

Redaktion

P. Biberthaler, München
T. Gössling, Braunschweig
T. Mittlmeier, Rostock



CrossMark



3 Punkte sammeln auf...

[springermedizin.de/
eAkademie](http://springermedizin.de/eAkademie)

Teilnahmemöglichkeiten

Diese Fortbildungseinheit steht Ihnen als e.CME und e.Tutorial in der Springer Medizin e.Akademie zur Verfügung.

- e.CME: kostenfreie Teilnahme im Rahmen des jeweiligen Zeitschriftenabonnements
- e.Tutorial: Teilnahme im Rahmen des e.Med-Abonnements

Zertifizierung

Als Zeitschriftenabonnent von *Der Orthopäde* oder *Der Unfallchirurg* können Sie kostenlos alle e.CMEs der beiden Zeitschriften nutzen:

24 e.CMEs pro Jahr.

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Hinweis für Leser aus Österreich

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die in der e.Akademie erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH
Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
E-Mail: kundenservice@springermedizin.de

CME Zertifizierte Fortbildung

S. Rammelt¹ · M. Amlang¹ · A.K. Sands² · M. Swords³

¹ UniversitätsCentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden, Dresden, Deutschland

² New York Presbyterian Hospital – Lower Manhattan Hospital, New York, NY, USA

³ Michigan Orthopedic Center, East Lansing, MI, USA

Neue Techniken in der operativen Versorgung von Calcaneusfrakturen

Zusammenfassung

Die ideale Therapie dislozierter, intraartikulärer Calcaneusfrakturen wird kontrovers diskutiert. Aufgrund der sehr variablen Fraktur-anatomie und der vulnerablen Weichteildeckung ist ein individuelles Behandlungskonzept angezeigt. Zur Minimierung von Wundrandnekrosen bei Verwendung des erweitert-lateralen Zugangs sind für ausgewählte Frakturen perkutane oder weniger invasive Osteosynthesen, die eine Kontrolle der Gelenkreposition über einen Sinus-tarsi-Zugang erlauben, eine gute Alternative. Hierfür stehen neben Schrauben intramedulläre, verriegelbare Nägel und modifizierte, eingeschobene Platten zur Verfügung. Die genaue Kenntnis der 3-dimensionalen Anatomie des Calcaneus und der offenen Repositionsmanöver ist Voraussetzung für gute Ergebnisse mit weniger invasiven Techniken. Unabhängig von der Art der Osteosynthese ist eine frühfunktionelle Nachbehandlung anzustreben. Periphere Frakturen des Calcaneus entstehen häufig nach (Sub-)Luxationen im Subtalar- und im Chopart-Gelenk. Sie werden nicht selten übersehen und resultieren unbehandelt in schmerzhaften Arthrosen. Ist eine exakte anatomische Reposition dieser Gelenkfrakturen nicht möglich, ist die Resektion nichtrefixierbarer Fragmente indiziert.

Schlüsselwörter

Luxationen · Osteosynthese · Postoperative Komplikationen · Sustentaculum · Processus anterior

Lernziele

Nach der Lektüre dieses Beitrags ...

- verstehen Sie historische und aktuelle Entwicklungen in der Behandlung von Calcaneusfrakturen.
- kennen Sie die verschiedenen operativen Zugänge zur Therapie dislozierter, intraartikulärer Calcaneusfrakturen.
- können Sie für verschiedene Frakturformen differenzierte Behandlungspfade entwerfen.
- sind Sie insbesondere mit weniger invasiven Repositions- und Osteosynthesetechniken vertraut.
- kennen Sie den Entstehungsmechanismus und das Management peripherer Calcaneusfrakturen.

Einleitung

Die optimale Therapie dislozierter, intraartikulärer Calcaneusfrakturen ist seit über 150 Jahren Gegenstand kontroverser Diskussionen. Neben der komplexen Anatomie des unregelmäßig geformten Fersenbeins und seiner Gelenkfacetten macht die sowohl einzigartige als auch **vulnerable Weichteilbedeckung** die operative Versorgung von Calcaneusfrakturen zu einer echten Herausforderung für den Chirurgen. Wohl keine andere Fraktur des menschlichen Skeletts hat einen derart häufigen Wechsel der Therapieverfahren hinter sich, und bei genauer Analyse der Literatur wird man feststellen, dass es kaum ein operatives Verfahren gibt, das nicht in der Vergangenheit schon in irgendeiner Form zur Anwendung kam [1]. Goff beschrieb und illustrierte bereits 1938 in einer sehr gut recherchierten und dennoch unvollständigen Übersichtsarbeit nach Durchsicht von 156 Beiträgen zur Behandlung des Fersenbeinbruchs aus der Literatur von 1720 bis 1936 allein über 40 verschiedene operative Verfahren, die in der Zeit zwischen 1905 und 1936 propagiert wurden [2].

Die meisten Verfahren beinhalteten perkutane oder **minimal-invasive Techniken**, da zu dieser Zeit mit einer offenen Osteosynthese inakzeptabel hohe Infektionsraten mit z. T. katastrophalen Komplikationen gesehen wurden [3]. Es folgte eine lange Phase des überwiegenden chirurgischen Nihilismus mit vornehmlich konservativer Therapie bzw. primärer Arthrodese des Subtalgelenks in den 1950er und 1960er Jahren [4].

Zwischen 1905 und 1936 wurden über 40 verschiedene operative Verfahren zur Behandlung des Fersenbeinbruchs propagiert

Ab den späten 1970er Jahren kamen mit der Verfügbarkeit der CT wieder vermehrt operative Verfahren zum Einsatz

New techniques in the operative treatment of calcaneal fractures

Abstract

The ideal treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures is still controversially discussed. Because of the variable fracture patterns and the vulnerable soft tissue coverage an individual treatment concept is advisable. In order to minimize wound edge necrosis associated with extended lateral approaches, selected fractures may be treated percutaneously or in a less invasive manner while controlling joint reduction via a sinus tarsi approach. Fixation in these cases is achieved with screws, intramedullary locking nails or modified plates that are slid in subcutaneously. A thorough knowledge of the three dimensional calcaneal anatomy and open reduction maneuvers is a prerequisite for good results with less invasive techniques. Early functional follow-up treatment aims at early rehabilitation independent of the kind of fixation. Peripheral fractures of the talus and calcaneus frequently result from subluxation and dislocation at the subtalar and Chopart joints. They are still regularly overlooked and result in painful arthritis if left untreated. If an exact anatomical reduction of these intra-articular fractures is impossible, resection of small fragments is indicated.

Keywords

Dislocation · Fracture fixation, internal · Postoperative complications · Sustentaculum · Anterior process

Ab den späten 1970er Jahren kamen v. a. mit der Verfügbarkeit der CT wieder vermehrt operative Verfahren zum Einsatz. Nach gründlicher Analyse des Verletzungsmusters strebten diese eine **offene Reposition** über ausgedehnte Zugänge und anatomische Rekonstruktion sowohl der Form des Calcaneus als auch seiner Gelenkflächen an [5, 6, 7]. Parallel dazu wurden immer wieder **perkutane Verfahren** mit verschiedenen Formen der Distraction und Kirschner-Draht-Osteosynthese praktiziert [8, 9].

In den vergangenen Jahren wurde mit aufwendigen prospektiven randomisierten Studien versucht, evidenzbasierte Empfehlungen für die Therapie dislozierter, intraartikulärer Calcaneusfrakturen zu erstellen [10, 11, 12]. Zwar lassen sich für einige Aspekte der Behandlung tatsächlich praxisrelevante Erkenntnisse aus diesen Studien gewinnen, dennoch zeigen sich bei genauer Betrachtung auch die Grenzen dieser Methodik auf unfallchirurgischem Gebiet: relativ geringe Rekrutierungszahlen über einen großen Zeitraum, daraus folgend eine oft geringe Zahl von Eingriffen pro Operateur und relativ wenig Patienten pro Subgruppe bei detaillierter Analyse der sehr variablen Frakturen, was eine sinnvolle statistische Auswertung erschwert [13].

