

Fersenbeinfrakturen

Stand der Versorgungsmöglichkeiten

Anatomie

Das Fersenbein (Kalkaneus) ist der größte von insgesamt 28 Knochen am Fuß. Mit 4 knöchernen Fortsätzen (Sustentaculum tali, Tuber calcanei, Processus anterior calcanei und Trochlea peronealis) sowie 4 Gelenkflächen gilt er als komplexer Knochen. Bis zum Talus reichen 3 Gelenkflächen (Facies articularis talaris anterior, media und posterior), bis zum Os cuboideum 1 (Facies articularis cuboidea). Die größte Gelenkfläche ist die Facies articularis talaris posterior. Bei einem axialen Stauchungstrauma ist sie am häufigsten von Brüchen betroffen.

Epidemiologie

Fersenbeinfrakturen treten mit einer Häufigkeit von 1–2% aller Frakturen auf, wobei Männer deutlich häufiger betroffen sind als Frauen (2–4:1). Auffällig ist, dass sich die Frakturen bevorzugt im Alter zwischen 30 und 50 Jahren ereignen und das Heilverfahren lange dauert (im Mittel 8 bis 10 Monate). Die meisten Frakturen (70–80%) liegen intraartikulär, 5–10% der Patienten weisen bilaterale und 5–10% offene Frakturen auf [8].

Ursache für Fersenbeinfrakturen sind meist Stauchungen, etwa infolge eines Sturzes oder Sprungs aus größerer Höhe.

Prokop et al. [38] beschrieben diese Verletzung als Problemfraktur. Sie untersuchten 42 isolierte Fersenbeinfrakturen nach und wiesen z. T. erhebliche Schwierigkeiten in der BG-lichen (BG: Berufsgenossenschaft) Betreuung und bei der Reintegration in die Arbeitswelt nach. So betrug die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit der Patienten 7,5 Monate. In 23%

aller Fälle mussten Umschulungen durchgeführt werden, in 13% aller Fälle trat sogar Arbeitslosigkeit ein.

Die volkswirtschaftlichen Kosten pro Fall bis zum ersten Rentengutachten wurden von Prokop et al. [38] mit durchschnittlich 25.540 EUR beziffert. Die Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) lag im Durchschnitt bei 19%.

Bildgebende Diagnostik

Radiologie

Zur Identifikation von Fersenbeinfrakturen dienen zunächst Röntgenübersichtsaufnahmen. Die seitliche Aufnahme erlaubt es, die durch den Bruch bedingte Veränderung des Böhler- (Tubergelenkwinkel; Norm: 20–40°) sowie des Gissane-Winkels (Winkel zwischen der hinteren subtalaren Gelenkfläche und der des Processus anterior; Norm: 120–145°) einzuschätzen (▣ Abb. 1).

Die Brodén-Schrägtechnik bietet ergänzend dazu einen guten Einblick in das vordere und hintere subtalare Gelenk.

Die axiale Aufnahme ermöglicht die Beurteilung der Längsachse des Fersenbeins.

Computertomographie

Sie stellt den Goldstandard zur Beurteilung und Bewertung der einzelnen Komponenten der Fraktur dar (▣ Abb. 2) und ist bis heute die am häufigsten verwendete diagnostische Methode bei Fersenbeinfrakturen [2].

Klassifikation von Fersenbeinfrakturen

Es existieren zahlreiche Klassifikationen von Fersenbeinfrakturen (▣ Tab. 1). Die Einteilung erfolgt in Abhängigkeit von anatomischen oder radiologischen Kriterien und kann auch den Verletzungsmechanismus einbeziehen (z. B. „lovers fracture“). Eine beständige Basiseinteilung stellt die Essex-Lopresti-Klassifikation [15] mit einem „joint depression type“ und einem „tongue type“ einer Fraktur dar.

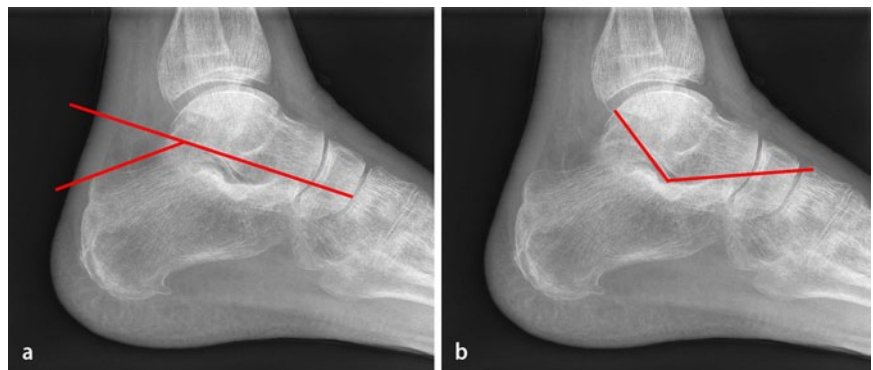


Abb. 1 ▲ Übersichtsröntgenaufnahme in seitlicher Projektion: a Böhler-Winkel (20–40°), b Gissane-Winkel (120–145°)

