

# Talusfrakturen

■ Franz Holz, Klaus Wendl, Andreas Wentzensen

## Zusammenfassung

Die Erfahrung des einzelnen Chirurgen hinsichtlich der seltenen Verletzung von Talusfrakturen ist gering. Auch in traumatologischen Zentren wird diese Verletzung allenfalls einmal pro Monat, gelegentlich mit vorausgegangenem frustrierten Repositionsversuch, gesehen. Die Klassifikation zentraler Talusfrakturen nach Hawkins ist weit verbreitet, sie berücksichtigt die Circulationsstörung als prognostischen Faktor. Die gefürchtete Talusnekrose mit Kollaps des Taluskörpers und entsprechen-

der Funktionsbeeinträchtigung des Sprunggelenkes lässt sich auch durch lange Entlastungszeiten nicht vermeiden. Dislozierte Talusfrakturen müssen sofort notfallmäßig reponiert werden zur Vermeidung sekundärer Weichteilschäden. Ziel ist die anatomische Wiederherstellung der komplexen Sprungbeinarchitektur durch stabile Schraubenosteosynthese, meistens mit zwei Kleinfragment-Titanschrauben. Es besteht keine gesicherte Korrelation der bildgebenden Verfahren mit den bisher erhobenen histologischen Befunden im postoperativen Verlauf.

## Einleitung

Talusfrakturen sind seltene Verletzungen und machen laut Literaturangabe nur 0,3% aller Frakturen aus. Bezogen auf die knöchernen Verletzungen des Fußes ergibt sich eine Zahl von ca. 3,4%. Vorwiegend sind junge Erwachsene betroffen, das Verhältnis Männer zu Frauen 3:1.

Das Aufkommen eines traumatologischen Zentrums an zentralen Talusfrakturen beträgt allenfalls eine Fraktur pro Monat (im eigenen Krankengut 137 Frakturen in einem Zehnjahreszeitraum), so dass größere Erfahrungen mit diesen seltenen Verletzungen nur an solchen Zentren vorhanden sind.

Der aufrechte Gang des Menschen hat dem Talus (latein. Taxillus = Würfel), auch griech. Astragalus genannt (zweiter Halswirbel zur Herstellung von Würfeln),

eine bedeutende Rolle zugeordnet. Das Sprungbein nimmt die gesamten Körperkräfte auf und überträgt sie auf das elastisch verformbare Knochen-Band-Muskelsystem des Fußgewölbes. So können die plötzlichen Belastungen und Unebenheiten des Bodens federnd abgefangen werden. Obwohl die vordere, die mittlere und die hintere Gelenkfläche des Subtalgelenkes gegensätzlich ausgerichtet sind und räumlich durch den Canalis tarsi getrennt werden, haben diese Gelenkflächen eine gemeinsame Rotationsachse und bilden somit ein funktionelles Gelenk.

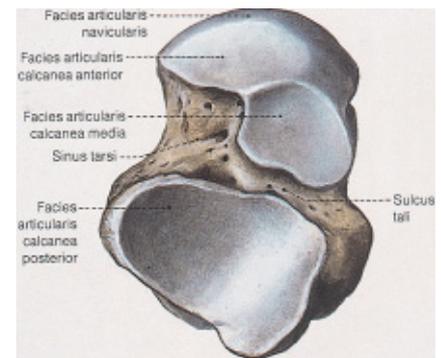
## Anatomie

Die Oberfläche des Talus ist zu  $\frac{3}{5}$  mit Gelenkknorpel überzogen und damit überwiegend Gelenkfläche, die einerseits gegen den Unterschenkel, andererseits gegen das Fußskelett artikuliert.

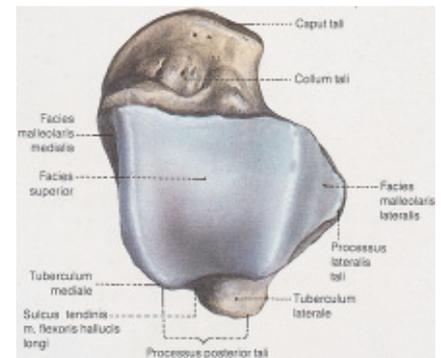
Am Talus unterscheidet man Corpus mit Trochlea, Collum und Caput tali. Peripher liegen noch dorsal der Processus posterior tali, nach außen der Processus lateralis bzw. Processus fibularis (**Abb. 1 a u. b**).