So wurden in 2 kürzlich erschienenen Studien [10, 12] lediglich eine bis 2 Frakturen pro Operateur jährlich versorgt. Dies ist bei einer Verletzung mit einer nachweislich flachen Lernkurve [7, 14, 15] ein gewichtiger Nachteil sowohl bezüglich der Versorgungsqualität als auch möglicher Komplikationen. Dementsprechend fanden sich bei 22–40 % der operativ versorgten Patienten verbleibende Gelenkstufen von mehr als 2 mm, die mit einer signifikanten Lastumverteilung im Subtalargelenk und einem erheblichen Arthroserisiko assoziiert sind [16, 17]. Eine operative Therapie, die keine **anatomische Reposition** ergibt, vereinigt somit die Nachteile des operativen und des konservativen Vorgehens in sich. Sowohl die Post-hoc-Analyse [18] der Patienten der Studie von Ågren et al. [10] als auch die Subgruppenanalyse der Studie von Buckley et al. [11] ergaben bei den operativ versorgten Patienten signifikant bessere Resultate nach anatomischer Reposition bzw. einer Gelenkstufe von weniger als 2 mm. Dies deckt sich mit den Ergebnissen nichtrandomisierter klinischer Studien, die gezeigt haben, dass folgende Parameter Voraussetzungen für ein gutes klinisches Ergebnis sind:

anatomische Wiederherstellung der äußeren Form des Calcaneus [19, 20, 21, 22] und exakte Rekonstruktion der Gelenkflächen [15, 19, 23, 24, 25, 26].

Auffällig war zudem die hohe Rate an **Weichteilkomplikationen** bei den operativ versorgten Patienten in der Studie von Griffin et al. [12], die die Ergebnisse zuungunsten dieser Gruppe beeinflusst haben dürfte.

Das relativ häufige Auftreten von Wundheilungsstörungen, Wundrandnekrosen und oberflächlichen Infektionen sind prinzipielle Nachteile des regelmäßig verwendeten ausgedehnt-lateralen Zugangs, das sich auch bei sorgfältiger Präparation nicht ganz vermeiden lässt [25]. Die Zahlen in der Literatur schwanken zwischen 1 und 25 % bei vermutlich unterschiedlicher Bewertung des klinischen Befunds [5, 7, 25, 27]. Kommt es zu oberflächlichen und tiefen Infektionen mit der Notwendigkeit von **wiederholten Débridements**, kann dies aufgrund des vulnerablen und mit gleichwertigem Gewebe nichtersetzbaren hochspezialisierten Weichteilmantels an der Ferse zu schwerwiegenden Folgen für den betroffenen Patienten führen.

Darüber hinaus führen ausgedehnte Zugänge unweigerlich zu intra- und extraartikulären Verwachsungen mit entsprechenden Funktionseinschränkungen, die weitere Eingriffe wie die Implantatentfernung, Tenolyse der Peronealsehnen und Arthrolyse des Subtalargelenks erfordern [28]. Aus diesem Grund kam es in den vergangenen Jahren erneut zu einer Renaissance perkutaner und weniger invasiver Verfahren, die im Folgenden genauer betrachtet werden.

Perkutane Osteosynthesen

Wie einleitend dargestellt, haben perkutane Osteosyntheseverfahren das operative Spektrum der Behandlung von intraartikulären Calcaneusfrakturen nie ganz verlassen. Zahlreiche Autoren haben in den 1970er und 1980er Jahren ausschließlich **perkutane Kirschner-Draht-Osteosynthesen** unabhängig von der individuellen Frakturform durchgeführt. Die Ergebnisse waren entsprechend durchwachsen. Es wurden 65–73 % gute bis sehr gute Ergebnisse mithilfe des Scores nach Merle d'Aubigné ermittelt, der als modifizierter Hüft-Score zu eher schmeichelhaften Resultaten tendiert [8, 29]. Die Infektionsrate betrug in der Serie von Buch [8] trotz des perkutanen Verfahrens 3,5 %, in 22 % der Fälle wurde eine Migration der Kirschner-Drähte gesehen. In der Studie von Poigenfürst

Bei 22–40 % der operativ versorgten Patienten fanden sich in 2 randomisierten Studien verbleibende Gelenkstufen > 2 mm

Wundheilungsstörungen sind bei Verwendung des ausgedehnt-lateralen Zugangs selbst bei sorgfältiger Präparation nicht völlig vermeidbar

Ausgedehnte Zugänge führen unweigerlich zu Verwachsungen mit entsprechenden Funktionseinschränkungen

Bei ausschließlicher perkutaner Reposition und Kirschner-Draht-Osteosynthese aller Calcaneusfrakturen treten relativ häufig Komplikationen auf

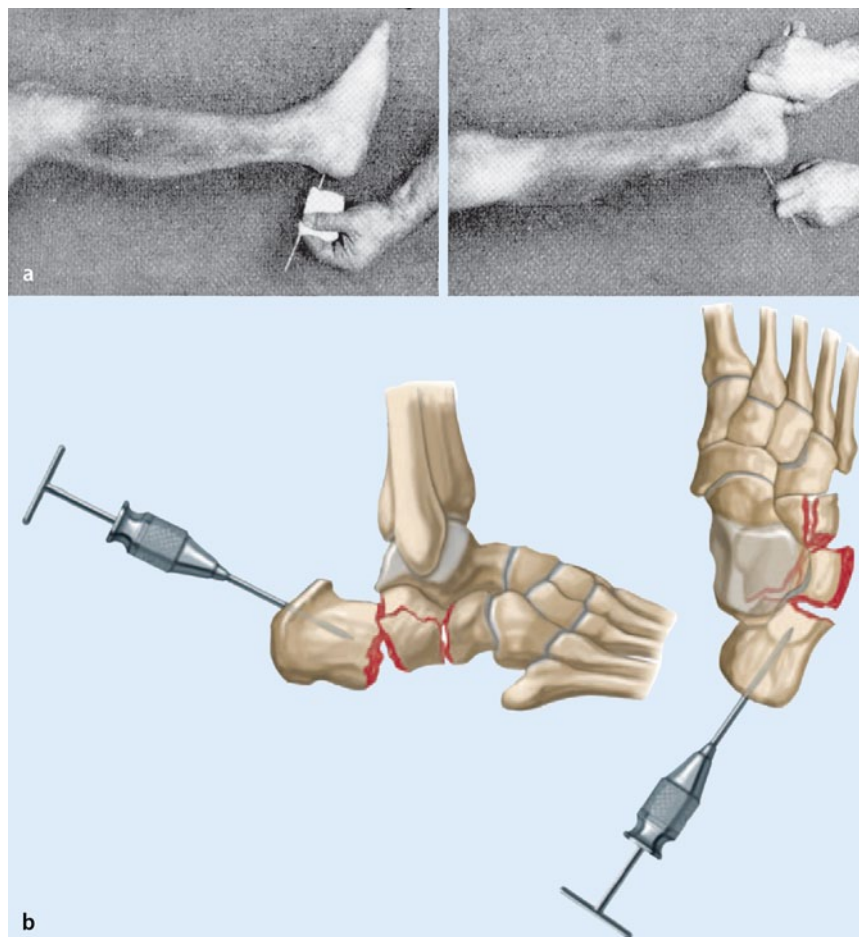


Abb. 1 ▲ **a,b** Perkutanes Repositionsmanöver des Tuber calcanei nach Westhues [53], erstmals vorgestellt 1934. (**b** aus [45])

und Buch [29] fanden sich bei der Evaluation in 38 % der Fälle verbliebene Gelenkstufen und sogar in 71 % der Fälle ein Repositionsverlust.

Verschiedene Autoren berichteten über die Wiederherstellung der Geometrie des Calcaneus mithilfe eines medialen Dreipunkt-Fixateurs und **perkutaner Schraubenosteosynthese** in der Technik von Forgon und Zadavec [9, 30, 31]. Die mittelfristigen Resultate waren mehrheitlich gut bis sehr gut (72 bzw. 73 %), allerdings entwickelten in einer Serie 5 von 39 Patienten (13 %) eine Infektion, 3 davon eine **Osteitis**. Die Reposition des Subtalgelenks wurde nicht explizit erwähnt. Bereits nach einem Jahr wurde bei 15 % der Patienten eine **sekundäre Subtalararthrose** erforderlich [31].

Stulik et al. [32] konnten nach eigenen Angaben mit rein perkutaner Reposition und Kirschner-Draht-Osteosynthese bei 212 von 287 intraartikulären Calcaneusfrakturen eine anatomische Wiederherstellung mit einer Gelenkstufe von weniger als 2 mm erzielen. Die in der Publikation ersichtlichen Abbildungen zeigen allerdings keine anatomische Reposition. Mit dem Creighton-Nebraska Health Foundation Assessment Score wurden bei 127 von 176 (72 %) nachuntersuchten Patienten gute bis sehr gute Ergebnisse gefunden, allerdings auch Repositionsverluste in 4,5 % und tiefe Infektionen in 1,7 % der Fälle.

Ein entscheidender Nachteil aller genannten perkutanen Verfahren ist die fehlende direkte Kontrolle insbesondere der Gelenkreposition. Hierfür haben sich in den vergangenen Jahren die **subtalare Arthroskopie** und dreidimensionale intraoperative bildgebende Verfahren etabliert.