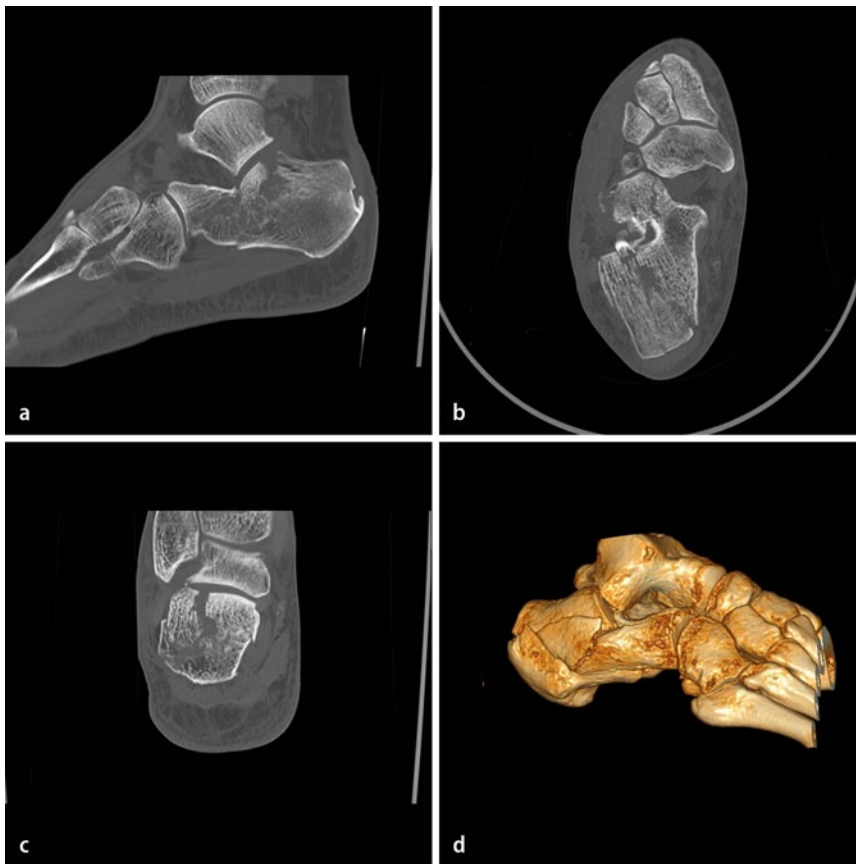


Abb. 2 ▲ Computertomographie einer Fersenbeinfraktur: **a** sagittal, **b** axillar, **c** koronar, **d** 3D-Rekonstruktion

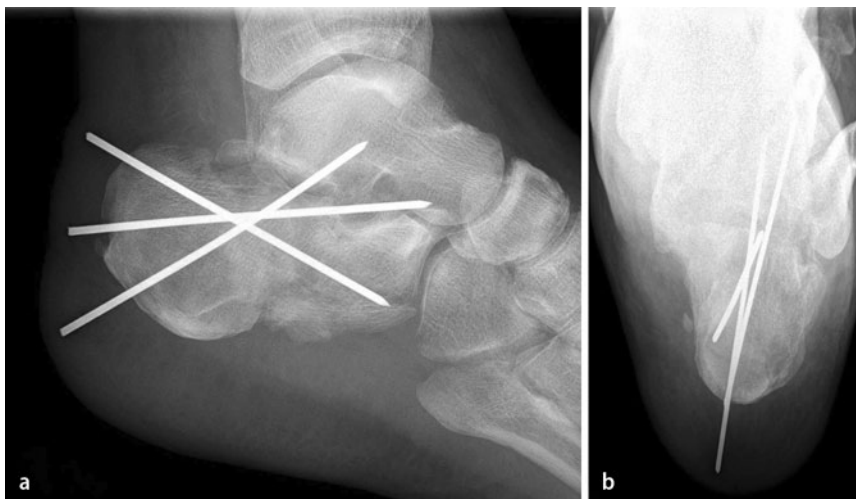


Abb. 3 ▲ Röntgenaufnahme einer minimalinvasiv versorgten Fersenbeinfraktur als Primärversorgung bei absehbar fehlender Möglichkeit einer zeitnahen offenen Versorgung infolge erheblicher Weichteilschädigung mit Kompartmentsyndrom: **a** seitlich, **b** Fersenbein axial

Seit der Verbreitung der Computertomographie stehen jedoch CT-basierte Klassifikationen in der klinischen Anwendung im Vordergrund. Als populäre Einteilungsarten gelten dabei die Klassifikationen nach Zwipp et al. [61] und die

jenige nach Sanders et al. [47]. Bei Letzterer werden die Fersenbeinfrakturen abhängig von der Fragmentzahl in 4 Typen eingeteilt. Zwipp et al. [61] klassifizieren ebenfalls nach der Anzahl der Fragmente sowie zusätzlich nach der Gelenkbe-

teiligung und fügen additiv die Angabe von Weichteilschäden und Zusatzbrüchen hinzu. Die 5 Hauptfragmente der Fraktur definierten Zwipp et al. [61] als sustentakuläres Fragment, tuberositäres Fragment, posteriores Facettenfragment, Processus-anterior-Fragment und anteriores Facettenfragment.

Bis jetzt existiert jedoch keine einheitliche Klassifikation der Fersenbeinfrakturen, sodass Holz [22] schloss, dass damit ein aussagekräftiger Vergleich vieler Studien hinfällig ist und auch die Aufstellung von Behandlungsalgorithmen erschwert werde.

Therapie

Ziele und Optionen

Primäre Therapieziele bei der Frakturversorgung von Fersenbeinfrakturen sind:

- Schmerzfreiheit,
- eine gute Funktion und Kraft,
- ein gutes Gangbild,
- die Vermeidung von Komplikationen und
- die Wiedereingliederung in das soziale berufliche Umfeld.

Als Therapieoptionen in Notfallsituationen – etwa bei einer offenen Fraktur oder einem Fersenbeinbruch mit Kompartmentsyndrom – stehen die Versorgung des Kompartmentsyndroms durch Kompartmentspaltung, aber auch die Weichteilversorgung der offenen Fraktur mit ggf. Anlage eines medialen Fixateur externe oder minimalinvasiver Rekonstruktion mittels Einbringen von perkutanen Kirschner-Drähten im Vordergrund (■ **Abb. 3**).

Bei den nicht notfallmäßig zu versorgenden Frakturen kommen je nach diagnostiziertem Frakturmuster verschiedene Verfahren in Frage. Nachfolgend sollen diesbezüglich einige besondere Aspekte gesondert betrachtet und diskutiert werden:

- operatives vs. konservatives Prozedere,
- Plattenosteosynthese vs. minimalinvasive Osteosynthese,
- winkelstabile Platte,
- Spongiosaplastik und Anwendung von Knochenersatzmaterialien,

- primäre Arthrodese,
- intraoperativ unterstützende Techniken.