Es fehlt jede eigene Bewegungsmöglichkeit vollständig, da hier keinerlei Muskelzüge über Sehnen ansetzen. Passiv dagegen wird das Sprungbein entweder zusammen mit dem subtalaren Fußgerüst in der Malleolengabel bewegt, oder mit diesem gegen das subtalare Fußskelett.

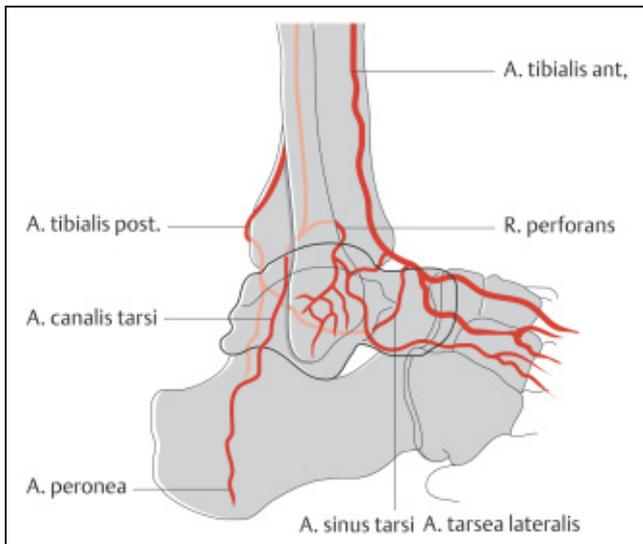
Die Trochlea tali liegt gut geschützt in die Knöchelgabel eingelassen und ist funktionelle Schaltstelle für die hintereinander geschalteten Fußgelenke. Distal ruht der Taluskopf in einer gelenkartigen Pfanne des Talocalcaneonaviculare-Gelenkes von Pisani auch als „Coxa pedis“



**Abb. 1 a** Das Sprungbein in der Ansicht von plantar.

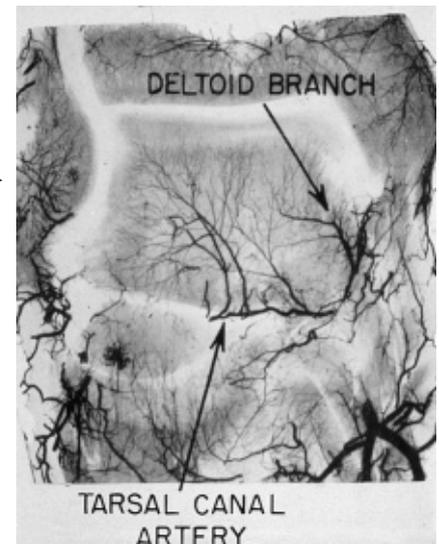


**Abb. 1 b** Ansicht von oben.



◀ **Abb. 2a** Blutversorgung des Sprunggelenkes aus allen drei Unterschenkelarterien.

**Abb. 2b** Frontalschnitt in Höhe der Sprunggelenkgabel. ▶



bezeichnet. Die Bezeichnung Coxa Pedis bezieht sich auf die besondere funktionelle Bedeutung einer Struktur die aufgrund anatomischer, entwicklungsmaßiger und klinischer Gegebenheiten mit dem Hüftgelenk verglichen werden kann. Das in der „Gelenkpfanne“ bewegliche Sprungbein überträgt Belastungsbeanspruchungen auf unterschiedliche Weise auf den Fuß und richtet sie aufgrund aller durch die Schwerkraft und die entsprechenden Abstützungsreaktionen bedingter Schübe aus. Dabei spielen auch Axial-, Torsions- und Rotationsbeanspruchungen eine gewisse Rolle. (10)

Der Gefäßversorgung des Talus kommt bei der Heilung knöcherner Verletzungen die entscheidende Bedeutung zu.