Das Repositionsmanöver von Westhues aus dem Jahr 1934 ■ **Abb. 1** wurde von Tornetta 1998 als „Essex-Lopresti-Manöver“ und insbesondere für „**Tongue-type**“-Frakturen wiederentdeckt, bei denen die posteriore Gelenkfacette als Ganzes disloziert ist (Sanders-Typ 2C) und mit dem Tuberfragment in Verbindung steht [33]. Es dient auch heute bei der offenen, weniger invasiven und perkutanen Osteosynthese der Wiederherstellung der 3-dimensionalen Geometrie des Calcaneus.

Entscheidender Nachteil der perkutanen Verfahren ist die fehlende direkte Kontrolle der Gelenkreposition

Die Ergebnisse mit dem Westhues / Essex-Lopresti-Manöver waren in 87 % der ausgewählten Frakturen gut bis sehr gut

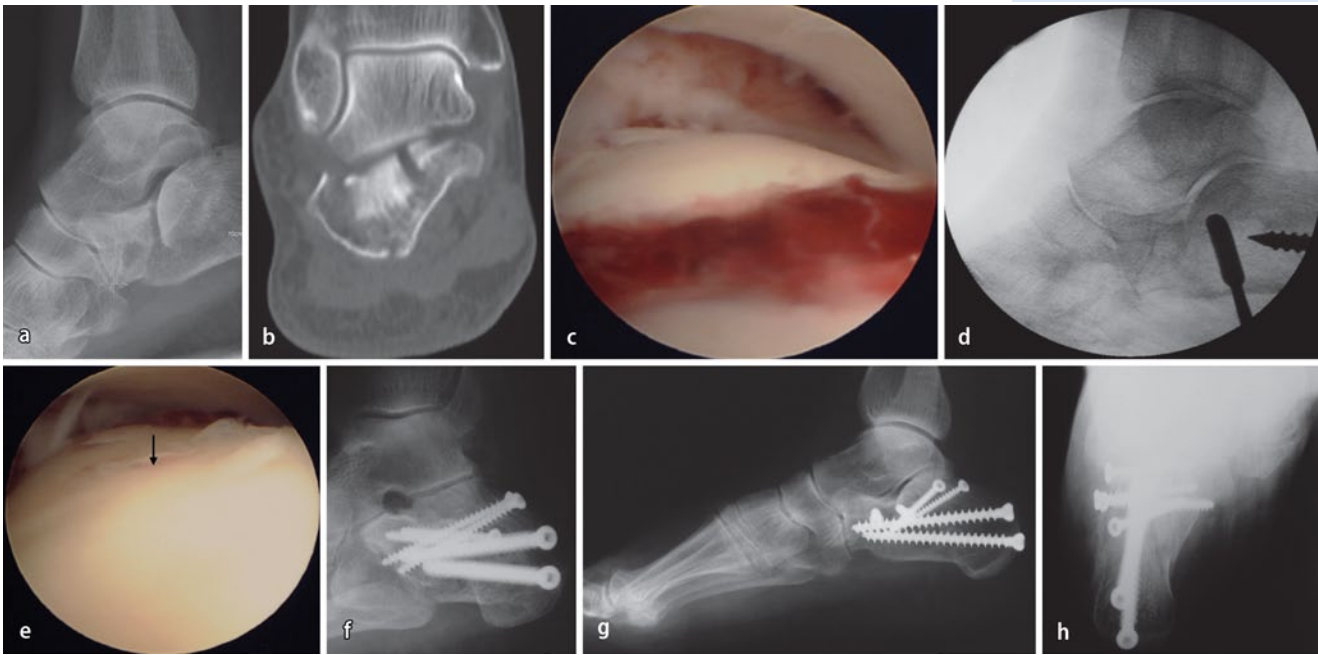


Abb. 2 ▲ Perkutane Reposition einer Fraktur vom Sanders-Typ 2B (a,b) mit dem Westhues-Manöver und zusätzlicher Manipulation des posterioren Facettenfragmentes durch ein Raspatorium sowie arthroskopischer Kontrolle der anatomischen Gelenkreposition (c–e) und Schraubenosteosynthese (f–h). (Aus [34])

Die Ergebnisse waren in 87 % der ausgewählten Frakturen gut bis sehr gut. Nach den anfänglich beobachteten Pin-Infektionen bei der Verwendung von Steinmann-Nägeln wechselte der Autor später auf kanülierte Schrauben. Im eigenen Vorgehen wurde dieses Verfahren mit einer subtalaren Arthroskopie kombiniert und konnte dadurch auch auf Frakturen mit intraartikulärer Verwerfung ausgeweitet werden (Sanders-Typen 2A und 2B, [28]).

In einer Serie von 24 Patienten mit Frakturen der Sanders-Typen 2A und 2B, die mit perkutaner, arthroskopisch-gestützter Schraubenosteosynthese (■ Abb. 2) versorgt worden waren, wurden durchschnittlich 29 Monate postoperativ ausschließlich gute und sehr gute Ergebnisse mit dem Score der American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS; Mittelwert 92,1) gesehen. Wundkomplikationen traten nicht auf [34]. Die Autoren führten einen Vergleich mit Frakturen ähnlicher Schwere, die in einem vorangegangenen Zeitraum mithilfe der Plattenosteosynthese über einen erweitert-lateralen Zugang versorgt worden waren, durch. Bei vergleichbaren klinischen und radiologischen Scores zeigten sich eine signifikant verkürzte Hospitalisations- und Rehabilitationsdauer sowie verbesserte Rückfußbeweglichkeit in der Nachuntersuchung [34].

Die positiven Ergebnisse mit dieser Technik konnten mittlerweile auch von weiteren Arbeitsgruppen bestätigt werden [35, 36, 37]. Voraussetzung für einen Erfolg der perkutanen Osteosynthese ist die **ausreichende Erfahrung** sowohl in der offenen Fersenbein Chirurgie als auch in der arthroskopischen Chirurgie.

Bei sorgfältiger Patientenselektion, sicherer Repositionstechnik und zuverlässiger Kontrolle der Gelenkrekonstruktion lassen sich mit perkutanen Verfahren exzellente Ergebnisse erzielen. Die Weichteilirritation ist minimiert und die Rehabilitationsdauer verkürzt. Eine unkritische Ausweitung der Indikation auf hochgradig instabile und multifragmentäre Frakturen birgt das Risiko einer inadäquaten Reposition und instabiler Osteosynthese mit der Gefahr von Drahtmigration, Repositionsverlust und postoperativer Infektion.

Werden hochgradig instabile Frakturen mithilfe der perkutanen Schrauben- oder Drahtosteosynthese versorgt, wird gelegentlich eine **prolongierte Gelenktransfixierung** mit Kirschner-Drähten empfohlen [38, 39]. Dadurch werden jedoch zum einen intakte Gelenkflächen penetriert und zum anderen die frühfunktionelle Nachbehandlung verhindert und somit ein entscheidender Vorteil der minimalinvasiven Verfahren wieder aufgehoben [40].

Lässt sich trotz wiederholter perkutaner Manöver keine anatomische Reposition erzielen, sollte frühzeitig die Konversion auf eine offene Reposition erfolgen, wenn möglich unter Ausnutzung der

Die perkutane, arthroskopisch-gestützte Schraubenosteosynthese führt bei ausgewählten Frakturen zu exzellenten Ergebnissen

Bei ausbleibendem Erfolg perkutaner Manöver sollte frühzeitig zur offenen Reposition gewechselt werden

