg Am. United States.* – 2013. – Vol. 95, № 15. – P. 1351–1357.

15. Gotha, H. E. Current Controversies in Management of Calcaneus Fractures / H. E. Gotha, J. R. Zide // *Orthop Clin North Am. United States.* – 2017. – Vol. 48, № 1. – P. 91–103.

16. Korobushkin, G. Maloinvazivnyj osteosintez v lechenii perelomov pyatochnoy kosti [Minimally invasive osteosynthesis in the treatment of calcaneal fractures] / G. Korobushkin, A. Skorogliadov, K. Egiazaryan, E. Miroshnikova, O. Dmitriev, M. Korolev // *Moskovskiy Hirurgicheskij Zhurnal.* – 2013. – Vol. 31, № 3. – P. 42–45 [In Russian].

17. Zwipp, H. Osteosynthese dislozierter intraarticularer Kalkaneusfrakturen / H. Zwipp [et al.] // *Oper Orthop Traumatol. Germany.* – 2013. – Vol. 25, № 6. – P. 554–568.

18. Korzun, A. Minimalno invazivnyj i otkrytyj osteosintez v lechenii vnutrisustavnykh perelomov pyatochnoy kosti [Minimally invasive and open osteosynthesis in the treatment of the intraarticular calcaneal fractures] / A. Korzun, A. Sitnik, A. Linov, S. Hudnizkiy // *Medizinskie novosti.* – 2015. – Vol. 8. – P. 16–20 [In Russian].

19. Berberian, W. Displacement of the sustentacular fragment in intra-articular calcaneal fractures / W. Berberian [et al.] // *J Bone Joint Surg Am. United States.* – 2013. – Vol. 95, № 11. – P. 995–1000.

20. Gitajn, I. L. Anatomic Alignment and Integrity of the Sustentaculum Tali in Intra-Articular Calcaneal Fractures: Is the Sustentaculum Tali Truly Constant? / I. L. Gitajn [et al.] // *J Bone Joint Surg Am. United States.* – 2014. – Vol. 96, № 12. – P. 1000–1005.

21. Nosewicz, T. L. A systematic review and meta-analysis of the sinus tarsi and extended lateral approach in the operative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures / T. L. Nosewicz [et al.] // *Foot ankle Surg Off J Eur Soc Foot Ankle Surg. France.* – 2019. – Vol. 25, № 5. – P. 580–588.

22. Park, C. H. Randomized comparative study between extensile lateral and sinus tarsi approaches for the treatment of Sanders type 2 calcaneal fracture / C. H. Park, H. Yan, J. Park // *Bone Joint J. England.* – 2021. – Vol. 103-B, № 2. – P. 286–293.

23. Yu, T. Comparison of sinus tarsi approach and extensile lateral approach for calcaneal fractures: A systematic review of overlapping meta-analyses / T. Yu [et al.] // *J Orthop Surg (Hong Kong). England.* – 2020. – Vol. 28, № 2. – P. 2309499020915282.

24. Hu, Y. Emergency surgery of intra-articular calcaneal fractures using sinus tarsi approach with modified reduction technique / Y. Hu [et al.] // *BMC Musculoskelet Disord. England.* – 2023. – Vol. 24, № 1. – P. 523.

25. Sugimoto, T. Plate fixation through the lateral extensile approach versus cannulated screw fixation through the sinus tarsi approach for calcaneal fracture: a multicenter, propensity score-matched TRON study / T. Sugimoto [et al.] // *Eur J Orthop Surg Traumatol. France.* – 2022. – Vol. 32, № 7. – P. 1333–1340.

26. Ahn, J. Learning Curve for Open Reduction and Internal Fixation of Displaced Intra-articular Calcaneal Fracture by Extensile Lateral Approach Using the Cumulative Summation Control Chart / J. Ahn [et al.] // *Foot ankle Int. United States.* – 2019. – Vol. 40, № 9. – P. 1052–1059.

27. Schepers, T. Similar Anatomical Reduction and Lower Complication Rates With the Sinus Tarsi Approach Compared With the Extended Lateral Approach in Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures / T. Schepers [et al.] // *J Orthop Trauma. United States.* – 2017. – Vol. 31, № 6. – P. 293–298.

Поступила 13.11.2025 г.