Darüber hinaus ist bei der Frakturversorgung ein möglichst optimales Nachbehandlungskonzept festzulegen.

Operatives vs. konservatives Prozedere

Fersenbeinfrakturen können grundsätzlich sowohl konservativ als auch operativ versorgt werden. Welches Prozedere sinnvoller ist, wurde bereits in zahlreichen Arbeiten untersucht. Buckley et al. [10] konnten 2002 in einer prospektiv randomisierten multizentrischen Studie mit 471 Patienten und dem Outcome-Kriterium des SF36 („36-item short form health survey“) sowie der VAS (visuelle Analogskala) keinen signifikanten Unterschied im Outcome der Gesamtpopulation nachweisen. Die Analyse von Subpopulationen – Frauen, Patienten ohne Rentenanspruch bzw. Patienten mit einer anatomischen Reposition <2 mm – ergab jedoch, dass bei diesen die operative gegenüber der konservativen Therapie signifikant besser abschnitt.

Bei Betrachtung systematischer Übersichtsartikel zeigte sich darüber hinaus, dass die Operation bezüglich der Schmerzreduktion, der Arbeitsfähigkeit und der Schuhversorgung effektiver ist. Auch die Arthrodese-Rate war bei operierten Patienten niedriger. Die Autoren der betreffenden Beiträge beschrieben die Operation der komplexeren Frakturen mit Gelenkbeteiligung daher als Goldstandard [7, 8, 12, 19, 49].

Kontraindikationen der operativen Versorgung

Eine Limitierung in der Entscheidung zur operativen Therapie muss präoperativ evaluiert werden. Grenzen stellen das hohe biologische Alter (relative Kontraindikation), superinfizierte Weichteile, eine relevante periphere arterielle Verschlusskrankheit und Diabetes mellitus mit Polyneuropathie dar. Auch eine Kortisoneinnahme (bzw. eine Immunschwäche) oder eine erhebliche Osteoporose sowie ein Alkohol- und/oder Nikotinabusus bzw. eine

Trauma Berufskrankh 2014 · 16[Suppl 1]:31–37 DOI 10.1007/s10039-013-1969-y
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

D. Rixen · B. Halfmann · C.-R. Fritzscheier Fersenbeinfrakturen. Stand der Versorgungsmöglichkeiten

Zusammenfassung

Hintergrund. Die Fersenbeinfraktur gilt bis heute als Problemfraktur. Es wird eine Übersicht der gängigen Klassifikationen und des aktuellen Stands der Versorgungsmöglichkeiten gegeben.

Klassifikation. Trotz einer Vielzahl von Klassifikationen im klinischen Gebrauch fehlt bisher eine einheitliche Einteilung.

Behandlung. Es stehen verschiedene Therapiemöglichkeiten und Nachbehandlungskonzepte zur Verfügung. Während die operative Therapie komplexer Frakturen mit Gelenkbeteiligung der konservativen Versorgung über-

legen erscheint, ist das optimale Operationsverfahren noch nicht abschließend geklärt. Ein intraoperativer Beweis der Gelenkreposition ist anzustreben.

Schlussfolgerung. Aufgrund der Diffizilität und Komplexität der Behandlung scheint deren Durchführung in Kliniken mit hoher Operationsfallzahl an Fersenbeinfrakturen vorteilhaft.

Schlüsselwörter

Fersenbein · Kalkaneus · Fraktуреinteilungen · Klassifikationen · Heilverfahren

Calcaneal fractures. Current state of medical treatment

Abstract

Background. Calcaneus fractures are still regarded as one of the most complicated fractures. In this paper, the current classifications and the status quo of therapy options for calcaneal fractures are provided.

Classification. Although a large number of classifications are available, no uniform classification is used in the clinical setting.

Therapy. Various options for treatment and concepts for follow-up treatments are reviewed and evaluated in an evidenced-based manner. While it appears that surgical treatment of complex fractures of the joint is su-

perior to conservative therapy, the optimal surgical procedure remains unclear. Intraoperative evidence of the joint's reposition is desirable.

Conclusion. Due to the difficulty and complexity of treatment, treatment in hospitals with high case loads of calcaneal fractures is likely to be beneficial for the patient.

Keywords

Heel bone · Calcaneus · Fracture model · Classification · Treatment

Drogensucht können Kontraindikationen sein.

Komplikationen

Als mögliche Komplikationen nach oder durch Operationen sind in der Literatur beschrieben [1, 3, 40, 60]:

- aseptische Wundrandnekrosen in 2–10% der Fälle,
- revisionspflichtige Hämatome in 2,6–5% der Fälle,
- Weichteil- und Knocheninfekte in 1,3–7% der Fälle,
- Pseudarthrosen in 0,7–1,6% der Fälle und
- notwendige sekundäre Arthrodese in 2–5% der Fälle.

Jiang et al. [27] kamen deshalb in ihrer Metaanalyse zu dem Schluss, dass eine höhere Komplikationsrate bei der Opera-

tion vielleicht der für eine bessere Kalkaneusrekonstruktion mit besseren funktionellen Ergebnissen zu *zahlende Preis* ist.