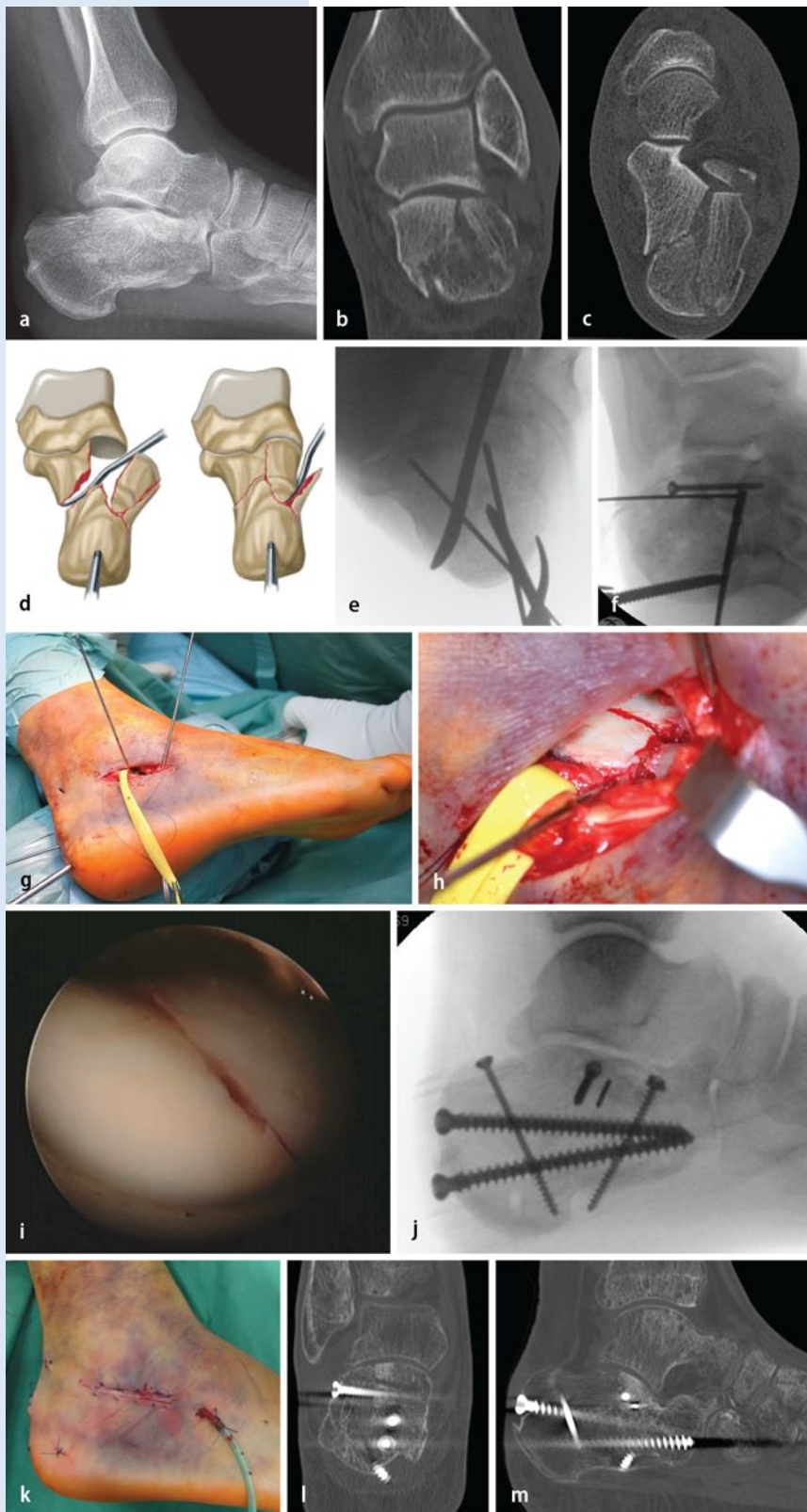


Abb. 3 ◀ **a–c** Weniger invasive Osteosynthese einer Fraktur vom Sanders-Typ 2A mit deutlicher Verkippung in der posterioren Gelenkfacette. **d** Der Schlüssel zur Reposition des Subtalargelenks ist die Rekonstruktion der medialen Wand. **e** Hierzu wird das Tuberfragment mithilfe der Westhues-Schraube und eines über die Fraktur eingeführten Elevatoriums unter das mediale Sustentaclulumfragment manipuliert und temporär transfixiert. **f–g** Anschließend erfolgen die Reposition der lateralen Facettenfragmente und die Fixierung desselben mit Schraube und verlorener Kirschner-Draht. **h** Die anatomische Gelenkreposition lässt sich gut über den Sinus-tarsi-Zugang kontrollieren, die Peronealsehnen sind angeschlungen und nach plantar weggehalten. **i** Die schlecht einsehbaren hinteren Anteile des Subtalargelenks lassen sich durch eine offene Arthroskopie gut kontrollieren. **j** Die perkutane Schraubenosteosynthese folgt dem individuellen Frakturmuster. **k** Postoperative Weichteilverhältnisse, **l,m** Computertomographiekontrolle der anatomischen Reposition. (**d** aus [45])

Arthroskopieportale. Wird der günstige Zeitpunkt zur Konversion durch mehrfache, frustrane Repositionsversuche mit laufender Arthroskopie verpasst, kann aufgrund der dann erheblichen **Weichteilschwellung** ggf. ein zweiter Eingriff erforderlich werden [34].

Weniger invasive Osteosynthesen

Erscheint eine rein perkutane Reposition aufgrund der Frakturatomie nicht möglich oder sinnvoll, kann als Alternative zum erweitert-lateralen Zugang eine weniger invasive Osteosynthese über einen modifizierten lateralen Zugang erfolgen. Jedoch ist auch hierbei die lokale Anatomie zu berücksichtigen.

Der „direkte laterale“ Zugang nach Palmer, auch **Kocher-Zugang** genannt, hat trotz seiner geringeren Ausdehnung nicht zu einer erkennbaren Reduktion der Wundkomplikationen beigetragen [19, 41, 42, 43]. Dies liegt vermutlich daran, dass dieser Zugang direkt durch das Versorgungsgebiet (Angiosom) der A. calcanea lateralis und den Verlauf des N. suralis zieht. Zudem verläuft er direkt über den Peronealsehnen, die dadurch zu Verwachsungen neigen. Daher wird für die weniger invasive Osteosynthese ein modifizierter lateraler Zugang empfohlen, die oberhalb der Peronealsehnen genau über dem Sinus tarsi liegt, und somit weder die neurovaskulären Strukturen noch die Peronealsehnen direkt irritiert (■ **Abb. 3**). Dieser Zugang bietet auch den Vorteil einer direkten Einsicht von oben auf den vorderen Anteil des Subtalargelenks und somit einer **effektiven Repositionskontrolle**. Die Peronealsehnen werden in ihrer Sehnenscheide nach plantar weggehalten sowie das Gelenk und die primären Frakturlinien vom Sinus tarsi aus dargestellt. Die A. calcanea lateralis verläuft auf Höhe des Peronealsehnenlagers durchschnittlich 2 mm vom Oberrand des oberen Peronealsehnen-Retinaculums entfernt. Deswegen sollte die Präparation nach proximal bis maximal zum oberen Peronealsehnen-Retinaculum erweitert werden [41]. Nach distal hin kann der Zugang bei Notwendigkeit problemlos bis zum Calcaneocuboidgelenk geführt werden.

Die prinzipiellen Repositionsschritte bei der Verwendung des **Sinus-tarsi-Zugangs** entsprechen denjenigen bei der offenen Reposition über einen ausgedehnt-lateralen Zugang.

In einem ersten Schritt müssen die Hauptfragmente voneinander gelöst werden, wozu eine perkutan in das Tuber calcanei eingebrachte Schanz-Schraube dient (**Westhues-Manöver**). Anschließend muss das Tuberfragment unter das Sustentaculum-tragende Fragment reponiert werden. Dadurch wird die mediale Wand wiederhergestellt und Platz für die lateralen Gelenkfragmente geschaffen. Das Einbringen eines Elevatoriums durch die Fraktur sowie das Ausräumen von kleinsten Knochenfragmenten und organisiertem Hämatom erleichtern das Vorgehen. Anschließend erfolgt die Rekonstruktion der Gelenkfläche unter Sicht von medial nach lateral. Die schlecht einsehbaren medialen und posterioren Anteile der subtalaren Gelenkfacette können mithilfe der offenen Arthroskopie oder der **3D-Bildwandlerkontrolle** auf eine exakt anatomische Reposition überprüft werden. Schließlich wird die Feinreposition des Tuber calcanei gegen den Gelenkblock sowie den Processus anterior vorgenommen. Die reponierten Fragmente werden jeweils temporär mit Kirschner-Drähten gegeneinander fixiert.

Die Osteosynthese wird individuell an die Frakturatomie angepasst. Zum Einsatz kommen neben z. T. perkutan platzierten Schrauben neu entwickelte Implantate wie eingeschobene modifizierte Platten oder Calcaneusnägel als **intramedulläre Kraftträger**.

Bei ausreichender Knochenqualität und einfachen Frakturformen ist eine alleinige Schraubenosteosynthese ausreichend. Kleinere Gelenkfragmente können auch definitiv mit verlorenen Kirschner-Drähten retiniert werden. Hierzu werden diese bündig zur medialen Kortikalis eingebracht und an der lateralen Kortikalis gekürzt. In vielen Fällen ist eine Kombination der genannten Verfahren sinnvoll [1, 40, 44]. Eine anatomisch an den Gissane-Winkel angepasste Calcaneusplatte kann über den Sinus-tarsi-Zugang eingeschoben und je nach Plattenlänge dann z. T. perkutan fixiert werden (■ **Abb. 4**). Zusätzliche, über Stichinzision eingebrachte Schrauben stabilisieren das Tuberfragment zum Gelenkblock und zum Processus anterior. Bei **osteoporotischem Knochen** ist nach Schraubenfixierung der Gelenkfragmente die Einbringung eines Calcaneusnagels als intramedullärer Kraftträger eine gute Alternative. Je nach Modell erlaubt dieser eine stabile Verankerung der verschiedenen Fragmente, insbesondere zum Sustentaculum tali als kräftigstem Anteil des Calcaneus [45]. Zur detaillierten Technik wird auf den nachfolgenden Artikel verwiesen [46]. Für die genaue Kontrolle des Repositionsergebnisses nach weniger invasiver Osteosynthese empfiehlt sich wiederum ein 3-dimensionales bildgebendes Verfahren.