Nicht zuletzt aufgrund der hohen Inzidenz avaskulärer Knochennekrosen nach dislozierten Frakturen wurde die Blutversorgung des Talus eingehend untersucht. Die Untersuchungen von Wildenauer 1950 und Mulfinger und Trueta 1970 haben gezeigt, dass der Talus von einem periostalen Gefäßnetz und der Arteria sinus et canalis tarsi versorgt wird. (9)

Alle drei Hauptarterien des Unterschenkels – die Arteria tibialis anterior, die Arteria tibialis posterior und die Arteria peronea – versorgen den Talus. Die Arteria canalis tarsi – ein Ast der Arteria tibialis posterior – versorgt vorwiegend Körper und Kopf des Sprungbeines sowie seine mediale Seite, sie anastomosiert mit der Arteria sinus tarsi die aus der Arteria dorsalis pedis entspringt und in den Sinus tarsi einmündet.

Die Arteria sinus tarsi übernimmt mit der Arteria tarsea lateralis, ebenfalls ein Ast der Arteria dorsalis pedis im Wesentlichen die Ernährung des lateralen Talusdrittels (**Abb. 2a u. b**).

Ein kleiner Ast aus der Arteria tibialis posterior läuft über das Ligamentum deltoideus zum Talus, so dass das Ligamentum deltoideus bei operativen Repositionen tunlichst geschont werden muss. Entsprechend der Gefäßversorgung ist klar, dass bei verschiedenen Dislokationsgraden der Talusfrakturen die Durchblutung gestört wird. Dies bestätigt die klinische Erfahrung, dass mit bei Zunahme des Dislokationsgrades mit einer größeren Nekrose rate zu rechnen ist. Tritt trotz ausreichender Dislokation dagegen eine glatte knöcherne Heilung ohne aseptische Nekrose auf, so kann dies hinreichend mit den großen Variationsmöglichkeiten dieses Gefäßsystems erklärt werden.

### Pathogenese

In einer großen Sammelstatistik von über 2000 Talusfrakturen konnte Kuner den Sturz aus großer Höhe mit 52% als häufigste Ursache angeben. (6) Konnten in diesem Krankengut nur 18% Verkehrsunfälle als Ursache der Verletzung ausgemacht werden, zeigte eine Analyse von Zwipp bei 117 ausschließlich zentralen Talusfraktur als Ursache 47% einen Verkehrsunfall, bei 45% einen Sturz aus großer Höhe.

Im eigenen Krankengut konnten in 40% PKW- und Motorradunfälle, in 26% Sturz von Leitern und Gerüsten, in 7,5% Fall-

schirm- und Flugzeugabstürze ursächlich festgestellt werden. (4)

Bei dorsal flektiertem Fuß entsteht im Augenblick der Energieeinwirkung beim Sturz oder beim PKW-Bremsvorgang mit oder ohne Fahrgastraumintrusion die häufigere Talushalsfraktur. Scherkräfte zwischen Tibiavorderkante und dem stabilen Sustentaculum tali, das hier wie ein Hypomochleon wirkt, sind pathomechanisch verantwortlich. Der gleiche Mechanismus bei plantar flektiertem Fuß scheint die Corpusfrakturen zu erzeugen.

Einen anderen Mechanismus haben die Abscherfrakturen im Bereich des Taluskopfes und Domes, sie entstehen durch Scherbewegung im Sinne von Luxationen oder Subluxationen im oberen Sprunggelenk und Chopart-Gelenk.

Durch die Längsstauchung der unteren Extremität muss zwingend nach möglichen Begleitverletzungen gefahndet werden.

An typischen Begleitverletzungen finden sich Malleolarfrakturen in 15%, Fersenbeinbrüche der selben Seite in 10%, Fußwurzel-, Mittelfuß- und Unterschenkelfrakturen in ca. jeweils 7%. Auch begleitende Wirbelkörperfrakturen dürfen nicht übersehen werden.