Wichtige Erkenntnisse zum Thema Zusammenhang zwischen Operationsfallzahl und Komplikationsrate lieferte eine Metaanalyse, in welcher alle 21 relevanten kontrollierten Studien der Jahre 2000–2006 zusammengefasst wurden [37]. Die untersuchten 1656 Patienten wurden ohne Ausnahme offen operativ und nicht minimalinvasiv versorgt. Durchschnittlich führten die teilnehmenden Institute 0,8 Operationen pro Monat (95%-Konfidenzintervall: 0,2–4,6 Operationen pro Monat) durch. Dabei wurden bei 5,1% (95%-Konfidenzintervall: 0–19,9%) der Fälle Infektionen identifiziert. Auffällig war, dass die Häufigkeit der jeweils in einem Institut durchgeführten Eingriffe mit der Infektionsra-

Tab. 1 Klassifikationen von Fersenbeinfrakturen

Zur Klassifikation verwendete Kriterien	Quelle	Jahr
Anatomische und/oder radiologische Kriterien, z. T. auch nach Verletzungsmechanismus	Böhler [6]	1931
	Palmer [36]	1948
	Essex-Lopresti [15]	1952
	Warrick u. Brenner [58]	1953
	Widen [59]	1954
	Rowe et al. [43]	1963
	Soeur u. Remy [53]	1975
	Stephenson [54]	1987
Computertomographiebasierte Klassifikation	AO-Klassifikation [35]	1996
	Zwipp et al. [61]	1989
	Crosby u. Fitzgibbons [11]	1990
	Brunner et al. [9]	1992
	Sanders et al. [47]	1993
	Kuner et al. [31]	1995

AO Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

Tab. 2 Studien zur Anwendung von Knochenersatzmaterialien bei der Versorgung von Fersenbeinfrakturen

Knochenersatzmaterialien	Jahr	Studie
Kalziumphosphatzement (injizierbar)	1997	Kiyoshige et al. [30]
	1999	Thordarson et al. [57]
	2000	Schildhauer et al. [51]
	2002	Larsson u. Bauer [32]
	2005	Elsner et al. [13] Thordarson u. Bollinger [56]
Nanokristallines Hydroxylapatit	2006	Huber et al. [23]
Bioresorbierbare Kalziumphosphatpaste	2002	Sarkar et al. [45]
	2004	Bloemers et al. [5]
	2009	Johal et al. [28]
β-Trikalziumphosphatkeramik	2008	Jiang et al. [26]

te korrelierte: Je mehr Operationen pro Monat vorgenommen wurden, desto geringer war die Infektionsrate. Eine analoge Korrelation konnte auch zwischen der Arthrodesenrate und der Anzahl der monatlichen Operationen aufgezeigt werden. Im Durchschnitt wurde in 2,5% der Fälle (95%-Konfidenzintervall: 0–15,4%) eine Arthrodesen vorgenommen.

Plattenosteosynthese vs. minimalinvasive Operation

Im Rahmen der operativen Versorgung von Fersenbeinfrakturen stehen alternativ eine offene Plattenosteosynthese oder ein minimalinvasiver Eingriff zur Verfügung. Systematische Übersichtsarbeiten zur Frage, welches der beiden Verfahren Erfolg versprechender ist, zeigten, dass bis dato keine Studie mit Evidenzlevel 1 vorliegt [7, 12, 19, 49]. Es existieren jedoch

viele Arbeiten als prospektive Untersuchungen im Vergleich zum historischen Kollektiv.

Zusammengefasst weisen minimalinvasive Operationen zwar eine geringere Komplikationsrate auf, eine höhere Effektivität konnte für sie jedoch bisher nicht nachgewiesen werden. Epstein et al. [14] schlossen daher in ihrer systematischen Übersichtsarbeit, dass aufgrund der durchweg positiven Ergebnisse der Level-III- und -IV-Studien eine Grad-B-Empfehlung zur minimalinvasiven Technik einer adäquat reponierten Fraktur durch erfahrene Operateure bei einem vorsichtig ausgewählten Patientenkollektiv ausgesprochen werden kann.

Winkelstabile Platte

Bei der Plattenosteosynthese von Fersenbeinfrakturen stehen verschiedene Ver-

fahren zur Auswahl. So können eine winkelstabile Platte oder ein nichtwinkelstabiles Implantat zum Einsatz kommen (■ Abb. 4).

Bezüglich der Effektivität beider Behandlungsalternativen existieren lediglich 4 experimentelle Untersuchungen an Kadaverfüßen. Während Stoffel et al. [55] zeigen konnten, dass eine geringere Deformierung durch die Anwendung einer winkelstabilen Platte stattfand, identifizierten Redfern et al. [41], Blake et al. [4] und Illert et al. [25] keine signifikanten Unterschiede im Bereich der Anzahl der Zyklen bis zum Versagen der Platte, der Implantatlockerung, der Fragmentverschiebung oder der Implantatsteifigkeit. Lediglich Illert et al. [25] konnten eine höhere Steifigkeit der nichtwinkelstabilen Platte nachweisen. Sie schlossen daraus, dass die Platte zunächst mit der Spongiosaschraube zur Erhöhung der Steifigkeit an den Knochen angepresst und anschließend winkelstabile Schrauben eingebracht werden sollten.

Spongiosaplastik und Anwendung von Knochenersatzmaterialien

Der Einsatz von Spongiosaplastiken im Rahmen der Versorgung von Fersenbeinfrakturen wird nach wie vor kontrovers diskutiert. Mehrere Autoren bestreiten die Notwendigkeit der Defektauffüllung vollständig und begründen dies mit der regenerativen Kapazität von spongiösem Knochen [18, 34, 46]. Andere verwenden eine Spongiosaplastik für größere Defekte in hochinstabilen Frakturen [40, 62]. In einer prospektiv randomisierten Studie führte die Anwendung einer Spongiosaplastik zu keinen überlegenen Ergebnissen [33].