Der empfohlene modifizierte laterale Zugang liegt oberhalb der Peronealsehnen auf Höhe des Sinus tarsi

Die Rekonstruktion der Gelenkfläche erfolgt unter Sicht von medial nach lateral

Die Osteosynthese wird individuell an die Frakturatomie angepasst

Bei ausreichender Knochenqualität und einfachen Frakturformen ist eine alleinige Schraubenosteosynthese ausreichend

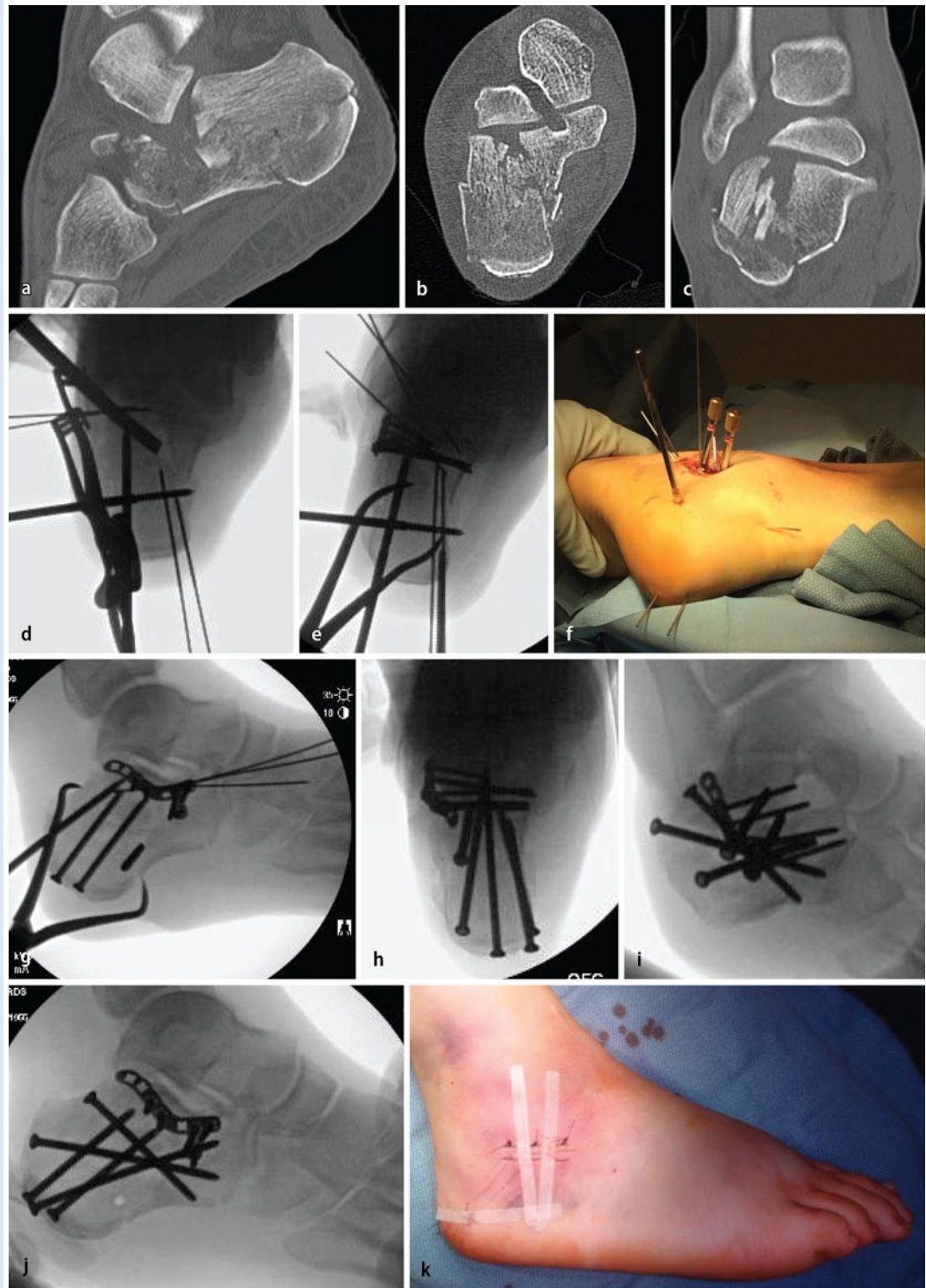


Abb. 4 ▲ **a–c** Weniger invasive Osteosynthese einer Fraktur vom Sanders-Typ 3AB. Auch hier erfolgen zunächst die Reposition des Tuberfragments unter das Sustentaculumfragment (**d**) und die Kirschner-Draht-Fixierung der medialen Fersenbeinwand. Die Schanz-Schraube wurde in diesem Fall von lateral in das Tuberfragment eingebracht. **e** Nun erst ist die Rekonstruktion der Gelenkfragmente möglich. **f–g** Plantares und oberes Tuberfragment werden mithilfe einer übergreifenden Zange gegeneinander reponiert, und eine anatomisch angepasste Calcaneusplatte wird über den Sinus-tarsi-Zugang eingeschoben. **h–j** Die Osteosynthese wird vom Tuber aus perkutan eingebrachten Schrauben komplettiert. **k** Der Zugang wird gewebeschonend adaptiert

Periphere Frakturen des Calcaneus

Eine Sonderform der Calcaneusfrakturen stellen die Frakturen des Sustentaculum tali ohne Beteiligung des lateralen Calcaneuskörpers dar.

Diese entstehen häufig im Rahmen von (Sub-)Luxationsereignissen im Subtalar- oder im Chopart-Gelenk [1, 47]. Entsprechend lassen sich in vielen Fällen Begleitverletzungen an diesen Gelenken, wie z. B. Frakturen des Processus fibularis tali, des Processus anterior calcanei oder des Taluskopfes in der CT nachweisen. In einer eigenen Serie wiesen 87 % der Patienten zusätzliche Frakturen am selben Fuß und Sprunggelenk auf [47]. Nicht selten werden diese Frakturen in der Röntgendiagnostik übersehen und können unbehandelt zu Arthrosen im Subtalgelenk oder zur Ausprägung eines **Sinus-tarsi-Syndroms** führen [48, 49].

Die Osteosynthese dislozierter Frakturen des Sustentaculum tali erfolgt über einen kleinen, direkten medialen Zugang über dem Sustentaculum tali nach Zwipp [50]. Dieser liegt im Gegensatz zu dem klassischen medialen Calcaneuszugang nach McReynolds [54] nicht im Bereich des medialen Gefäß-Nerven-Bündels. Nach Retraktion der M.-tibialis-posterior- und M.-flexor-digitorum-longus-Sehnen erfolgt die Reposition der Fraktur unter direkter Sicht. Hierbei dienen die mediale Kortikalis des Calcaneus und mediale Gelenkfacette des Talus als Orientierungshilfe (Abb. 5). Mit 2 von medial eingebrachten **Kleinfragmentschrauben** lässt sich in den meisten Fällen eine ausreichende Stabilität erzielen [1, 47]. Bei zusätzlicher Fraktur der medialen Calcaneuswand wird zuweilen auch eine kleine **Antigleitplatte** empfohlen [51]. Im Einzelfall können Frakturen, bei denen die mediale Gelenkfacette des Calcaneus als Ganzes disloziert ist, auch perkutan mithilfe einer übergreifenden Repositionszange reponiert und verschraubt werden. Hier stellt sich jedoch wie bei allen perkutanen Verfahren das Problem der exakten Repositionskontrolle, sodass aufgrund der äußerst geringen Zugangsmorbidität die Indikation zur offenen Reposition großzügig gestellt werden sollte.

In der bislang größten Literaturserie wurden über einen Fünfzehnjahreszeitraum 31 Patienten mit Sustentaculumfrakturen operativ behandelt [47]. Achtzehn Patienten konnten durchschnittlich 80 Monate (Range 15 bis 151 Monate) nach einer Schraubenosteosynthese des Sustentaculum tali nachuntersucht werden.

Nach dem direkten medialen Zugang traten keine Wundheilungsstörungen oder Infektionen auf. Der durchschnittliche Foot-Function-Index zum Nachuntersuchungszeitpunkt betrug 21,6 und der durchschnittliche AOFAS Ankle Hindfoot Score betrug 83,6. Die Ergebnisse waren nach isolierten Sustentaculumfrakturen signifikant besser als bei Kombinationsverletzungen.

