

Oper Orthop Traumatol 2015 · 27:101–113  
DOI 10.1007/s00064-014-0339-7  
Eingegangen: 1. August 2014  
Überarbeitet: 24. Februar 2015  
Angenommen: 26. Februar 2015  
Online publiziert: 12. April 2015  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

**Redaktion**

T. Mittlmeier, Rostock

**Zeichner**

R. Himmelhan, Mannheim

C. Volkering<sup>1</sup> · S. Kriegelstein<sup>2</sup> · S. Kessler<sup>2</sup> · M. Walther<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ORTHEGA-Orthopädie am Englischen Garten, München

<sup>2</sup> Schön Klinik München-Harlaching, München

## Behandlung von Rückfußdestruktionen beim Charcot-Fuß durch Hybridtechnik mit interner Osteosynthese und Ringfixateur

### Vorbemerkungen

Unter einem Charcot-Fuß versteht man eine spontane Destruktion von Knochen und Gelenken des Fußes oder distalen Unterschenkels im Rahmen einer Polyneuropathie, am häufigsten bedingt durch einen Diabetes mellitus. In fortgeschrittenen Stadien kann es zu druckbedingten Ulzerationen und Infektionen kommen. Es besteht teilweise die Meinung, dass die bisweilen komplexen Fehlstellungen nicht durch korrigierende Arthrodesen behandelt werden können. Deshalb werden entsprechende Operationen, abgesehen von Amputationen, abgelehnt. Die Konsequenz ist, dass die Patienten wegen der erheblichen Fehlstellungen gar nicht oder teilweise nur mit Schmerzen belasten können. Bei schweren Infektionen als Komplikation sind Amputationen häufig nicht mehr vermeidbar.

Über stellungskorrigierende Arthrodesen beim Charcot-Fuß gibt es inzwischen eine größere Zahl von Publikationen. Die überwiegende Mehrheit bezieht sich auf den Mittelfuß [1, 2, 3]. Fehlstellungen im Bereich des Sprunggelenks gehen sehr oft auf eine Destruktion des Talus zurück. Sie haben eine extreme Varus- oder Valgusfehlstellung zur Folge, sodass die Patienten auf dem Außen- oder Innenknöchel belasten, was dort zu Ulzerationen führt. Operative Korrekturen in diesem Bereich gelten als besonders komplikationsträchtig.

Bei avitalem Talus mit Instabilität des Rückfußes ist die (Teil-)Talektomie mit tibiokalkaneärer Fusion (tcF) ein therapeutischer Ansatz, um eine belastungsfähige Extremität zu erhalten. Darüber ist wenig publiziert worden. Die tcF wurde hauptsächlich bei Patienten ohne Diabetes bzw. ohne Charcot-Fuß vorgenommen. Von operationstechnischer Seite wurde zwischen rein interner [4] und rein externer Osteosynthese [5] unterschieden. Einzelne Autoren berichteten über tcF bei Charcot-Patienten. Diese wurden anfänglich mit interner Osteosynthese [6] durchgeführt. Die Diabetiker sind im fortgeschrittenen Stadium vielfach nicht in der Lage, postoperativ die gebotene Entlastung einzuhalten. Die Folge war eine hohe Rate von sekundären Dislokationen und fehlender knöcherner Konsolidierung. Einige Autoren bevorzugten deshalb die Stabilisierung mit einem Fixateur externe, wobei konventionelle Fixateure [7] und Ringfixateure zur Anwendung kamen [8, 9]. Die rein externe Osteosynthese ermöglicht in der Regel nicht die wünschenswerte fugenlose Passung der Arthrodesenflächen. Die Folge ist eine Restinstabilität an den Arthrodesenflächen. Diese führt zur Knochenresorption und kann die ausbleibende knöcherne Fusion zur Folge haben. Es wird versucht, diesem Problem durch lange Entlastungszeiten zu begegnen. Auch die Gefahr einer sekundären, tiefen Infektion ist bei Instabilität erhöht. Wir führen deshalb bei fortgeschrittener Destruktion des Talus die tcF beim Charcot-

Fuß grundsätzlich in der Hybridtechnik mit interner und externer Stabilisierung durch [6, 10, 11]. Der Fixateur externe erhöht die Stabilität und vermindert Mikrobewegungen. Er schützt zudem die interne Osteosynthese vor einer akzidentiellen Belastung, da die Patienten in der Regel nicht entlasten können. Nachdem wir vor 10 Jahren auf dieses Stabilisierungsprinzip übergegangen sind, konnten wir eine wesentlich höhere Fusions- bzw. Heilungsrate erzielen. Somit stellt dieses Verfahren für uns, obwohl komplikationsträchtig, eine sinnvolle Alternative zur Major-Amputation dar.

### Operationsprinzip und -ziel

**Alle avitalen Reste des geschädigten Talus werden ausgeräumt. Der Taluskopf kann belassen werden, wenn er vital ist. Die Arthrodesenflächen an Tibia und Kalkaneus sowie am Navikulare werden mit der oszillierenden Säge bis in gut durchblutete Spongiosa hinein präpariert. Es erfolgt die flächenhafte Adaptation der Arthrodesenflächen und die stabile interne Fixation von Tibia und Kalkaneus sowie von Tibia und Os naviculare bzw. Taluskopf mit Großfragmentschrauben. Zur Neutralisation wird ein Ringfixateur verwendet. Ziel ist das Erreichen eines schmerzfrei belastbaren, stabilen und schuhtechnisch versorgbaren Fußes.**

### Vorteile

- Wenn der Patient in der postoperativen Phase versehentlich belastet, kommt es nicht gleich zum Korrekturverlust mit Implantatversagen.
- Indem die interfragmentäre Mobilität reduziert wird, werden eine Knochenresorption und ein Infektrezidiv vermieden und eine hohe Durchbau-rate erreicht.
- Die Zeit bis zur knöchernen Heilung und damit die Dauer der Entlastung sind verkürzt.
- Bei Weichteildefekten lässt sich das interne Osteosynthesematerial auf ein Minimum reduzieren.

### Nachteile

- Verlängerte Operationszeit
- Subjektive Beeinträchtigung des Patienten durch den Ringfixateur für 12 Wochen
- Kosten des Ringfixateurs
- Fixateurspezifische Komplikationen wie Pininfektionen oder sekundäre Tibiafrakturen
- Entfernen des Fixateurs

### Indikationen

- Fortgeschrittene charcotbedingte Instabilität oder Fehlstellung bei Talusdestruktion mit oder ohne Ulzerationen

### Kontraindikationen

- Erhebliche Narkoserisiken bei multimorbiden Patienten
- Relevante Durchblutungsstörungen
- Nichtbeherrschbare Weichteilinfektionen bzw. -defekte im Bereich von Fuß und Unterschenkel mit der Notwendigkeit zur Amputation
- Unfähigkeit des Patienten zur Mitarbeit und Entlastung

### Patientenaufklärung

- Notwendigkeit der Entlastung für 12 Wochen eventuell im Rollstuhl
- Notwendigkeit der korrekten Pflege der Eintrittsstellen der Fixateurdrähte und Pins

- Die knöcherne Fusion kann ausbleiben, was aber bei einer straffen Pseudarthrose kein Problem darstellt.
- Risiken für eine oberflächliche oder eine tiefe Infektion
- Nach Entfernung des Fixateurs kann es zu einer Spontanfraktur der Tibia an einer ehemaligen Eintrittsstelle kommen.
- Als mögliche Alternative mit einer kürzeren Rekonvaleszenz sollte eine Major-Amputation dem Patienten aufgezeigt werden.