Eine Alternative zur körpereigenen Spongiosa stellen Knochenersatzmaterialien dar. Bezüglich des Benefits derselben ergaben Untersuchungen mit verschiedenen Knochenersatzmaterialien, dass nach Defektauffüllung eine frühzeitige Vollbelastung möglich ist (■ Tab. 2). Eine prospektiv randomisierte Studie an 28 Patienten mit Fersenbeinplattenosteosynthesen vs. 24 Patienten mit gleichartigen operativen Eingriffen inklusive der Applikation von injizierbarem Zement ergab jedoch keinen signifikanten Unterschied

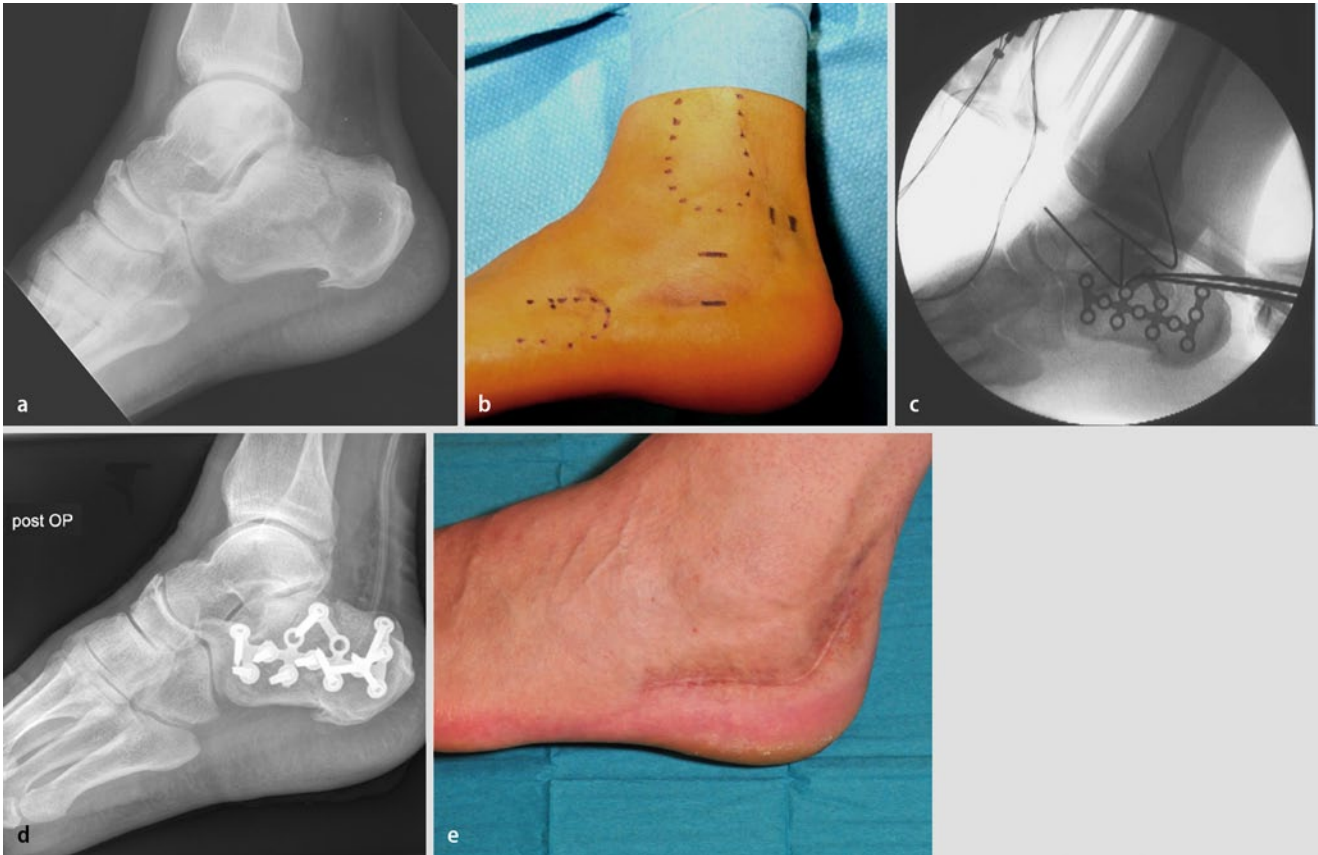


Abb. 4 ▲ Winkelstabile Plattenosteosynthese einer Fersenbeinfraktur: **a** konventionelle Röntgenaufnahme einer Fersenbeinfraktur unmittelbar nach dem Unfall, **b** Landmarks, **c** intraoperative Durchleuchtungsaufnahme zur Plattenpositionierung, **d** unmittelbar postoperative Röntgenkontrolle, **e** Weichteile nach Fadenzug und Weichteilkonsolidierung mit typischer Narbenkonfiguration

in Funktion und Schmerz nach 2 Jahren [28].

Primäre Arthrodese des subtalaren Gelenks

Sie kommt bei ausgeprägten Fersenbeintrümmerfrakturen in Frage, insbesondere wenn das Gelenk absehbar nicht mehr adäquat wiederhergestellt werden kann. Im klinischen Alltag wird sie nur selten durchgeführt. Laut Hüfner et al. [24] erhielten in den Jahren 1994–2004 lediglich 6 von 434 Patienten der Medizinischen Hochschule Hannover mit Fersenbeinfraktur eine primäre Arthrodese.

In einer systematischen Analyse der Literatur zwischen 1990 und 2010 wurden 128 primäre Arthrodese bei komplexer Gelenkerstörung mit einem durchschnittlichen Follow-up nach 28 Monaten identifiziert [50]. Die knöcherne Ausheilungsrate betrug 97%. In 75% der Fälle wurden gute bis exzellente Ergebnisse er-

zielt. Arbeitsfähigkeit erlangten anschließend 75–100% der Patienten. Aufgrund der insgesamt guten Resultate schlussfolgerte Schepers [50], dass die primäre Arthrodese bei der Wahl des operativen Verfahrens als Alternative mitberücksichtigt werden sollte.

Intraoperativ unterstützende Techniken

Intraoperativ können sowohl die offene Arthroskopie als auch die Nutzung einer 3D-Bildgebung die Beurteilung der adäquaten Reposition im Gelenkbereich unterstützen. Die Arthroskopie bietet dabei die Möglichkeit, frakturbedingte Stufen im Subtalargelenk während der offenen operativen Versorgung einer Fersenbeinfraktur effektiv mit einzuschätzen. Gavlik et al. [17] sowie Guerado et al. [21] konnten zeigen, dass eine solche arthroskopisch assistierte Fersenbeinfrakturversorgung kurzfristig exzellente Ergebnisse

aufweist. Langfristige Resultate mit größeren Fallzahlen fehlen jedoch in der Literatur. Rammelt et al. [39] demonstrierten einen Vorteil der intraoperativen offenen Arthroskopie: Mit ihrer Hilfe konnte in 22% der Fälle nachgewiesen werden, dass eine Nachreposition aufgrund verbliebener Gelenkstufen von 1–2 mm notwendig war und einzeitig durchgeführt werden konnte. Daraus schlussfolgerten Zwipp et al. [63], dass beim leisesten Zweifel einer subtalaren Inkongruenz eine offene Arthroskopie zu deren Überprüfung angezeigt ist.