### Klassifikation

Trotz einer an die AO-Klassifikation unter Lokalisation 72 angelehnten Unterteilung der Talusfraktur in Typ A – C besitzen weiterhin die relativ einfachen Klassifikatio-

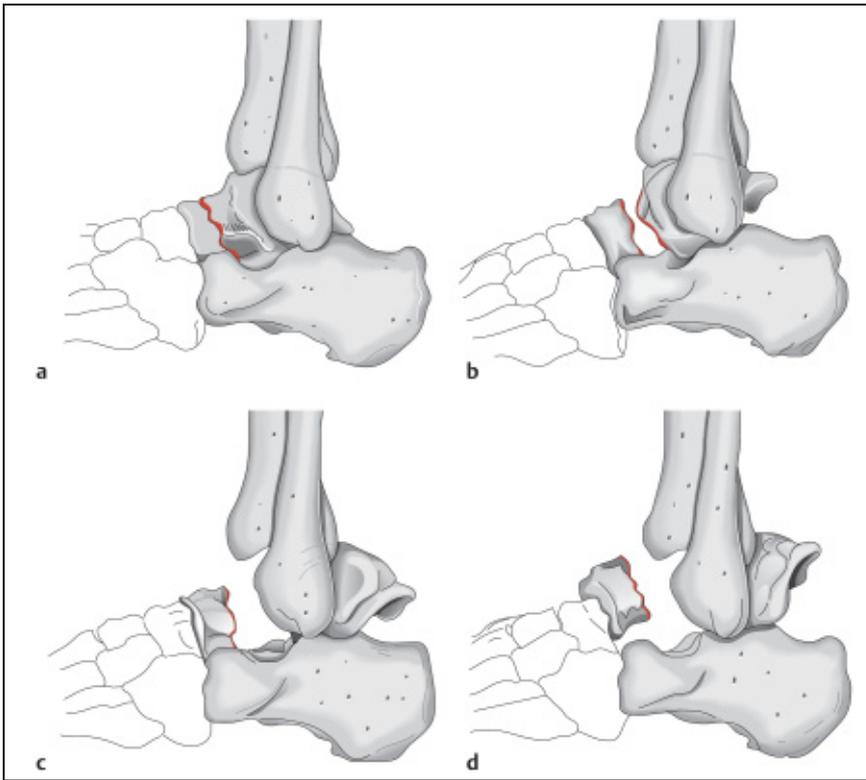


Abb. 3 Erweiterte Klassifikation nach Hawkins.



Abb. 4a,b 18-jähriger Patient, 3 Tage nach Trauma Zuverlegung mit unverändert disloziert stehender Talusfraktur Typ Hawkins 3 und Beugung der Großzehe durch Irritation der Flexor haluzis longus-Sehne.



Abb. 4c Operative Versorgung über Innenknöchelosteotomie und stabile Schraubenosteosynthese.

nen nach Weber und Marti sowie von Hawkins große Bedeutung. Die wohl am häufigsten benutzte Klassifikation zentraler Talusfrakturen nach Hawkins zeigt eine sinnvolle Unterteilung, auch bezüglich therapeutischem Vorgehen und der Prognose.

Erweiterte Klassifikation nach Hawkins: (Abb. 3)

- Typ 1, Halsfraktur ohne Verschiebung. Das Auftreten von avaskulären Nekrosen kommt selten vor (Abb. 3a).
- Typ 2, sichtbare Dislokation mit Subluxationsstellung im unteren Sprunggelenk. Die Blutversorgung durch die Arteria sinus tarsi ist gestört, die Nekrose rate steigt deutlich (Abb. 3b).
- Typ 3, Talushalsfrakturen mit Luxationsstellung, sowohl im oberen als auch im unteren Sprunggelenk, der Taluskörper ist in aller Regel nach dorsal ausgebrochen. Die Angaben zur Nekrose rate variieren erheblich und werden bis 90% angegeben (Abb. 3c).
- Typ 4, neben den Veränderungen nach Typ 3, findet sich zusätzlich eine Luxation im Talonaviculare-Gelenk. Sehr hohe Nekrose rate (Abb. 3d).