### Operationsvorbereitung

- Internistische Erkrankungen vor allem an Herz, Nieren und Gefäßen müssen abgeklärt werden.
- Radiologische Abklärung des lokalen Skelettbefunds durch Röntgenaufnahme und Computertomographie (CT); bei Infektion oder fraglicher Durchblutungsstörung am Knochen Magnetresonanztomographie (MRT)
- Sanierung von Infektionen durch Débridements und Antibiotikatherapie
- Planen der postoperativen Entlastung durch
  - krankengymnastisches Training mit Unterarmgehstützen
  - Rollstuhltraining einschließlich Transfer von Bett zum Rollstuhl u. a.
- Eventuell Planung der postoperativen Versorgung (Verbandswechsel, Pflege, Anschlussheilbehandlung)

### Instrumentarium

- Pneumatische Blutsperrung
- Große oszillierende Säge mit Sägeblättern verschiedener Breite
- Bohrer mit Kirschner-Drähten
- 7,0 mm kanülierte Schrauben
- Meißel verschiedener Breite, Rangeure und scharfe Löffel
- Arthrodesenspreizer nach Hintermann
- Bildwandler
- Ringfixateur

### Anästhesie und Lagerung

- Proximale Leitungsanästhesie wie Spinalanästhesie, Periduralanästhesie,

kombinierter Block vom N. ischiadicus und N. femoralis ist bei den häufig multimorbiden Patienten ratsam. Eine Allgemeinanästhesie ist möglich und bei Entnahme von Beckenkammpongiosa notwendig.

- Der Patient wird auf dem Rücken auf einem Operationstisch gelagert, der die intraoperative Bildverstärkerkontrolle vom Fuß bis zum Knie ermöglicht. Da der Operationstisch während der Operation wiederholt nach rechts und links gekippt werden muss, ist der Patient stabil beidseitig abzustützen und mit Gurten zu fixieren.
- Unterpolsterung des Gesäßes an der betroffenen Extremität, sodass der Fuß senkrecht steht
- Desinfektion und Abdeckung mit freibeweglichem Knie

C. Volkering · S. Kriegelstein · S. Kessler · M. Walther

**Behandlung von Rückfußdestruktionen beim Charcot-Fuß durch Hybridtechnik mit interner Osteosynthese und Ringfixateur****Zusammenfassung**

**Operationsziel.** Ein wesentliches Problem bei der Therapie von Patienten mit Charcot-Fuß ist die Unfähigkeit der meisten Patienten, die geforderte Entlastung einzuhalten. Es kommt deshalb bei rein interner Osteosynthese häufig zur Dislokation oder zum Bruch des Osteosynthesematerials. Besonders relevant ist dies bei peritalaren Rückfussinstabilitäten (Sanders IV), die bei gleichzeitiger Destruktion des Talus schwer zur Ausheilung zu bringen sind. Die Kombination einer internen und externen Stabilisierung des Rückfußes bei instabilem Charcot-Fuß ermöglicht eine tibiokalkaneare Arthrodesese, die sich in diesen komplexen Fällen bewährt hat. Das Ziel der Operation ist ein belastbarer, plantigrader und schuhtechnisch versorgbarer Fuß ohne Ulzerationsgefahr.

**Indikationen.** Charcot-Fuß mit instabilem Einbruch im Bereich des Rückfußes mit oder ohne Fragmentdislokation und mit oder ohne (infektfreie) Ulzerationen, der mit orthopädischen Maßschuhen oder Orthesen nicht mehr versorgt werden kann.

**Kontraindikationen.** Erhebliche Narkose Risiken bei multimorbiden Patienten; nicht-

rekonstruierbare Durchblutungsstörungen; nichtbeherrschbare Weichteilinfektionen bzw. -defekte im Bereich von Fuß und Unterschenkel mit der Notwendigkeit zur Amputation und Incompliance des Patienten.

**Operationstechnik.** Exzision der distalen Fibula und Entfernung der Talusreste unter Belassen des Taluskopfs, wenn möglich über einen lateralen Zugang. Medialer Zugang zur Entfernung des Innenknöchels. Tibiokalkaneare Fusion (tcF) mit Schraubenarthrodese. Fusion des Taluskopfs mit der Tibiavorderkante. Anlage eines Unterschenkelringfixateurs zur Sicherung der internen Osteosynthese.

**Weiterbehandlung.** Entlastung an Unterarmgehstützen, ggf. Rollstuhl postoperativ für 3 Monate mit Gehbügel, dann Entfernung des Ringfixateurs, Computertomographie (CT) des Fußes und in Abhängigkeit des radiologischen Befunds schrittweiser Belastungsaufbau im individuell angepassten Unterschenkelkunststoffgips über 4–6 Wochen. Bei stabilem Rückfuß abschließend Versorgung mit einem hochschaftigen, orthopädischen Maßschuh mit neuropathikera-

daptierter Einlage und Freigabe zur Vollbelastung.

**Ergebnisse.** In einer retrospektiven Kohortenstudie konnten 14 von 16 Patienten, die sich aufgrund einer Talusnekrose einer tibiokalkanearen Fusion unterzogen haben, mit orthopädischen Maßschuhen versorgt werden. Im Verlauf wurden 2 Patienten unterschenkelamputiert, 3 Patienten hatten Stressfrakturen der Tibia, einer aufgrund einer „Pin-track“-Infektion. Knöcherne Fusion von Kalkaneus und Tibia bei allen Patienten, Fusion des Mittelfuß/Taluskopf und der distalen Tibia bei 10 von 16 Patienten. Die bei 10 Patienten präoperativ bestehenden Ulzera konnten durch die Stellungskorrektur geheilt werden. Ein Patient bekam ein Fersenulkus aufgrund einer in Hackenfuss eingestellten Fusion.

**Schlüsselwörter**

Fußdeformität · Fußulkus · Tibiokalkaneare Fusion · Ilizarov-Technik · Talusnekrose

**Treatment of hindfoot instability in Charcot foot using a hybrid technique of internal and external fixation****Abstract**

**Objective.** The main problem of patients with Charcot foot is their inability to off-load. Therefore the risk of internal fixation failure is increased, especially in hindfoot instability (Sanders type IV) with osteonecrosis of the talus. Combination of internal and additional external fixation guarantees the reconstruction and improves surgical outcome. The main objective of this surgery is to obtain a resilient, plantigrade foot that is shoeable in custom-made orthopedic shoes.

**Indications.** Charcot foot with instable collapse of the hindfoot with or without fragment dislocation, with or without (noninfected) ulceration not shoeable in custom-made orthopedic shoes.

**Contraindications.** Very poor general condition, non-reconstructible peripheral vascular

disease, deep infection and defects in the region of surgery which makes amputation necessary, and poor patient compliance.