In ausgewählten Fällen kann auch die Option einer minimalinvasiven arthroskopisch-assistierten fluoroskopisch kontrollierten Osteosynthese erwogen werden [52].

Die 3D-Bildgebung kommt bei der operativen Versorgung von Fersenbeinfrakturen ebenfalls als unterstützende Technik zum Einsatz, um das Repositionsergebnis der verletzten Gelenkan-



Abb. 5 ◀ Anpassung einer Fersenbeinentlastungsorthese mittels seitlichem Röntgenbild

teile analysieren und beurteilen zu können. Richter et al. [42] und Rübberdt et al. [44] untersuchten in mehreren Studien den Benefit dieser Methode. Ihren Ergebnissen zufolge wird mittels der intraoperativen 3D-Bildgebung eine Rate an fehlplatzierten Schrauben von 6–39% ermittelt. Franke et al. [16] konnten ergänzend dazu nachweisen, dass die intraoperative 3D-Bildgebung in 40,3% der untersuchten Fälle zudem die Notwendigkeit einer intraoperativen Revision infolge einer verbliebenen Gelenkinkongruenz aufzeigte. Bleibt eine solche bestehen, führt dies nach Angaben der Autoren zu signifikant schlechteren klinischen und radiologischen Ergebnissen.

Letztlich ist es demnach wichtig, dass die anatomische Reposition des Kalkaneus als wichtiger Prognosefaktor sozusagen *wasserdicht* erfolgt und ein intraoperativer Beweis der Gelenkreposition mittels Röntgen/C-Bogen, offener Arthroskopie oder 3D-Bildgebung stattfindet.

Nachbehandlung

In der Literatur sind verschiedene divergierende Nachbehandlungskonzepte zur postoperativen Versorgung von Fersenbeinfrakturen beschrieben. Zur Anwendung kommen u. a. komplett immobilisierende und entlastende Gehapparate, Unterarmgehstützen zur frühfunktionellen Therapie mit oder ohne frühzeitigem Belastungsaufbau sowie die Fersenbeinentlastungsorthese (FEO). Bei Letzterer erfolgt ein kontinuierlicher, geplanter Belastungsaufbau durch Druckpolster. Die optimale und individuelle Anpassung der Orthese an den verletzten Fuß ist dabei

unabdingbar und wird mittels seitlichem Röntgenbild überprüft (■ **Abb. 5**).

Epstein et al. [14] führten aus, dass der Effekt einer frühfunktionellen Bewegung auf das Outcome nach konservativ versorgten Fersenbeinfrakturen bislang noch umstritten ist (Evidenzlevel 5).

Kienast et al. [29] postulierten, dass der frühzeitige Belastungsaufbau sinnvoll ist. Die Autoren demonstrierten an 136 operativ versorgten Patienten mit einem Follow-up nach durchschnittlich 8,6 Monaten, dass Patienten der Gruppe A (versorgt in den Jahren 2002–2004; Anwendung einer Orthese mit 10 kg Belastung für 12 Wochen) im AOFAS-Score (AO-FAS: „American Foot and Ankle Society“) 81 Punkte erreichten. Patienten der Gruppe B (versorgt in den Jahren 2005–2007; mit 20 kg nach 6 Wochen, 40 kg nach 8 Wochen und Vollbelastung nach 10 Wochen) erzielten hingegen 84 Punkte.

Grosser [20] untersuchte in seiner Studie zur Ergebnisqualität 438 Patienten mit Fersenbeinfraktur aus BG- und Gutachtendaten. Er konnte zeigen, dass der frühzeitige Belastungsaufbau in einer großen Anzahl der Fälle nicht umgesetzt wird und die routinemäßige Versorgung mit Gehapparaten nicht zu einer Verkürzung der Dauer der Arbeitsunfähigkeit führt. Er wies aber darauf hin, dass in 57% der Fälle keine Daten zum Belastungsaufbau vorlagen und damit die Interpretation nur zurückhaltend möglich ist. Der Vorteil des Transfers und der Möglichkeit zur kurzstreckigen selbstständigen Mobilität insbesondere bei beidseitigen Verletzungen blieb jedoch unberücksichtigt.

Fazit für die Praxis

- Die Vielzahl von Klassifikationen im klinischen Gebrauch erschwert den Vergleich von Studien zu Fersenbeinfrakturen und das Aufstellen daraus abgeleiteter Behandlungsalgorithmen.
- Die zahlreichen Therapiemöglichkeiten, deren Wirksamkeit z. T. noch nicht (abschließend) durch wissenschaftliche Studien belegt ist, machen es ebenfalls nicht einfach, ein für den jeweiligen Patienten maßgeschneidertes, zielführendes Behandlungskonzept evidenzbasiert festzulegen.
- Nach Studienlage scheint die operative Versorgung der Gelenkfrakturen der konservativen Therapie überlegen zu sein, wobei die Frage nach dem optimalen Operationsverfahren noch nicht abschließend geklärt ist.
- Auf einen intraoperativen Beweis der Gelenkreposition – z. B. mittels Röntgen/C-Bogen, offener Arthroskopie oder intraoperativer 3D-Bildgebung – sollte nicht verzichtet werden.
- Infolge der Diffizilität und Komplexität der Behandlung der Fersenbeinfraktur scheint eine Therapie in Kliniken mit hoher Operationsfallzahl an Fersenbeinfrakturen vorteilhaft, nicht zuletzt, weil die Infektions- und sekundäre Arthrodesenrate in solchen Instituten signifikant niedriger zu sein scheint.