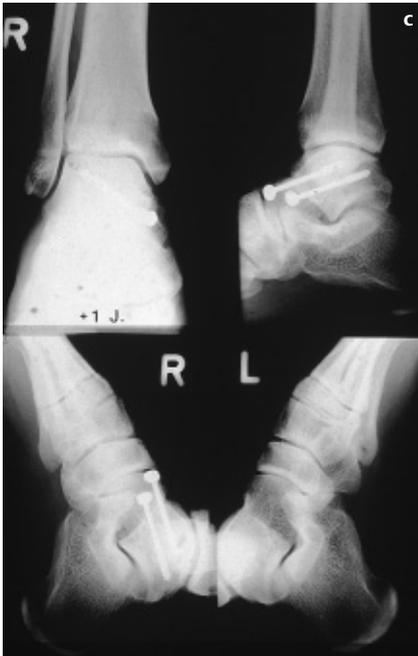
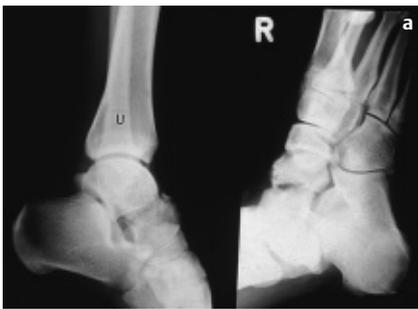
Die Prognose wird entsprechend der zunehmenden Zerstörung der Durchblutung von Typ 1 zu Typ 4 schlechter. Zu Typ 3 gehören auch die Trümmerfrakturen des Corpus tali die sich ebenfalls durch eine hohe Nekrose rate auszeichnen. (1/5)

### Diagnostik

Klinisch findet sich häufig ein in leichter Flexionsstellung stehender Fuß. Bei Ausbrechen des Taluskörpers nach dorsal bewirkt die Irritation der Flexor haluzis longus-Sehne eine Beugstellung des Großzehenendgelenkes (Abb. 4a-c).

Zur Erkennung der Fraktur sind in der Regel Standard-Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen ausreichend, gelegentlich sind zusätzlich Schrägaufnahmen in 45° Innen- und Außenrotation sinnvoll.

Bei komplexeren Frakturen ist auf jeden Fall eine präoperative Computertomographie zur OP-Planung und Optimierung des Zugangsweges erforderlich. Abbrüche der Prozessus entgehen gelegentlich der röntgenologischen Darstellung und können erst durch Computertomographie aufgedeckt werden. Bei Trümmerfrakturen lässt sich die Möglichkeit einer Rekonstruierbarkeit beurteilen.



**Abb. 5a** 21-jähriger Patient mit isolierter Hawkins 2-Fraktur.

**Abb. 5b** Stabile Osteosynthese mit Schraubenosteosynthese.

**Abb. 5c** Verheilte Fraktur nach einem Jahr.

**Abb. 5d** Klinisches Ergebnis.

### Indikation

Im Hinblick auf die zwei Hauptkomplikationen der Talusfraktur, der Arthrose im oberen und unteren Sprunggelenk sowie der Talusnekrose sind eine frühzeitige Wiederherstellung der Anatomie des Talus, die Dekompression der umgebenden Weichteile zur Vermeidung einer sekundären Hautnekrose und eine frühfunktionelle Behandlung des oberen und unteren Sprunggelenkes erforderlich.

Alle offenen und dislozierten Talusfrakturen bedürfen der notfallmäßigen Versorgung, in der Regel mit definitivem Weichteildebridement und Schraubenosteosynthese.

Bei schwerem Weichteilschaden ist ggf. das Anlegen eines gelenkübergreifenden Fixateur externe das Vorgehen der Wahl, bei Compartmentsyndrom bleibt die Wunde offen und kann nach temporärem Anlegen einer Vakuumversiegelung sekundär verschlossen werden. Alle peripheren Frakturen und nicht dislozierten

Frakturen mit geringem Weichteilschaden können im Rahmen eines Wahleingriffes versorgt werden.

Um die Vorteile einer frühfunktionellen Therapie und die Möglichkeit einer frühen Teilbelastung zu nutzen, sollten auch unverschobene Talusfrakturen operativ stabilisiert werden.