**Surgical technique.** Excision of the distal fibula and removal of the destroyed talus body using a lateral approach. Medial approach to remove the medial malleolus. Tibiocalcaneal fusion using screws for internal fixation. Fusion of the talus head to the anterior tibia. Ilizarov external fixateur to stabilize the internal fixation.

**Postoperative management.** Off-loading for 3 months, then CT scan to verify bony fusion and according to the findings stepwise weight-bearing in a cast or walker over 4–6 weeks. Then custom-made orthopedic shoes with a high shaft and insoles for neuropathic patients and full weight-bearing.

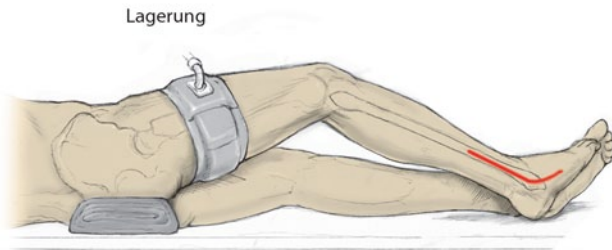
**Results.** In a retrospective cohort study, 14 of 16 patients could be fitted in custom-made shoes after undergoing tibiocalcaneal fusion. During follow-up, 2 patients required below-knee amputation, 3 patients had stress fractures of the tibia, one related to a pin track infection. All patients had a bony fusion of calcaneus and tibia; 10 of 16 patients had fusion of midfoot/talus head and the distal tibia. The 10 patients who had an ulcer before surgery could be healed. In 1 patient, a heel ulcer developed due to talipes calcaneus.

**Keywords**

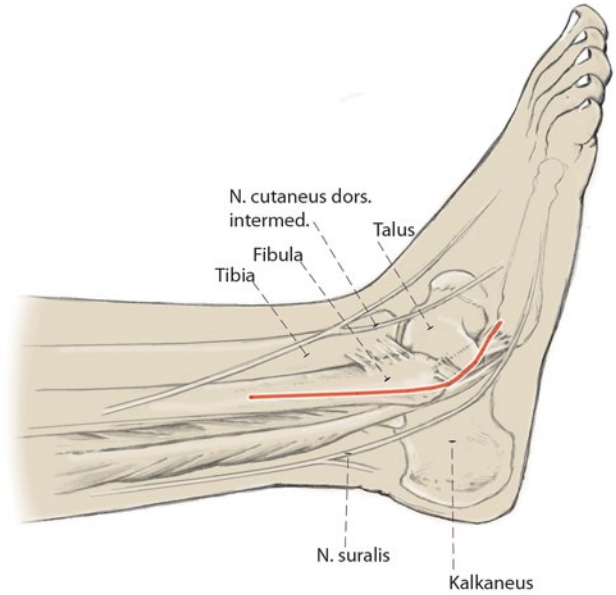
Foot deformities · Foot ulcer · Tibiocalcaneal fusion · Ilizarov technique · Talus necrosis

Operationstechnik

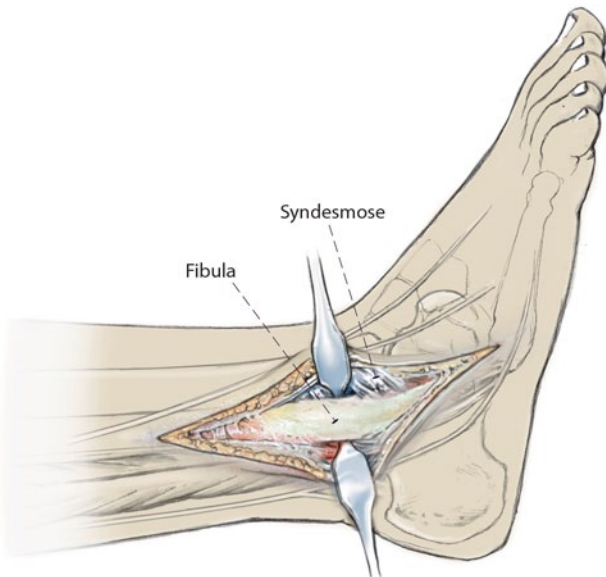
(▣ Abb. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)



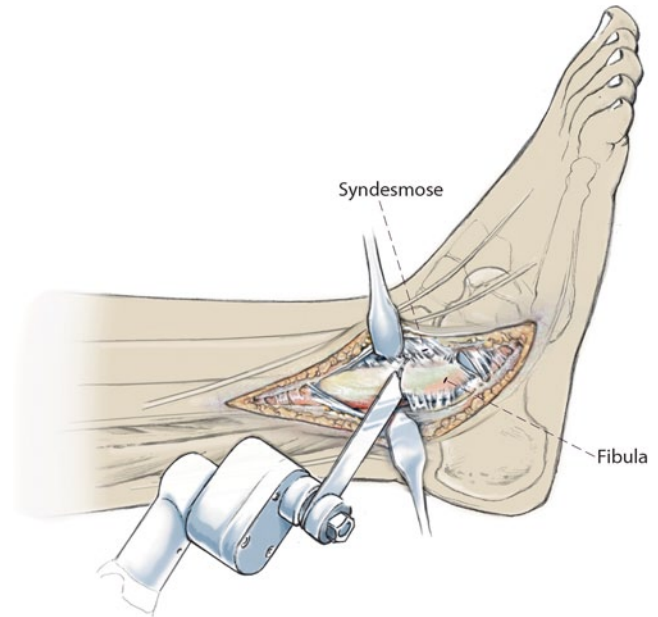
**Abb. 1** ▲ Lagerung des Patienten in Rückenlage mit unterpolstertem Gesäß. Die Operation erfolgt primär in Blutsperre, wobei die Ischämiezeit nicht länger als 2 h betragen soll



**Abb. 2** ▲ Zugang am Außenknöchel mit einem von proximal nach distal gebogenen, 10–15 cm langen Hautschnitt. Der N. suralis verläuft im Operationsgebiet und sollte prinzipiell geschont werden. Wenn er jedoch durchtrennt wird, erwächst bei Neuropathiepatienten kein Problem. Eine Ulzeration am Außenknöchel wird exzidiert

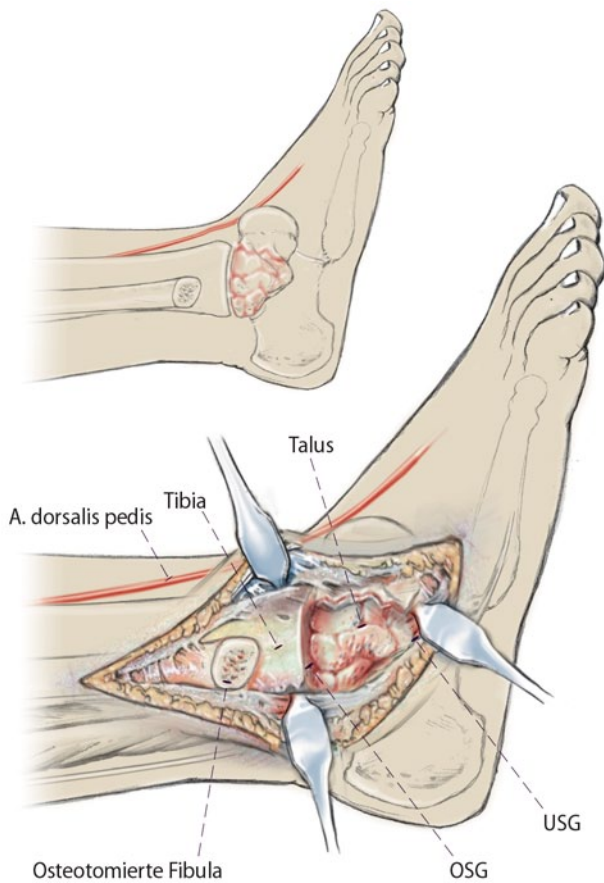


**Abb. 3** ▲ Darstellen des distalen Anteils der Fibula. Bei maximaler Valgusfehlstellung ist die Fibulaspitze in den Kalkaneus imprimiert. Subperiostales Abschieben der Weichteile. Einsetzen eines Hohmann-Hebels am ventralen und dorsalen Rand der Fibula ca. 1 cm oberhalb der Syndesmose