Korrespondenzadresse



Prof. Dr. D. Rixen
Klinik für Orthopädie und
Unfallchirurgie, BG-Unfallklinik
Duisburg GmbH,
Großenbaumer Allee 250,
47249 Duisburg
dieter.rixen@bgu-duisburg.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt für sich und seine Koautoren an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

- Andermahr J, Helling HJ, Rehm KE, Koebke Z (1999) The vascularization of the os calcaneum and the clinical consequences. *Clin Orthop Relat Res* 363:212–218
- Badillo K, Pacheco JA, Padua SO et al (2011) Multidetector CT evaluation of calcaneal fractures. *Radiographics* 31(1):81–92
- Benirschke SK, Sangeorzan BJ (1993) Extensive intra-articular fractures of the foot. Surgical management of calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res* 292:128–134
- Blake MH, Owen JR, Sanford TS et al (2011) Biomechanical evaluation of a locking and non-locking reconstruction plate in an osteoporotic calcaneal fracture model. *Foot Ankle Int* 32(4):432–436
- Bloemers FW, Stahl JP, Sarkar MR et al (2004) Bone substitution and augmentation in trauma surgery with a resorbable calcium phosphate bone cement. *Eur J Trauma* 30:17–22
- Böhler L (1931) Diagnosis, pathology and treatment of fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg* 13:75
- Bridgman SA, Dunn KM, McBride DJ, Richards PJ (2008) Interventions for treating calcaneal fractures. *Cochrane Database Syst Rev* 3:1–20
- Bruce J, Sutherland A (2013) Surgical versus conservative interventions for displaced intra-articular calcaneal fractures. *Cochrane Database Syst Rev* 1:1–31
- Brunner U, Kenn RW, Slawik J, Schweiberer L (1992) Die intraartikuläre Kalkaneusfraktur. *Unfallchirurg* 95(7):358–366
- Buckley R, Tough S, McCormack R et al (2002) Operative compared with non-operative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am* 84-A(10):1733–1744
- Crosby LA, Fitzgibbons T (1990) Computerized tomography scanning of acute intra-articular fractures of the calcaneus. A new classification system. *J Bone Joint Surg Am* 72(6):852–859
- Dhillon MS, Bali K, Prabhakar S (2011) Controversies in calcaneus fracture management: a systematic review of the literature. *Musculoskelet Surg* 95(3):171–181
- Elsner A, Jubel A, Prokop A et al (2005) Augmentation of intraarticular calcaneal fractures with injectable calcium phosphate cement: densitometry, histology, and functional outcome of 18 patients. *J Foot Ankle Surg* 44(5):390–395
- Epstein N, Chandran S, Chou L (2012) Current concepts review: intra-articular fractures of the calcaneus. *Foot Ankle Int* 33(1):79–86
- Essex-Lopresti P (1952) The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis. *Br J Surg* 39(157):395–419
- Franke J, Recum J von, Wendl K, Grützner PA (2013) Intraoperative dreidimensionale Bildgebung – nützlich oder notwendig? *Unfallchirurg* 116:185–190
- Gavlik JM, Rammelt S, Zwipp H (2002) The use of subtalar arthroscopy in open reduction and internal fixation of intra-articular calcaneal fractures. *Injury* 33(1):63–71
- Geel CW, Flemister AS Jr (2001) Standardized treatment of intra-articular calcaneal fractures using an oblique lateral incision and no bone graft. *J Trauma* 50(6):1083–1089
- Gougoulias N, Khanna A, McBride DJ, Maffulli N (2009) Management of calcaneal fractures: systematic review of randomized trials. *Br Med Bull* 92:153–167
- Grosser V (2011) Forschungsprojekt: Nachweis von Ergebnisqualität in der Berufsgenossenschaftlichen Heilbehandlung – Standardisierte EDV-gestützte Gutachtenauswertung als Grundlage der Qualitätssicherung und -verbesserung im Berufsgenossenschaftlichen Heilverfahren (FR81), Wissenschaftlicher Schlussbericht. Hamburg
- Gueroado E, Bertrand ML, Cano JR (2012) Management of calcaneal fractures – what have we learnt over the years? *Injury* 43(10):1640–1650
- Holz F (2000) Erfahrungen mit der Osteosynthese bei Fersenbeinfrakturen. *Trauma Berufskrankh* 2:442–447
- Huber FX, Hillmeier J, McArthur N et al (2006) The use of nanocrystalline hydroxyapatite for the reconstruction of calcaneal fractures: preliminary results. *J Foot Ankle Surg* 45(5):322–328
- Hüfner T, Geerling J, Gerich T et al (2007) Offene Reposition und Osteosynthese mit primärer subtalar Arthrorese bei intraartikulärer Kalkaneusfraktur. *Oper Orthop Traumatol* 19:155–169
- Illert T, Rammelt S, Drewes T et al (2011) Stability of locking and non-locking plates in an osteoporotic calcaneal fracture model. *Foot Ankle Int* 32(3):307–313
- Jiang SD, Jiang LS, Dai LY (2008) Surgical treatment of calcaneal fractures with use of beta-tricalcium phosphate ceramic grafting. *Foot Ankle Int* 29(10):1015–1019
- Jiang N, Lin QR, Diao XC et al (2012) Surgical versus nonsurgical treatment of displaced intra-articular calcaneal fracture: a meta-analysis of current evidence base. *Int Orthop* 36(8):1615–1622
- Johal HS, Buckley RE, Le IL, Leighton RK (2009) A prospective randomized controlled trial of a bioresorbable calcium phosphate paste (α -BSM) in treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Trauma* 67(4):875–882
- Kienast B, Gille J, Queitsch C et al (2009) Early weight bearing of calcaneal fractures treated by intraoperative 3D-fluoroscopy and locked-screw plate fixation. *Open Orthop J* 3:69–74