Isolierte Frakturen des Processus anterior calcanei entstehen durch einen (Sub-)Luxationsmechanismus im Chopart-Gelenk, sodass in jedem Fall eine CT durchgeführt und nach weiteren Verletzungen auf Höhe des Gelenks – insbesondere auf der Medialseite – gesucht werden muss [1].

Unbehandelt führen diese Verletzungen zu einer Verkürzung der lateralen Fußsäule mit Ausbildung eines **posttraumatischen Pes planovalgus** sowie zu Arthrosen im Calcaneocuboidgelenk. Die Osteosynthese erfolgt über einen lateralen, auf das Calcaneocuboidgelenk hin geführten Zugang mit Schrauben oder kleinen Platten [1, 52]. Kleinste knöcherne Ausrisse des Lig. bifurcatum am Oberrand des Processus anterior calcanei werden belassen und können mit gutem Erfolg reseziert werden, falls Beschwerden verbleiben.

Fazit für die Praxis

- Die sehr variable Frakturanatomie und die vulnerable Weichteildeckung stellen höchsten Ansprüche an den Operateur und erfordern ein individuelles Konzept zur Behandlung dislozierter, intraartikulärer Calcaneusfrakturen.
- Zur Minimierung von Wundrandnekrosen bei Verwendung des erweitert-lateralen Zugangs sind für ausgewählte Frakturen perkutane oder weniger invasive Osteosynthesen mit Kontrolle der Gelenkreposition über den Sinus-tarsi-Zugang eine gute Alternative.
- Sorgfältige Patientenselektion, sichere Repositionstechnik und zuverlässige Kontrolle der Gelenkrekonstruktion sichern mit perkutanen Verfahren exzellente Ergebnisse. Die unkritische Ausweitung der Indikation auf hochgradig instabile und multifragmentäre Frakturen birgt allerdings das Risiko einer inadäquaten Reposition und instabiler Osteosynthese. Diese gehen mit der Gefahr von Drahtmigration, Repositionsverlust und postoperativer Infektion einher.

Periphere Frakturen entstehen häufig im Rahmen von (Sub-)Luxationsereignissen im Subtalar- oder im Chopart-Gelenk

Die Osteosynthese dislozierter Frakturen des Sustentaculum tali erfolgt über den Zugang nach Zwipp

Nach direktem medialem Zugang traten keine Wundheilungsstörungen oder Infektionen auf

Isolierte Frakturen des Processus anterior calcanei erfordern die CT-Suche nach Verletzungen auf Höhe des Chopart-Gelenks

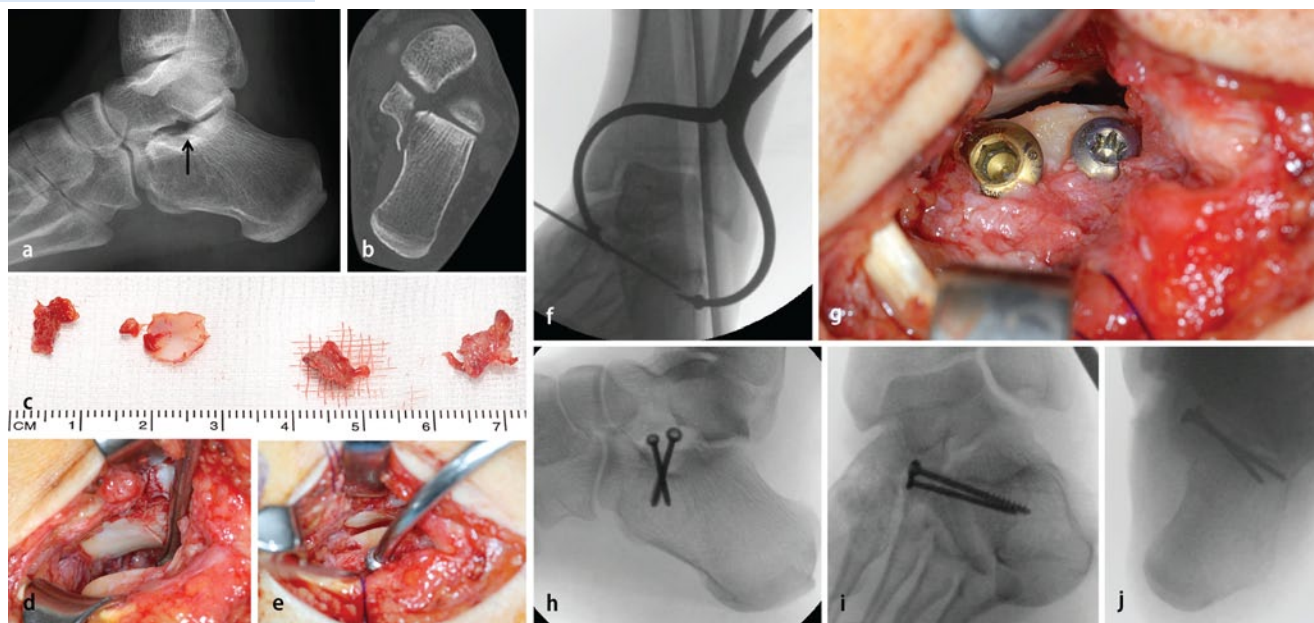


Abb. 5 ▲ **a** Frakturen des Sustentaculum tali sind in den konventionellen Röntgenaufnahmen oft nur durch eine unregelmäßige Kontur des Sustentaculum zu erahnen (*Pfeil*). Die Computertomographie (**b**) zeigt die Depression des Sustentaculumfragments, die Beteiligung der lateralen Wand und kleinste Intermediärfragmente, die die Reposition behindern und zunächst entfernt werden (**c**). **d** Die Anhebung der Gelenkimpression erfolgt über einen direkten medialen Sustentaculumzugang nach Zwipp. **e–f** Hierzu werden die M.-tibialis-posterior- und M.-flexor-digitorum-longus-Sehnen beiseite gehalten. Die Reposition erfolgt mithilfe einer übergreifenden Repositionszange. **g–j** Zur Stabilisierung der Fraktur werden 2 Schrauben, in diesem Falle je eine vom 3,5- und 2,7 mm-Instrumentarium verwendet. (Modifiziert nach [47])

- Zur Kontrolle der Gelenkreposition haben sich die subtalare Arthroskopie und 3-dimensionale intraoperative bildgebende Verfahren etabliert.
- Unabhängig von der Art der Osteosynthese ist eine frühfunktionelle Nachbehandlung anzustreben.
- Periphere Frakturen des Calcaneus resultieren unbehandelt in schmerzhaften Arthrosen. Nach ihnen ist bei Vorliegen eines (Sub-)Luxationsmechanismus im Subtalar- oder Chopart-Gelenk gezielt zu suchen. Ist eine exakte anatomische Reposition dieser Gelenkfrakturen nicht möglich, ist die Resektion nichtrefixierbarer Fragmente indiziert.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. S. Rammelt

UniversitätsCentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie,
 Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden
 Fetscherstr. 74, 01307 Dresden
 stefan.rammelt@uniklinikum-dresden.de

Interessenskonflikt. S. Rammelt, A.K. Sands und M. Swords sind Mitglieder der Foot & Ankle Expert Group der AO Trauma und an der Entwicklung neuer Implantate für die Osteosynthese von Calcaneusfrakturen beteiligt. M. Amlang hält ein Patent für den Calcaneusnagel (C-Nail). Er hat einen Lizenzvertrag mit der Fa. MEDIN.