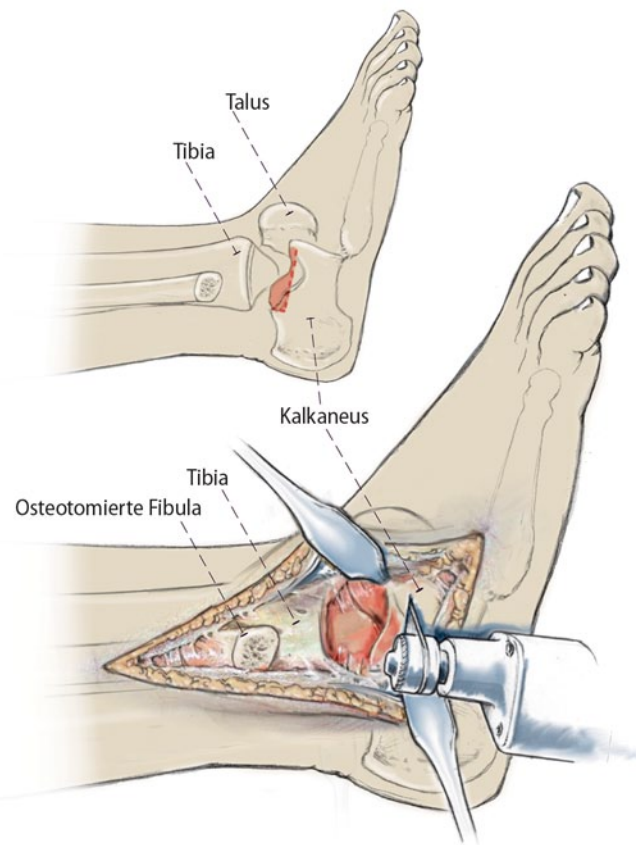


**Abb. 4** ▲ Die Schrägosteotomie der Fibula beginnt etwa 3 cm oberhalb der distalen Tibiagelenkfläche von kranial lateral nach kaudal medial. Entfernen des Außenknöchels unter Durchtrennung der Bandstrukturen. Die Spongiosa des Außenknöchels kann u. U. in Form von Chips oder als strukturierter Span verwendet werden. Es ist darauf zu achten, dass die Arteria (A.) fibularis, welche dorsomedial der Fibula verläuft, ligiert oder umstochen wird

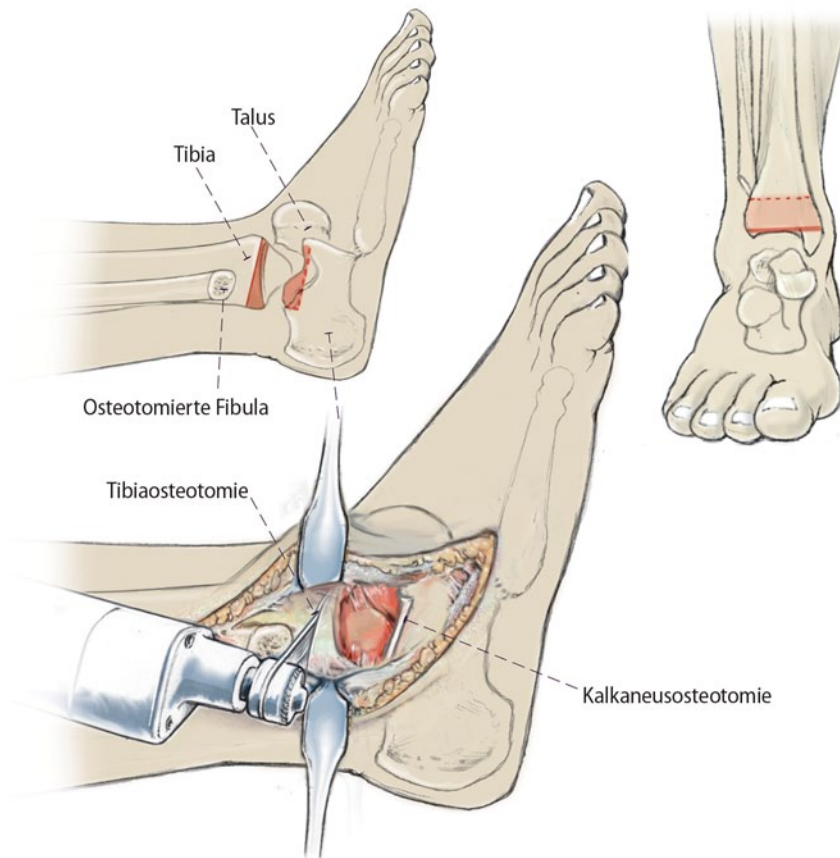




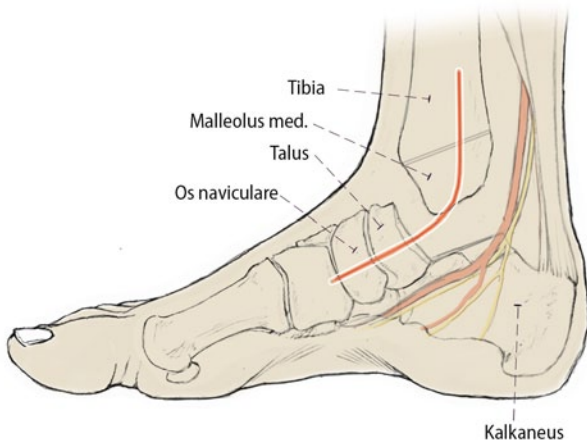
**Abb. 5** ▲ In der Tiefe zeigen sich die laterale Begrenzung der Tibia mit Gelenkfläche, das obere Sprunggelenk (OSG), das untere Sprunggelenk (USG) sowie die Talusreste. Meist muss man die Fragmente einzeln herauspräparieren. In der Regel bestehen ausgeprägte Verwachsungen. Es empfiehlt sich, subperiostal vor der Tibia nach medial zu präparieren, um den vorderen Anteil des OSG zu identifizieren und die A. dorsalis pedis zu schonen. Entfernung aller avitalen Knochenfragmente des Talus. Bisweilen besteht noch ein großes, durchblutetes Fragment mit Talushals und -kopf. Die Durchblutung kommt aus der Kapsel des Talonavikulargelenks. Gelingt es, dieses Fragment in die Osteosynthese zu integrieren, erhält man das Chopart-Gelenk, was funktionell günstig ist. Die Peronealsehnen können zur besseren Übersicht reseziert werden. Das erleichtert später den Wundverschluss