Nur selten sind primäre Arthrosen bei extremer Zertrümmerung des Sprungbeines erforderlich, sie sind technisch schwierig. Im eigenen Krankengut wurden lediglich zwei postprimäre Früharthrosen durchgeführt.

### Konservative Therapie

Die konservative Therapie ist möglich bei nichtdislozierten peripheren Frakturen und Frakturen des Types Hawkins 1, hier wird eine 6-wöchige Ruhigstellung durchgeführt mit Bodenkontakt, anschließend mit Belastungsaufbau begonnen. In der Regel kann nach der 10. bis 12. Woche Vollbelastung erreicht werden.

Bei den insgesamt guten Erfahrungen mit der operativen Stabilisierung, den großen Vorteilen einer frühfunktionellen Behandlung für Funktion und Trophik des Fußes stellen wir die Indikation zur operativen Behandlung eher großzügig bei bereits geringen Verschiebungen oder nach eingehendem Gespräch mit dem Patienten, auch bei weitgehend unverschobenen Halsfrakturen.

### Operative Therapie

Gelingt eine Reposition geschlossen und ist keine Spongiosaplastik z.B. zur Aufrichtung einer Halsimpression erforderlich erfolgt eine perkutane Verschraubung mit durchbohrten 4-mm-Kleinfragmentschrauben. Als Repositionshilfe kann gelegentlich eine Schanz-Schraube als „Joy stick“ hilfreich sein.

**Cave:** Jeder frustrane Repositionsversuch verschlechtert die Weichteilsituation und erhöht das Nekrosesrisiko.

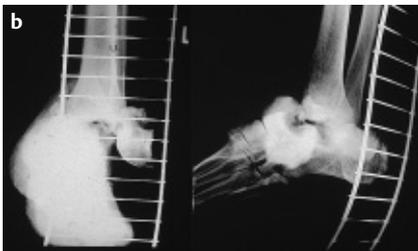
Nach erfolgter Reposition werden zunächst unter Bildwandlerkontrolle über Stichinzisionen Gewindekirschnerdrähte vom Taluskopf zum Corpus vorgebohrt und nach Längenmessung mit selbstschneidenden Titan-Spongiosaschrauben besetzt. Hierbei ist streng darauf zu achten, dass die Gewinde die Fraktur überschreiten. Wegen der Möglichkeit einer nachfolgenden kernspintomographischen Untersuchung zur Frage einer evtl. eintretenden Talusnekrose sollten lediglich Titanimplantate Verwendung finden (**Abb. 5a–d**).

Je nach Größe des peripheren oder zentralen Fragmentes ist gelegentlich auch eine Verschraubung von dorsalseitig über paraachilläre Stichinzisionen sinnvoll.

Der Vergleich verschiedener Osteosynsetechniken zeigt, dass allein die Osteosynthese mit 2-mm-Kirschner-Drähten nicht ausreichend ist, um den normalen am Gelenk auftretenden Kräften standzuhalten. Die höchste Stabilität zeigt die Schraubenosteosynthese mit je zwei 4,0-mm-Schrauben von dorsal (**Abb. 6**).

Gelingt eine geschlossene Reposition einer Halsfraktur nicht, oder ist von vornherein wegen Defekt eine Spongiosaplastik erforderlich, so bevorzugen wir für die offene Reposition einen anteromedialen Zugang mit Beginn der Inzision in Gelenkspalthöhe bis zum Chopart'schen Gelenk verlaufend.

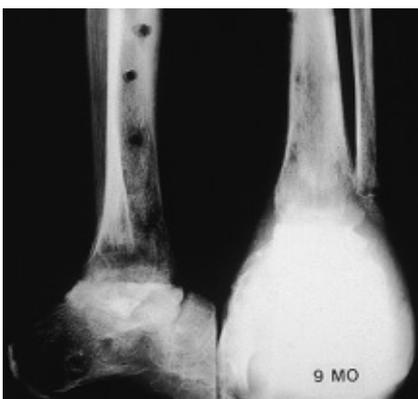




**Abb. 8 a, b** 39-jähriger Mann, Sturz aus 8 m Höhe durch ein Glasdach, multiple Begleitverletzungen. Komplette Luxation des Sprunggelenkes. **a** Klinisches Bild **b** Röntgenbild.