Literatur

- Zwipp H, Rammelt S (2014) *Tscherne Unfallchirurgie. Fuß*. Springer-Verlag, Berlin
- Goff CW (1938) Fresh fractures of the os calcis. *Arch Surg* 36:744–765
- Böhler L (1957) Fersenbeinfrakturen. In: Böhler L (Hrsg) *Die Technik der Knochenbruchbehandlung*, 12./13. Auflage. Maudrich, Wien, S 2148–2217
- Becker F (1961) Primäre Arthrodesen bei der Behandlung von Fersenbeinbrüchen. *Zbl Chir* 81(12):834–837
- Bèzes H, Massart P, Fourquet J (1984) Die Osteosynthese der Calcaneus-Impressionsfraktur. *Unfallheilkunde* 87:363–368
- Letournel E (1984) Open reduction and internal fixation of calcaneal fractures. In: Spiegel P (Hrsg) *Topics in orthopaedic surgery*. Aspen, Baltimore, S 173
- Zwipp H, Tscherne H, Wülker N (1988) Osteosynthese dislozierter intraartikulärer Calcaneusfrakturen. *Unfallchirurg* 91(11):507–515
- Buch J (1980) Bohrdrahtosteosynthese des Fersenbeinbrüches. *Akt Chir* 15:285–296
- Forgon M (1993) Closed reduction and percutaneous osteosynthesis: technique and results in 265 calcaneal fractures. In: Tscherne H, Schatzker J (Hrsg) *Major fractures of the pilon, the talus and the calcaneus*. Springer Verlag, Berlin, S 207–213
- Ågren PH, Wretenberg P, Sayed-Noor AS (2013) Operative versus non-operative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am* 95(15):1351–1357
- Buckley R, Tough S, McCormack R et al (2002) Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am* 84-A(10):1733–1744
- Griffin D, Parsons N, Shaw E et al (2014) Operative versus non-operative treatment for closed, displaced, intra-articular fractures of the calcaneus: randomised controlled trial. *BMJ* 349:g4483
- Younger A (2013) A calcaneal fracture study illustrates a need for better statistical methods for orthopaedic outcomes: Commentary on an article by Per-Henrik Ågren, MD, et al.: „Operative versus non-operative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures. a prospective, randomized, controlled multicenter trial“. *J Bone Joint Surg Am*, 95(15):e111
- 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
- Sanders R (1992) Intra-articular fractures of the calcaneus: present state of the art. *J Orthop Trauma* 6(2):252–265
- Mulcahy DM, McCormack DM, Stephens MM (1998) Intra-articular calcaneal fractures: effect of open reduction and internal fixation on the contact characteristics of the subtalar joint. *Foot Ankle Int* 19(12):842–848
- Sangeorzan BJ, Ananthakrishnan D, Tencer AF (1995) Contact characteristics of the subtalar joint after a simulated calcaneus fracture. *J Orthop Trauma* 9(3):251–258
- Ågren PH, Mukka S, Tullberg T, Wretenberg P, Sayed-Noor AS (2014) Factors Affecting Long-Term Treatment Results of Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures A Post-hoc Analysis of a Prospective, Randomized, Controlled Multicenter Trial. *J Orthop Trauma* 28(10):564–568
- Jardé O, Molster AO, Wirsching J (1995) Fractures of the calcaneus: a retrospective study of 115 fractures. *Ortho Int* 3:117–126
- Jardé O, Havet E, Alover G, Carpentier P, Meunier W (2005) Intra-articular calcaneal fractures: clinical and radiological results of 54 cases with a minimum follow-up of 7 years. *Med Chir Pied* 21:107–117
- Makki D, Alnajjar HM, Walkay S, Ramkumar U, Watson AJ, Allen PW (2010) Osteosynthesis of displaced intra-articular fractures of the calcaneum: a long-term review of 47 cases. *J Bone Joint Surg Br* 92(5):693–700
- Paul M, Peter R, Hoffmeyer P (2004) Fractures of the calcaneum. A review of 70 patients. *J Bone Joint Surg Br* 86(8):1142–1145
- Boack DH, Wichelhaus A, Mittlmeier T, Hoffmann R, Haas NP (1998) Therapie der dislozierten Calcaneusgelenkfraktur mit der AO-Calcaneusplatte. *Chirurg* 69(11):1214–1223
- Janzen DL, Connell DG, Munk PL, Buckley RE, Meek RN, Schechter MT (1992) Intraarticular fractures of the calcaneus: value of CT findings in determining prognosis. *AJR Am J Roentgenol* 158(6):1271–1274
- Rammelt S, Zwipp H, Schneiders W, Dürr C (2013) Severity of injury predicts subsequent function in surgically treated displaced intraarticular calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res* 471(9):2885–2898
- Song KS, Kang CH, Min BW, Sohn GJ (1997) Preoperative and post-operative evaluation of intra-articular fractures of the calcaneus based on computed tomography scanning. *J Orthop Trauma* 11(6):435–440
- Harvey EJ, Grujic L, Early JS, Benirschke SK, Sangeorzan BJ (2001) Morbidity associated with ORIF of intra-articular calcaneus fractures using a lateral approach. *Foot Ankle Int* 22(11):868–873
- Rammelt S, Gavlik JM, Barthel S, Zwipp H (2002) The value of subtalar arthroscopy in the management of intra-articular calcaneus fractures. *Foot Ankle Int* 23(10):906–916
- Poigenfürst J, Buch J (1988) Behandlung der schweren Brüche des Fersenbeines durch Reposition und perkutane Bohrdrahtfixation. *Unfallchirurg* 91(11):493–501
- Schepers T, Vogels LM, Schipper IB, Patka P (2008) Percutaneous reduction and fixation of intraarticular calcaneal fractures. *Operat Orthop Traumatol* 20(2):168–175
- Tomesen T, Biert J, Frolke JP (2011) Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures with closed reduction and percutaneous screw fixation. *J Bone Joint Surg Am* 93(10):920–928
- Stulik J, Stehlik J, Rysavy M, Wozniak A (2006) Minimally-invasive treatment of intra-articular fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg Br* 88(12):1634–1641
- Tornetta P 3rd (1998) The Essex-Lopresti reduction for calcaneal fractures revisited. *J Orthop Trauma* 12(7):469–473
- Rammelt S, Amlang M, Barthel S, Gavlik JM, Zwipp H (2010) Percutaneous treatment of less severe intraarticular calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res* 468(4):983–990
- Nehme A, Chaminade B, Chiron P, Fabie F, Tricoire JL, Puget J (2004) Reduction et vissage percutanes des fractures thalamiques du calcaneus sous controle arthroscopique et fluoroscopique. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 90(3):256–264
- Schuberth JM, Cobb MD, Talarico RH (2009) Minimally invasive arthroscopic-assisted reduction with percutaneous fixation in the management of intra-articular calcaneal fractures: a review of 24 cases. *J Foot Ankle Surg* 48(3):315–322
- Woon CY, Chong KW, Yeo W, Eng-Meng Yeo N, Wong MK (2011) Subtalar arthroscopy and fluoroscopy in percutaneous fixation of intra-articular calcaneal fractures: the best of both worlds. *J Trauma* 71(4):917–925

38. Ebraheim NA, Elgafy H, Sabry FF, Freih M, Abou-Chakra IS (2000) Sinus tarsi approach with trans-articular fixation for displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *Foot Ankle Int* 21(2):105–113
39. Walde TA, Sauer B, Degreif J, Walde HJ (2008) Closed reduction and percutaneous Kirschner wire fixation for the treatment of dislocated calcaneal fractures: surgical technique, complications, clinical and radiological results after 2–10 years. *Arch Orthop Trauma Surg* 128(6):585–591
40. Rammelt S, Zwipp H (2014) Fractures of the calcaneus: current treatment strategies. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 81(3):177–196
41. Femino JE, Vaseenon T, Levin DA, Yian EH (2010) Modification of the sinus tarsi approach for open reduction and plate fixation of intra-articular calcaneus fractures: the limits of proximal extension based upon the vascular anatomy of the lateral calcaneal artery. *Iowa Orthop J* 30:161–167
42. Geel CW, Flemister ASJ (2001) Standardized treatment of intra-articular calcaneal fractures using an oblique lateral incision and no bone graft. *J Trauma* 50(6):1083–1089
43. Melcher G, Degonda F, Leutenegger A, Ruedi T (1995) Ten-year follow-up after operative treatment for intra-articular fractures of the calcaneus. *J Trauma* 38(5):713–716
44. Nosewicz T, Knupp M, Barg A et al (2012) Mini-open sinus tarsi approach with percutaneous screw fixation of displaced calcaneal fractures: a prospective computed tomography-based study. *Foot Ankle Int* 33(11):925–933
45. Zwipp H, Rammelt S, Amlang M, Pompach M, Dürr C (2013) Osteosynthese dislozierter intraartikulärer Kalkaneusfrakturen. *Operat Orthop Traumatol* 25(6):554–568
46. Amlang MH, Rammelt S (2016) Calcaneusnagel C-Nail. *Unfallchirurg* doi:10.1007/s00113-015-0138-0
47. Dürr C, Zwipp H, Rammelt S (2013) Fractures of the sustentaculum tali. *Operat Orthop Traumatol* 25(6):569–578
48. Myerson MS, Berger BI (1995) Nonunion of a fracture of the sustentaculum tali causing a tarsal tunnel syndrome: a case report. *Foot Ankle Int* 16(11):740–742
49. Rammelt S, Winkler J, Grass R, Zwipp H (2006) Reconstruction after talar fractures. *Foot Ankle Clin*, 11(1):61–84, viii
50. Zwipp H (1994) *Chirurgie des Fußes*. Springer, Wien
51. Della Rocca GJ, Nork SE, Barei DP, Taitsman LA, Benirschke SK (2009) Fractures of the sustentaculum tali: injury characteristics and surgical technique for reduction. *Foot Ankle Int* 30(11):1037–1041
52. Ochman S, Evers J, Raschke MJ (2013) Frakturen des Processus anterior calcanei. *Operat Orthop Traumatol* 25(6):579–591
53. Westhues H (1935) Eine neue Behandlungsmethode der Calcaneusfrakturen. Zugleich ein Vorschlag zur Behandlung der Talusfrakturen. *Zentralbl Chir* 35:995–1002
54. McReynolds JS (1982) Trauma to the os calcis and the heel cord. In: Jahss MH (Hrsg) *Disorders of the foot*. W B Saunders, Philadelphia, S 1497



CME-Punkte sammeln in 3 Schritten

Als Zeitschriftenabonnent stehen Ihnen in der e.Akademie auf SpringerMedizin.de/cme alle zertifizierten Fortbildungskurse Ihrer Zeitschrift zur Verfügung.