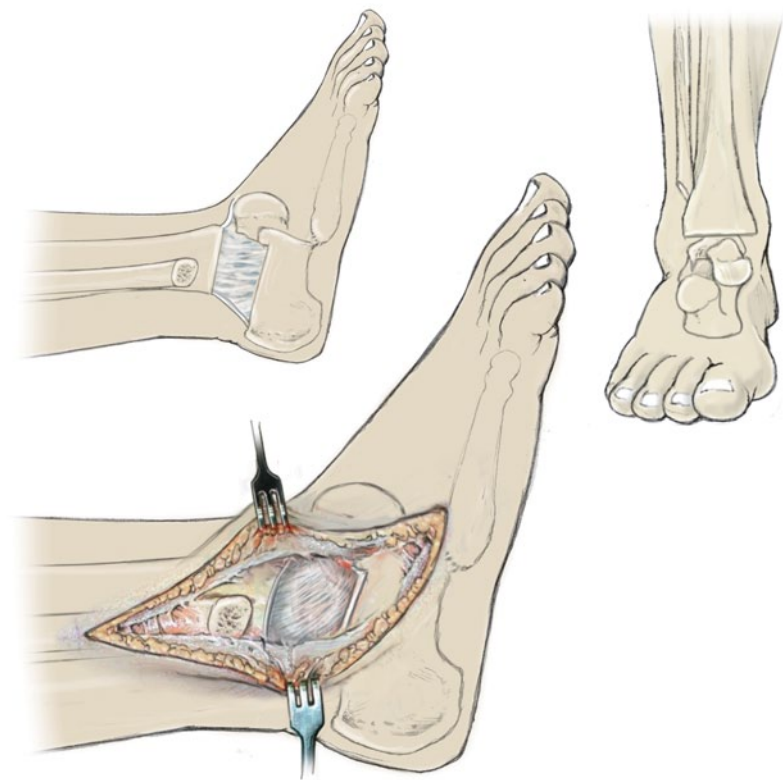
**Abb. 6** ▲ Über den lateralen Zugang erfolgt die Resektion der kranialen Anteile des Kalkaneus. Wir empfehlen eine Osteotomie parallel zur dorsalen Gelenkfacetten. Dadurch wird vermieden, zu viel vom Kalkaneus zu reseziieren. Es empfiehlt sich, vor der Osteotomie Kirschner-Drähte als Orientierungshilfe zu platzieren und deren Position mit dem Bildwandler zu überprüfen. Um den Kalkaneus in der gewünschten Position von ca. 30° an die Tibia fixieren zu können, ist es bisweilen erforderlich, aus dem Kalkaneus ein Rechteck herauszusägen. Die Kontaktflächen sind so zu gestalten, dass ein großflächiger, „wasserdichter“ Kontakt zwischen Tibia und Kalkaneus möglich ist



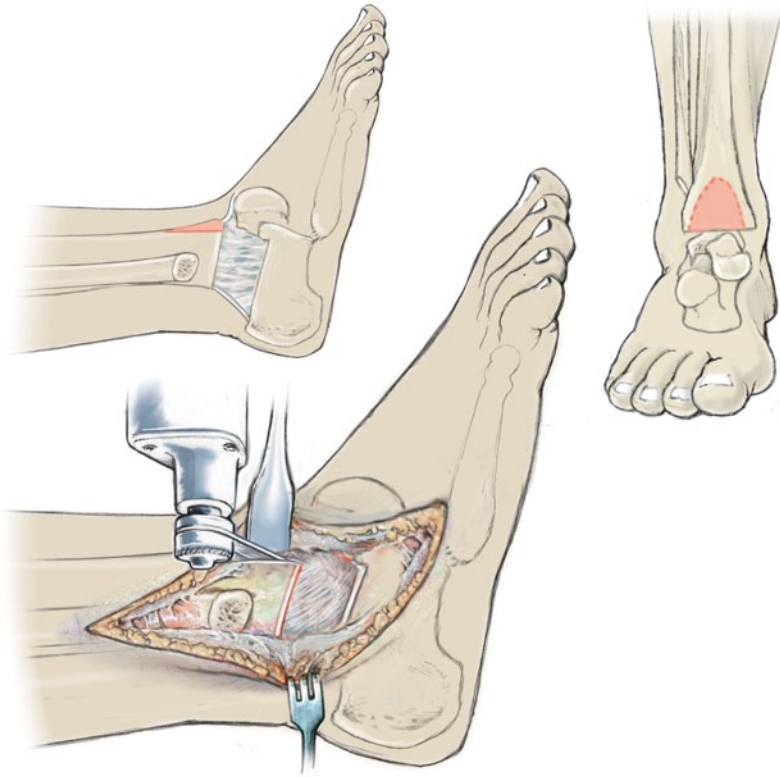
**Abb. 7 ▲** Im nächsten Schritt markieren der Osteotomie an der distalen Tibia mit 2 Kirschner-Drähten. Ziel ist eine Osteotomiefläche von proximal dorsal nach distal ventral, um bei der späteren Fusion eine plantigrade Einstellung des Fußes und eine Kalkaneusinklination von ca. 30° zu ermöglichen. Bei dieser Osteotomie sind etwaige Valgus- oder Varusfehlstellungen zu korrigieren. Die Osteotomie sollte an der Spitze der Tibia auslaufen, um den Längenverlust auf ein Minimum zu beschränken



**Abb. 8 ▲** Anlage eines medialen Zugangs zur Komplettierung der Tibiaosteotomie um den Innenknöchel herum. Über diesen können Sehnen und Leitungsbahnen dargestellt werden, sodass eine Verletzung durch die oszillierende Säge ausgeschlossen werden kann. Außerdem erlaubt der mediale Zugang die komplette Entfernung des tibialen Gelenkanteils, einschließlich des Innenknöchels unter Sicht. Der entfernte Knochen wird ebenfalls für eine eventuell notwendige Spongiosaanlagerung asserviert



**Abb. 9** ▲ Um die Resektionsflächen anzunähern, müssen die Kapselanteile dorsal und ventral mobilisiert werden. Wenn langfristige Entzündungsschübe über das Charcot-Gelenk gelaufen sind, kann die Kapsel außerordentlich verdickt und vernarbt sein. In diesen Fällen muss sie ventral und dorsal aus der Umgebung herauspräpariert und entfernt werden. Hierbei müssen das dorsomedial sowie das prätibial gelegene Gefäß-Nerven-Bündel geschont werden. Leitstruktur für das dorsomediale Gefäß-Nerven-Bündel ist die Sehne des M. flexor hallucis longus