**Abb. 8 c** Sofortige offene Reposition, gelenküberbrückender Fixateur, nach 8 Wochen zunächst OSG-Arthrodeese bei Infektverlauf und mehrfachen Revisionen des unteren Sprunggelenkes, letztendlich Arthrodeese von OSG und USG.



**Abb. 8 d** Knöcherne Durchbauung der Arthrodeese 9 Monate nach Unfall.



**Abb. 9 a, b** 23-jähriger Mann, Sturz aus 3 m Höhe, II.-gradig offen Talus-Trümmerfraktur Typ Hawkins 3. Bei der Primärvorsorgung



Es handelt sich hier jedoch um Raritäten, so dass gesicherte Erfahrungen in einem größeren Krankengut fehlen. Eine primäre Astragalektomie (- Talusexstirpation) haben wir bisher nicht durchführen müssen. Zweimal wurden postprimäre Arthrodesen bei einem vollständig zerstörten Taluskörper durchgeführt unter Einbolzung des Innen- und Außenknöchels. Knöcherne Heilung konnte nach 3,5 Monaten erzielt werden (**Abb. 9 a-d**).

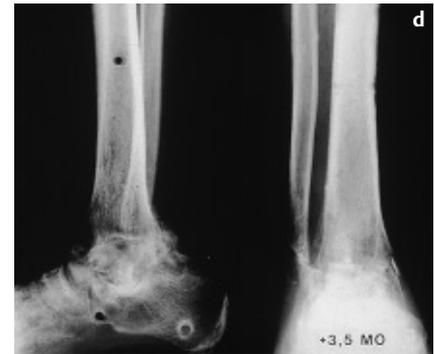
**Intra- und postoperative Komplikationen**

Wenn immer möglich wird eine primäre Versorgung der dislozierten Talusfrakturen angestrebt. Bei nicht reponierbarem, nach dorsal verschobenem Corpus tali empfiehlt sich die Innenknöchelosteotomie.

Bei Unmöglichkeit des Hautverschlusses erfolgt Vakuumversiegelung, zusätzliche



offensichtlich Entfernung mehrere Fragmente des Corpus tali. Röntgenologisches und klinisches Bild (**a, b**) bei Zuverlegung.



**Abb. 9 c** 3 Wochen nach Unfall definitive OSG- und USG-Arthrodeese. **Abb. 9 d** Ausheilungsergebnis nach 3,5 Monaten nach Fixateur-Entfernung.

Ruhigstellung im Fixateur externe und sekundärer Wundverschluss.

Bei Infekten ist regelhaft, das obere und untere Sprunggelenk sowie das Chopart-Gelenk in den Infekt einbezogen, kommt es hierbei nach ein spätestens zwei Revisionen mit Jet-Lavage und Einlegen von Antibiotikaträger nicht zur Ausheilung, ist die septische Arthrodeese mittels Fixateur externe angezeigt.

**Nachbehandlung**

Bei sicherer Stabilisierung der Fraktur beginnen wir frühzeitig mit Bewegungen im oberen Sprunggelenk, bei schweren Weichteilschäden erfolgt Ruhigstellung bis zur gesicherten Weichteilkonsolidierung.

Eine längerfristige Entlastung des Fußes kann aufgrund der eintretenden trophischen Störungen nicht empfohlen werden.



**Abb. 10a** Hawkins-Zeichen bei konservativ behandelter, nicht dislozierter Talusfraktur.



**Abb. 10b** Anhaltende Strukturverdichtung des Taluskörpers nach offener Reposition und Kirschner-Draht-Osteosynthese 13 Wochen nach Unfall.

Ab der 6. Woche kann eine Teilbelastung durchgeführt werden, die bis zum Ablauf des 3. Monats auf Vollbelastung, abhängig von den Beschwerden, gesteigert werden kann.