So einfach sammeln Sie CME-Punkte:

➤ Registrieren

Um CME-Fortbildungen in der e.Akademie bearbeiten zu können, müssen Sie sich einmalig auf SpringerMedizin.de/cme mit Ihrer Abonummer registrieren. Sind Sie bereits registriert, können Sie unter *Meine Daten > Abo hinzufügen* Ihre Abonummer hinterlegen und somit alle CME-Kurse Ihrer Zeitschrift freischalten. Sie finden die Abonummer auf Ihrem Adressetikett.

➤ Beitrag auswählen

Sobald Sie sich mit Ihren Zugangsdaten angemeldet haben, können Sie auf SpringerMedizin.de/cme die gewünschten CME-Kurse Ihrer Zeitschrift im PDF-Format (e.CME) nutzen. Die Kurse können jederzeit unterbrochen und später fortgesetzt werden.

➤ CME-Punkte sammeln

Zu jedem Fortbildungskurs gehört ein Fragebogen mit 10 CME-Fragen. Mit 7 richtigen Antworten haben Sie bestanden und erhalten umgehend eine Teilnahmebescheinigung!

Teilnehmen und weitere Informationen unter: springermedizin.de/cme

Unser Tipp: Noch mehr Fortbildung bietet das e.Med-Kombi-Abo. Hier stehen Ihnen alle CME-Kurse der Fachzeitschriften von Springer Medizin in elektronischer Form zur Verfügung. Auf Wunsch erhalten sie mit dem e.Med-Kombi-Abo außerdem eine gedruckte Fachzeitschrift Ihrer Wahl.

Testen Sie e.Med 30 Tage kostenlos und unverbindlich!

Jetzt informieren unter www.springermedizin.de/eMed oder telefonisch unter 0800-77 80 777 (Montag bis Freitag, 10 bis 17 Uhr)



CME-Fragebogen

Bitte beachten Sie:

- Teilnahme nur online unter: springermedizin.de/eAkademie
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

? Wovon ist das funktionelle Behandlungsergebnis der intraartikulären Calcaneusfraktur maßgeblich abhängig?

- Dem Alter des Patienten
- Dem Geschlecht des Patienten
- Der Durchführung einer winkelstabilen Osteosynthese
- Der anatomischen Rekonstruktion der Gelenkfläche zum Talus
- Der Ruhigstellung im Castverband

? Worin liegt der wesentliche Vorteil einer weniger invasiven Osteosynthese bei Calcaneusfrakturen?

- Der einfacheren Operationstechnik
- Der fehlenden Notwendigkeit einer exakt anatomischen Reposition
- Der geringeren Zugangsmorbidität
- Einer deutlich kürzeren Operationszeit
- Der Möglichkeit des längeren präoperativen Zuwartens

? Worin liegt ein prinzipieller Nachteil perkutaner Osteosynthesen von dislozierten, intraartikulären Calcaneusfrakturen?

- Der fehlenden direkten Sicht auf die Gelenkreposition
- Der komplizierteren Lagerung des Patienten
- Der Unmöglichkeit einer funktionellen Nachbehandlung
- Der geringeren Auswahl an geeigneten Implantaten
- Der höheren Infektionsrate

? Eine 60-jährige, aktive Patientin wird 5 Tage nach dem Unfall mit mäßiger Weichteilschwellung unter der Fragestellung der weiteren Therapie vorgestellt. Die mitgebrachte CT zeigt eine intraartikuläre Calcaneusfraktur („tongue type“, Sanders-Typ 2) mit einer weit lateral gelegenen Stufe im Subtalargelenk von 3 mm. Was besprechen Sie mit der Patientin?

- Aufgrund des Alters der Patientin sollte prinzipiell eine konservative Therapie erfolgen.
- Das Risiko einer Wundheilungsstörung ist bei Verwendung eines ausgedehnt-lateralen Zugangs nicht größer als bei Verwendung eines Sinus-tarsi-Zugangs.
- Bei einer Fraktur vom Sanders-Typ 2 sollte in jedem Fall eine Plattenosteosynthese über einen ausgedehnt-lateralen Zugang erfolgen.
- Bei diesem Frakturtyp mit nur einer Frakturlinie im Subtalargelenk kann auch eine minimal-invasive Therapie angestrebt werden.
- Eine direkte visuelle Kontrolle der Gelenkreposition ist nicht erforderlich.

? Wofür ist die weniger invasive Osteosynthese mit einer eingeschobenen Platte und perkutanen Schrauben besonders geeignet?

- Frakturen des Sustentaculum tali
- Frakturen des Processus anterior calcanei
- Dislozierte extraartikuläre Frakturen des Tuber calcanei
- Dislozierte intraartikuläre Frakturen vom Sanders-Typ 2
- Dislozierte intraartikuläre Trümmerfrakturen vom Sanders-Typ 4

? Eine Transfixierung des Subtalargelenks mit Kirschner-Drähten ...

- sollte nach jeder perkutanen Osteosynthese erfolgen.
- sollte nach jeder Osteosynthese dislozierter, intraartikulärer Calcaneusfrakturen erfolgen.
- sollte für mindestens 8 Wochen belassen werden, um eine sichere Bandheilung zu ermöglichen.
- sollte mit einem medialen Fixateur externe kombiniert werden.
- sollte Ausnahmefällen vorbehalten bleiben, da sie das Gelenk schädigt und die funktionelle Nachbehandlung verhindert.

? Welche Aussage zur Verwendung des Sinus-tarsi-Zugangs bei der Osteosynthese von Calcaneusfrakturen ist richtig?

- Der Sinus-tarsi-Zugang ist nur für extraartikuläre Calcaneusfrakturen geeignet.
- Der Sinus-tarsi-Zugang erlaubt keine Sicht auf die posteriore Gelenkfacette.
- Der Sinus-tarsi-Zugang muss zur besseren Übersicht mit einem medialen Zugang kombiniert werden.
- Die Repositionsschritte sind prinzipiell dieselben wie bei Verwendung des ausgedehnt-lateralen Zugangs.
- Die Sequenz der Reposition ist genau umgekehrt wie bei Verwendung des ausgedehnt-lateralen Zugangs.



Für Zeitschriftenabonnenten ist die Teilnahme am e.CME kostenfrei

? Die Osteosynthese von Calcaneusfrakturen mit einem intramedullären Kraftträger (Calcaneus-Nagel) ...

- erlaubt eine sofortige postoperative Vollbelastung.
- erlaubt eine winkelstabile Fixierung des Sustentaculum tali.
- wird prinzipiell in Bauchlage des Patienten durchgeführt.
- ist bei osteoporotischem Knochen nicht geeignet.
- erfordert keine Reposition der Gelenkfläche.

? Welche der folgenden Aussagen zu Frakturen des Sustentaculum tali ist *nicht* richtig?

- Das Sustentaculum tali ist der kräftigste Anteil des Calcaneus.
- Frakturen des Sustentaculum tali entstehen durch einen Luxationsmechanismus im Subtalar- und/oder im Chopart-Gelenk.
- Frakturen des Sustentaculum tali sind peripherer Natur und können daher mit guter Prognose konservativ behandelt werden.
- Der Zugang zum Sustentaculum tali erfolgt direkt von medial über dem tastbaren Knochenvorsprung.
- Die Osteosynthese von dislozierten Frakturen des Sustentaculum tali erfolgt mit Schrauben- oder Miniplattenosteosynthese.

? Frakturen des Processus anterior calcanei ...

- entstehen durch einen Luxationsmechanismus im Chopart-Gelenk.
- betreffen immer auch die posteriore Gelenkfacette des Calcaneus.
- erfordern nur selten die offene Reposition und Osteosynthese.
- müssen prinzipiell in Kurznarkose schnell reponiert werden.
- kommen gehäuft bei Kindern und Jugendlichen vor.

Diese zertifizierte Fortbildung ist 12 Monate auf springermedizin.de/eAkademie verfügbar. Dort erfahren Sie auch den genauen **Teilnahmeschluss**. Nach Ablauf des **Zertifizierungszeitraums** können Sie diese Fortbildung und den Fragebogen weitere **24 Monate** nutzen.