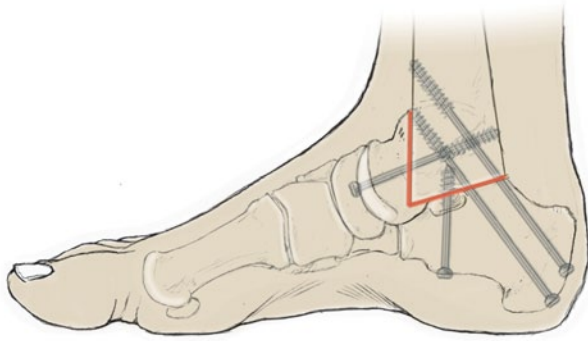


**Abb. 10** ▲ Abtragen der Vorderkante am Pilon tibiale mit der oszillierenden Säge, um eine spongiöse Fläche für die Fusion mit dem Taluskopf/-hals oder dem Os naviculare zu erhalten

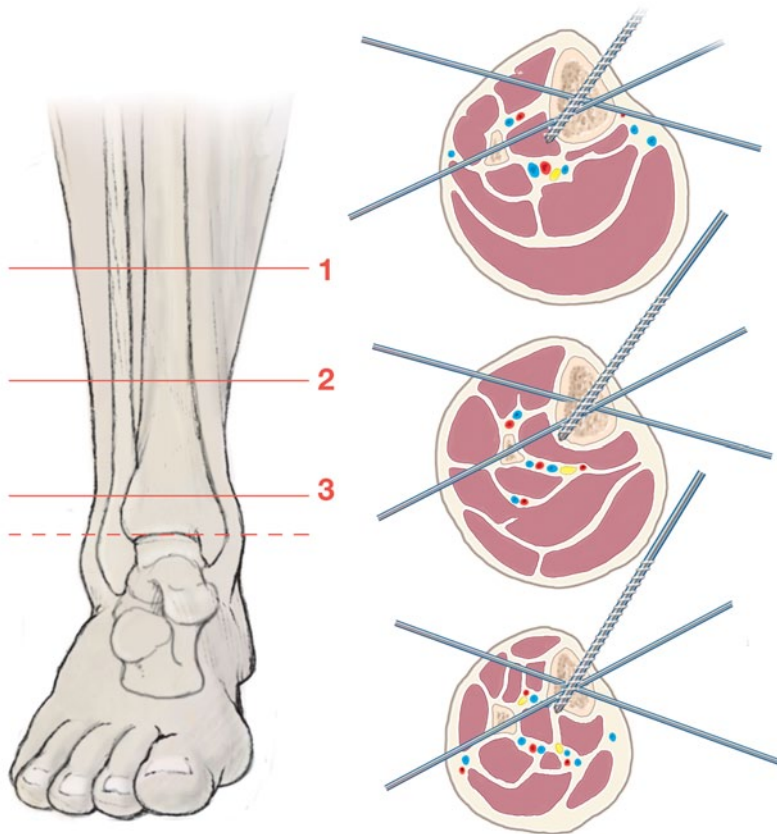


**Abb. 11** ▲ Positionierung des Kalkaneus, sodass die laterale Begrenzung bündig mit der lateralen Seite der Tibia abschließt. Vom Tubercal calcanei vortreiben von 2 Führungsdrähten nach ventral in die Tibia. Ein dritter Draht kann von plantar lateral nach medial in die Tibia eingebracht werden. Die gegenläufige Einbringung der Drähte und später der Schrauben ist ebenfalls möglich. Nach Kontrolle mit dem Bildwandler und evtl. Lagekorrektur der Drähte, überbohren der Drähte und ersetzen durch 7,0-mm-Schrauben als Kompressionsschrauben. Anstreben einer stabilen Kompressionsosteosynthese. Bei weichem Knochen müssen Beilagscheiben eingebracht werden. Ein Überstehen von Schraubenanteilen an der Sohlenseite muss unbedingt vermieden werden, weil sonst Schmerzen oder Druckulzationen resultieren





**Abb. 12** ◀ Im nächsten Schritt Verschraubung des Taluskopfs oder des Os naviculare mit der Tibia. Mit der oszillierenden Säge schaffen einer entsprechenden spongiösen Kontaktfläche. In diesem Schritt lässt sich die Stellung des Vorfußes korrigieren. Eine Hacken- oder Spitzfußstellung ist zu vermeiden. Durchführen der Osteosynthese mit 7,0 mm durchbohrten Schrauben. Alternativ können 3,5-mm-Platten verwendet werden. Inkongruenzen zwischen Tibia und Taluskopf bzw. Os naviculare können mit Spongiosakeilen aus den angefallenen Resektaten aufgefüllt werden. Einlegen einer Drainage (wir empfehlen eine perforierte Easyflow-Drainage), die medial und lateral ausgeleitet wird. Abschließend schichtweiser Wundverschluss



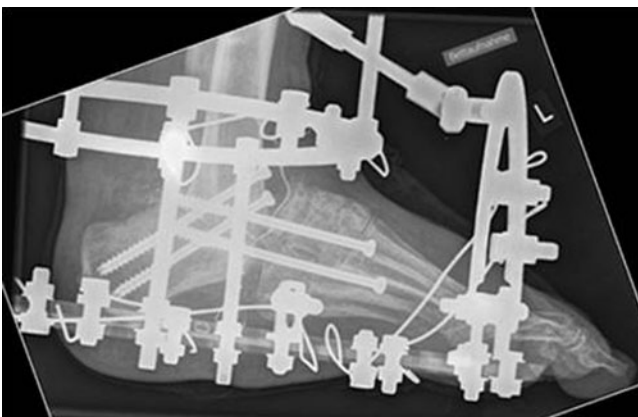
**Abb. 13** ▲ Montage des Ilizarov-Fixateurs. Dieser besteht aus 2 Vollringen für den Unterschenkel und einer Fußplatte. Um eine korrekte Positionierung des Fußes im Ringfixateur zu erreichen, empfiehlt es sich, das Bein im Bereich des Sprunggelenks mit einer ausgezogenen Komresse am Fixateur aufzuhängen. Dann Eingebringen und Spannen von jeweils 2 gekreuzten Drähten pro Ring und jeweils 2 gekreuzten Drähten durch den Kalkaneus und durch den Vorfuß. Die Drähte sind so zu platzieren, dass Leitungsbahnen nicht verletzt werden. Sie sollen nicht durch die Wadenmuskulatur laufen, weil durch die Muskelbewegungen Infektionen an den Hauteintrittsstellen hervorgerufen werden. Über ein entsprechendes Spannen der Drähte kann eine zusätzliche Kompression auf die Arthrodesenflächen vom Mittelfuß auf den Rückfuß erreicht werden. Abschließend Einbringen von 2 Schanz-Schrauben zur zusätzlichen Fixation der Vollringe an der Tibia. Die Schrauben werden nach proximal aufsteigend eingebracht, um eine weitere Schwächung der Tibia im Bereich der gekreuzten Kirschner-Drähte zu vermeiden. Kontrolle der korrekten Schraubenlage mit dem Bildverstärker. Im letzten Schritt wird kontrolliert, ob die Haut durch Drähte oder durch die Schanz-Schrauben aufgespannt wird. Sollte das der Fall sein, werden die Eintrittsstellen durch Inzisionen erweitert. Durch Verkürzung des Abstands zwischen der Fußplatte und dem distalen Ring kann über die Gewindestäbe eine weitere Kompression auf die tibiokalkaneare Fusion (tcF) ausgeübt werden. Abschließend Anlage eines sterilen Verbands