- Kiyoshige Y, Takagi M, Hamasaki M (1997) Bone-cement fixation for calcaneus fracture – a report on 2 elderly patients. *Acta Orthop Scand* 68(4):408–409
- Kuner EH, Bonnaire F, Hierholzer B (1995) Zur Klassifikation und Osteosynsetechnik der Kalkaneusfrakturen – der Fixateur externe als passagerer Distraktor. *Unfallchirurg* 98(6):320–327
- Larsson S, Bauer TW (2002) Use of injectable calcium phosphate cement for fracture fixation: a review. *Clin Orthop Relat Res* 395:23–32
- Longino D, Buckley RE (2001) Bone graft in the operative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: is it helpful? *J Orthop Trauma* 15(4):280–286
- O'Farrell DA, O'Byrne JM, McCabe JP, Stephens MM (1993) Fractures of the os calcis: improved results with internal fixation. *Injury* 24(4):263–265
- Orthopaedic Trauma Association (1996) Fracture and dislocation compendium. *J Orthop Trauma* [Suppl 1] 10
- Palmer I (1948) The mechanism and treatment of fractures of the calcaneus; open reduction with the use of cancellous grafts. *J Bone Joint Surg Am* 30A(1):2–8
- Poeze M, Verbruggen JP, Brink PR (2008) The relationship between the outcome of operatively treated calcaneal fractures and institutional fracture load – a systematic review of the literature. *J Bone Joint Surg Am* 90(5):1013–1021
- Prokop A, Müller S, Warnke T, Rehm KE (2007) Problem Fersenbeinfraktur. *Trauma Berufskrankh* 9(4):315–318
- Rammelt S, Gavlik JM, Barthel S, Zwipp H (2002) The values of subtalar arthroscopy in the management of intra-articular calcaneus fractures. *Foot Ankle Int* 23(10):906–916
- Rammelt S, Barthel S, Biewener A et al (2003) Calcaneus fractures. Open reduction and internal fixation. *Zentralbl Chir* 128(6):517–528
- Redfern DJ, Oliveira ML, Campbell JT, Belkoff SM (2006) A biomechanical comparison of locking and non-locking plates for the fixation of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 27(3):196–201
- Richter M, Geerling J, Zech S et al (2005) Intraoperative three-dimensional imaging with a motorized mobile C-arm (SIREMOBIL ISO-C-3D) in foot and ankle trauma care – a preliminary report. *J Orthop Trauma* 19(4):259–266
- Rowe CR, Sakellariades H, Freeman P, Sorbie C (1963) Fractures of os calcis: a long term follow-up study of one hundred forty-six patients. *JAMA* 184:920
- Rüberdt A, Hofbauer VR, Herbolt M et al (2009) 3D navigierte Fersenbeinosteosynthese. Offene und minimalinvasive Technik. *Unfallchirurg* 112(1):15–22
- Sarkar MR, Stahl JP, Wachter N et al (2002) Defect reconstruction in articular calcaneus fractures with a novel calcium phosphate cement. *Eur J Trauma*, 6:340–348
- Sanders R (2000) Displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am* 82(2):225–250
- Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A (1993) Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat Res* 290:87–95
- Sanders R, Koval KJ, Di Pasquale T et al (1993) Retrograde reamed femoral nailing. *J Orthop Trauma* 7(4):293–302
- Schepers T (2011) The sinus tarsi approach in displaced intra-articular calcaneal fractures: a systematic review. *Int Orthop* 35(5):697–703
- Schepers T (2012) The primary arthrodesis for severely comminuted intra-articular fractures of the calcaneus: a systematic review. *Foot Ankle Surg* 18(2):84–88
- Schildhauer TA, Bauer TW, Josten C, Muhr G (2000) Open reduction and augmentation of internal fixation with an injectable skeletal cement for the treatment of complex calcaneal fractures. *J Orthop Trauma* 14(5):309–317
- Schoepp C, Rixen D (2013) Arthroskopisch gestütztes Frakturmanagement – Oberes Sprunggelenk und Kalkaneus. *Unfallchirurg* 116:318–325
- Soeur R, Remy R (1975) Fractures of the calcaneus with displacement of the thalamic portion. *J Bone Joint Surg Br* 57(4):413–421
- Stephenson JR (1987) Treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneus using medial and lateral approaches, internal fixation, and early motion. *J Bone Joint Surg Am* 69(1):115–130
- Stoffel K, Booth G, Rohrl SM, Kuster M (2007) A comparison of conventional versus locking plates in intra-articular calcaneus fractures: a biomechanical study in human cadavers. *Clin Biomech* 22(1):100–105
- Thordarson DB, Bollinger M (2005) SRS cancellous bone cement augmentation of calcaneal fracture fixation. *Foot Ankle Int* 26(5):347–352
- Thordarson DB, Hedman TP, Yetkinler DN et al (1999) Superior compressive strength of a calcaneal fracture construct augmented with remodelable cancellous bone cement. *J Bone Joint Surg Am* 81(2):239–246
- Warrick CK, Brenner AE (1953) Fractures of the calcaneum, with an atlas illustrating the various types of fracture. *J Bone Joint Surg Br* 35-B(1):33–45
- Widen A (1954) Fractures of the calcaneus: a clinical study with special reference to the technique and results of open reduction. *Acta Chir Scand Suppl* 188:1–119
- Zwipp H, Rammelt S (2003) Posttraumatic deformity correction at the foot. *Zentralbl Chir* 128(3):218–226
- Zwipp H, Tscherne H, Wülker N, Grote R (1989) Der intraartikuläre Fersenbeinbruch: Klassifikation, Bewertung und Operationstaktik. *Unfallchirurg* 92(3):117–129
- Zwipp H, Tscherne H, Thermann H, Weber T (1993) Osteosynthesis of displaced intra-articular fractures of the calcaneus. Results in 123 cases. *Clin Orthop Relat Res* 290:76–86
- Zwipp H, Rammelt S, Barthel S (2005) Kalkaneusfraktur. *Unfallchirurg* 108:737–748