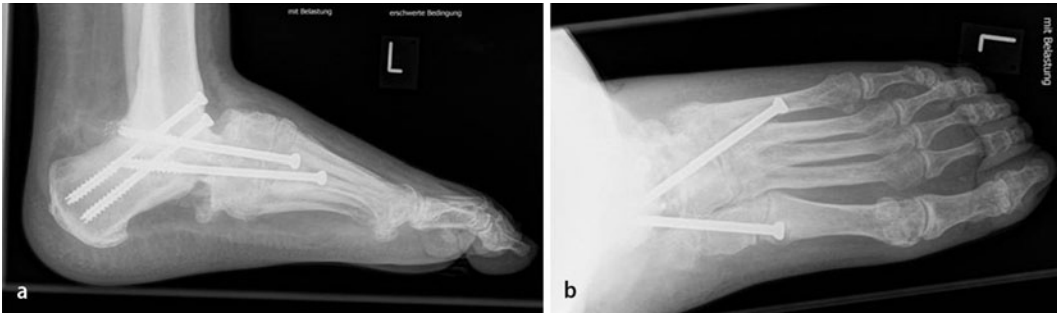
**Abb. 14 ▲** Fallbeispiel. 52-jährige Patientin mit Diabetes mellitus Typ II. **a** Seit Jahren zunehmende Fehlstellung im linken Sprunggelenk. **b** Seit mehreren Monaten ist die Varusfehlstellung soweit fortgeschritten, dass sie auf der Außenknöchelspitze belastet. Hier ist ein nichtinfiziertes Ulkus (IDSA 1, nach der Klassifikation der Infectious Diseases Society of America) entstanden. **c** Die Ulzeration reicht bis auf den Knochen



**Abb. 15 ▲ a, b** Röntgenaufnahme Sprunggelenk a.-p. Es besteht ein charcotbedingter Knochenverlust am Talus medioplantar. Der Kalkaneus ist um Knochenbreite nach medial disloziert



**Abb. 16 ◀** Operation. Exzision des Ulkus am Außenknöchel und Entfernung des geschädigten Talus und des Navikulare; tibiokalkaneare und tibiocuneiforme Fusion durch 7,0-mm-Schrauben. Zwischen Tibia und Keilbeine wurde ein dreieckiger Spongiosaspan interponiert. Externe Sicherung durch Ringfixateur



**Abb. 17** ▲ **a, b** Der Fixateur wurde 12 Wochen nach der Operation entfernt. Das Röntgenbild zeigt (wie die CT) eine beginnende knöcherne Durchbauung. Beginn der Belastung im orthopädischen Hochschaffschuh. Wiederaufnahme der Berufstätigkeit als Tierärztin für Großtiere nach 5 Monaten



**Abb. 18** ◀ **a** Weichteilbefund nach 6 Monaten. Die Operationswunde lateral ist reizfrei verheilt. Die Weichteile sind auf der Unterlage mäßig verschieblich. **b** Regelrechte Beschwielung der Fußsohle. **c** Rekonstruiertes Fußgewölbe

Tab. 1 Patientendaten											
Alter (Jahre)	Geschlecht	Destruktion Taluskorpus	Ulkus (IDSA-Klassifikation)	Operations-technik	ILIZ-Dauer (Wochen)	Durchbau TC	TMF	Komplikationen	Sekundäre Amputation	Outcome	Nachbeobachtungzeit (Monate)
50	m	St	1	SCHR/ILIZ	12	X	Fib	Pin, TF#		OM, gehfähig	12
66	m	Total	1	SCHR/ILIZ	8	X	X	Pin		OM, gehfähig	11
48	w	Nek/Lux	1	SCHR/ILIZ	12	X	X	Pin		OM, gehfähig	12
60	m	St	1	SCHR/ILIZ	8	X	X			OM, gehfähig	23
66	m	St	3	SCHR/ILIZ	12	X	X	Pin		OM, gehfähig	12
55	m	Total	1	SCHR/ILIZ	10	X	X	Pin		OM, gehfähig	12
65	m	St	1	SCHR/ILIZ	10	X	X	TF#	US		18
55	m	St	1	SCHR/ILIZ	8	X	Fib			OM, gehfähig	18
79	m	Total		SCHR/ILIZ	8	Partiell	Partiell/Fib		US		30
42	m	Nek		SCHR/ILIZ	12	X	Partiell/Fib			OM, gehfähig	20
58	m	St		SCHR/ILIZ	12	X	X	Pin		OM, gehfähig	12
52	w	St	2	SCHR/ILIZ	8	X	Fib	Pin		OM, gehfähig	24
85	w	Total	1	SCHR/ILIZ	12	X	X			OM, gehfähig	12
66	m	Total		SCHR/ILIZ	8	X	X	TF#		OM, gehfähig	30
68	m	Nek	2	SCHR/ILIZ	12	X	Partiell/Fib			OM, gehfähig	15
57	m	Nek	1	SCHR/ILIZ	8	X	X	Pin		OM, gehfähig	24
MW 60,7		Total									MW 17,8

St subtotal, US Unterschenkel, SCHR Schrauben, Nek Nekrose, ILIZ Ilizarov, TF# Tibiafraktur, Erh Erhalten, Lux Luxation, X durchbaut, Fib fibrös, TC tibiokalkaneär, Pin Pinirritation/-infekt, TMF Tibiamittelfuss, MW Mittelwert, IDSA Infectious Diseases Society of America, OM orthopädischer Maßschuh, m männlich, w weiblich

### Postoperative Behandlung

- Entfernung der Drainage 3–5 Tage postoperativ
- Anlage eines Gehbügels, der an den Tibiaringen des Fixateurs befestigt wird. Damit kann der Patient kurzfristig zum Transfer belasten.
- Thromboseprophylaxe mit Frühmobilisation mit niedermolekularem Heparin (Cave: HIT) für 4 Monate
- Regelmäßige Verbandswechsel und Entfernung des Nahtmaterials 14–21 Tage postoperativ
- Anleitung des Patienten zur selbständigen Pflege der Pineintrittstellen
- Entfernung des Fixateurs nach 12 Wochen mit anschließender CT-Kontrolle zur Evaluation der knöchernen Durchbauung
- In Abhängigkeit von der Durchbauung Belastungsaufbau im abnehmbaren Cast
- Zeitgleich Anpassung eines orthopädischen Hochschuhs mit Sohlenversteifung und Abrollhilfe sowie noch neuropathieadaptierte Einlagen. Der Hochschuh vermindert die einwirkenden Kräfte auf den Rück- und Mittelfuß sowie auf die angrenzenden Gelenke. Er schützt somit die Arthrodesen und vermindert das Risiko weiterer Osteodestruktionen.

### Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Die Gelenkkapseln beim Charcot-Fuß können extrem verdickt und mit der Umgebung verwachsen sein. Sie müssen bei V. a. verbliebene Bakterienherde und wenn sie ein Repositionshindernis darstellen, vorsichtig präpariert und entfernt werden.
- In dem verschwielten Gewebe kann es zur Verletzung des Gefäß-Nervenbündels kommen. Wenn die A. dorsalis pedis oder die A. tibialis posterior verletzt werden, müssen diese rekonstruiert werden.
- Die plantigrade Einstellung des Fußes muss erreicht werden. Eine Hackenfußstellung ist unbedingt zu vermeiden, da sie bei der Polyneuropathie zum Fersenulkus führt. Eine leichte



Spitzfußstellung kann im orthopädischen Schuh ausgeglichen werden.

- Der primäre Wundverschluss kann manchmal bei sehr steifem Weichgewebe nicht erreicht werden. Gelegentlich erfolgt der Wundverschluss über eine sekundäre Wundheilung. Bei großen Defekten kann über eine VAC-Therapie eine Granulation erreicht werden, die später mit Spalthaut gedeckt wird.
- „Pin-track“-Infektionen lassen sich durch Entlastung und Inzision der Eintrittsstellen therapieren. Wenn die Infektzeichen nicht abklingen, wird der Draht entfernt.
- Stressfrakturen im Bereich der Drähte bzw. Schanz-Schrauben kommen vor. Diese werden entweder durch Marknagelung, durch eine Plattenosteosynthese, bisweilen auch konservativ therapiert.
- Bei tiefer Osteomyelitis wird das interne Osteosynthesematerial entfernt und nach den Regeln der septischen Chirurgie therapiert. Dies kann selten auch eine Major-Amputation erforderlich machen.

## Ergebnisse

In einer retrospektiven Kohortenstudie wurden alle 16 Patienten erfasst, die von April 2010 bis Januar 2014 in der beschriebenen Operationstechnik in unserer Klinik versorgt wurden (■ Tab. 1). Es handelte sich hierbei um Patienten vom Typ Sanders IV, Eichenholtz Ib, c und II mit hochgradig instabilem Rückfuß und im MRT Vitalitätsstörungen im Talus. Zum Zeitpunkt der Operation hatten 10 Patienten ein Ulkus. Von 2010 bis November 2012 wurde der Ringfixateur für 8 Wochen belassen. Ab Dezember 2012 bis 2014 wurde die externe Fixation um 4 Wochen verlängert, um der verlangsamten Knochenheilung bei Neuropathikern Rechnung zu tragen und einen noch sicheren Durchbauung der Arthrodesen zu gewährleisten. Bei 8 Patienten sahen wir Irritationen oder Infektionen an den Pineintrittsstellen. Diese wurden durch Débridement oder Entfernung erfolgreich therapiert. Bei 3 Patienten kam es zu einer spontanen Fraktur an einer Pineintrittsstelle. Dies war bei einem Pa-

tienten auf eine „Pin-track“-Infektion zurückzuführen. Deren Behandlung erfolgte einmal konservativ und einmal operativ. Der 3. Patient wünschte eine Unterschenkelamputation. Bei einem weiteren Patienten, einem 79-Jährigen, wurde eine Unterschenkelamputation durchgeführt, weil nach 2 Jahren eine Auflösung der Fusion eingetreten war, wahrscheinlich im Zusammenhang mit einer ebenfalls bestehenden chronischen Polyarthrit. Bei allen 16 Patienten haben wir eine knöcherne Fusion zwischen Tibia und Kalkaneus verzeichnet. Zwischen der Tibia und den distalen Tarsalknochen/Talusrest ist die knöcherne Durchbauung in 10 Fällen eingetreten. In den übrigen Fällen kam es zu einer straffen Pseudoarthrose, die eine volle schmerzfreie Belastung erlaubte. Bei wiederhergestellter belastbarer Extremität waren 12 Monate postoperativ 14 der 16 Patienten im orthopädischen Maßschuh mobil. Keiner der Patienten ist rollstuhlpflichtig. Ein Patient hat im weiteren Verlauf bei leichter Hackenfußstellung ein Ulkus an der Ferse entwickelt, was durch eine Anpassung der Schuhe zur Ausheilung gebracht werden konnte.

Die Komplikationsrate erscheint im Vergleich zu sonstigen Fußoperationen und im Vergleich zu Nichtneuropathikern relativ hoch. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass alle Patienten unter dem Aspekt zugewiesen worden sind, dass keine fußerhaltenden Operationen möglich sind. Wenn wir unsere Ergebnisse mit denen vergleichen, die wir früher bei alleiniger interner oder externer Versorgung erhalten haben, stellen wir einen dramatischen Rückgang auf ein Drittel fest. Grundsätzlich ist bei Neuropathiepatienten mit vermehrten Komplikationen zu rechnen. Dennoch ist es sinnvoll, einen weiteren Rückgang der Komplikationen anzustreben. Dies dürfte einerseits durch eine sorgfältige Auswahl der Patienten, die die körperlichen und mentalen Voraussetzungen für eine derartige Behandlung mitbringen, und andererseits durch eine Verbesserung der operativen Technik zu erreichen sein.

## Korrespondenzadresse

**Dr. C. Volkering**

ORTHEGA-Orthopädie am Englischen Garten  
Martiusstrasse 3, 80802 München  
drvolkering@googlemail.com

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** C. Volkering, S. Kriegelstein, S. Kessler und M. Walther geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

## Literatur

1. Assal M, Ray A, Stern R (2010) Realignment and extended fusion with use of a medial column screw for midfoot deformities secondary to diabetic neuropathy. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am* 92(Suppl 1 Pt 1):20–31
2. Sammarco VJ, Sammarco GJ, Walker EW Jr, Guiao RP (2010) Midtarsal arthrodesis in the treatment of Charcot midfoot arthropathy. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am* 92(Suppl 1 Pt 1):1–19
3. Mittlmeier T, Klaue K, Haar P, Beck M (2010) Should one consider primary surgical reconstruction in Charcot arthropathy of the feet? *Clin Orthop Relat Res* 468(4):1002–1011
4. Liener UC, Bauer G, Kinzl L, Suger G (1999) Tibiocalcaneal fusion for the treatment of talar necrosis. An analysis of 21 cases. *Unfallchirurg* 102(11):848–854
5. Rochman R, Jackson HJ, Alade O (2008) Tibiocalcaneal arthrodesis using the Ilizarov technique in the presence of bone loss and infection of the talus. *Foot Ankle Int* 29(10):1001–1008
6. Kessler SB, Kalteis TA, Botzlar A (1999) Principles of surgical treatment of diabetic neuropathic osteoarthropathy. *Internist (Berl)* 40(10):1029–1035
7. Koller A, Hafkemeyer U, Fiedler R, Wetz HH (2004) Reconstructive foot surgery in cases of diabetic-neuropathic osteoarthropathy. *Orthopade* 33(9):983–991
8. Delhey P, Burklein D, Kessler S, Volkering C (2010) Closed reposition of an acute midfoot luxation fracture in Charcot arthropathy with the ring fixator. *Unfallchirurg* 113(7):594–597
9. Pinzur MS (2006) The role of ring external fixation in Charcot foot arthropathy. *Foot Ankle Clin* 11(4):837–847
10. Capobianco CM, Ramanujam CL, Zgonis T (2010) Charcot foot reconstruction with combined internal and external fixation: case report. *J Orthop Surg Res* 5:7
11. Stapleton JJ, Zgonis T (2012) Surgical reconstruction of the diabetic Charcot foot: internal, external or combined fixation? *Clin Podiatr Med Surg* 29(3):425–433