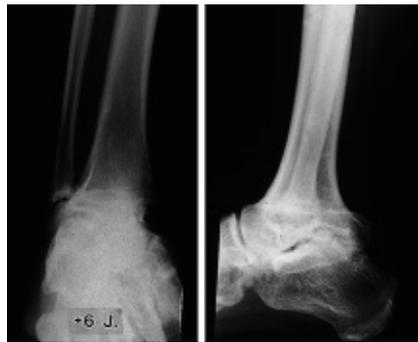
Auch lange Entlastungszeiten von vielen Monaten können eine Talusnekrose mit Zusammenbruch des Corpus tali letztendlich nicht vermeiden.

Eine Entlastungsporose, welche subchondral beginnt und frühestens nach 6 Wochen nachweisbar ist (sogenanntes Hawkins-Zeichen), gilt allgemein als Vitalitätszeichen des Knochens und ist ein prognostisch günstiges Zeichen. Auch ein verspätetes Auftreten bleibt prognostisch eher günstig zu beurteilen. Eine homogene Verdichtung der Talusrolle im a.p.-Bild gilt hingegen als Zeichen einer manifesten Durchblutungsstörung (**Abb. 10a, b**).

Als Zeichen der manifesten Nekrosen gelten die bleibende radiologische Verdichtung der Talusrolle und der definitive Kollaps. Eine Revitalisierung mit Strukturnormalisierung ist möglich.



**Abb. 11a** Talusnekrose 1 Jahr nach konservativer Behandlung einer Hawkins 2-Fraktur.



**Abb. 11b** Zustand nach OSG-Arthrodese, 6 Jahre nach Unfall freies Gangbild, 26-jährige Arztshelferin.

Nach Untersuchungen von Schwarz et al. (12) ist die Beurteilung der Dekalzifizierung computertomographisch exakter zu erfassen. In dieser Untersuchung konnte keine exakte Korrelation zwischen histologischem und radiologischem Befund hergestellt werden. Auch bei radiologisch vermuteter intakter Durchblutung zeigten sich histologisch Knochennekrosen mit schleichendem Knochenerersatz (creeping repair). Auch das MRT als sensitivstes bildgebendes Verfahren zeigte keine exakte Korrelation zu den gefunden histologischen Befunden. Ein Normalbefund erscheint auch hier prognostisch günstig. Auch diese Untersuchung zeigte keinen positiven Einfluss längerer Entlastungszeiten auf das Eintreten eines Kollapses des Talusdomes.

Die Nekroseraten zeigen in der Literatur eine große Bandbreite bei jeweils kleinen Fallzahlen, die den einzelnen Typen zugeordnet werden. (8)

Eine Nekroserate von 30% bei Typ-Hawkins-3-Verletzungen und bis 50% bei Typ Hawkins-4-Verletzungen bilden einen unteren Wert. (7)

Ein weiteres Schicksal der Talusfraktur stellt die posttraumatische Arthrose dar. In einer Sammelstudie der AO wurde eine Arthroserate nach operativer Therapie in 53,3% gefunden, hierbei sind häufig oberes und unteres Sprunggelenk befallen. (6)

Erstaunlicherweise sind die Patienten häufig auch bei radiologisch ausgeprägter Arthrose gut adaptiert.

Bei Talusnekrosen und Arthrosen sind Arthrodesen des oberen Sprunggelenkes bis hin zu Trippel-Arthrodesen erforderlich um eine belastungsfähige Extremität zu erhalten (**Abb. 11a u. b**).

**Literatur**

- <sup>1</sup> Beck E. Die Talusfrakturen. Orthopäde 1991; 20: 33 – 42
- <sup>2</sup> Bray J. Frische Talusfraktur 1993 in Osteosynthese – Arbeitsbuch und Atlas VHP-Verlag 1993, Weinheim 278 – 284
- <sup>3</sup> Higgins TF, Baumgaertner MR. Dignosis and treatment of fractures of the talus; a comprehensive review of the Literature. Foot Ankle Int. 1999; 20(9): 595 – 605
- <sup>4</sup> Holz F, Kohler H, Winkler H, Wentzensen A. Das heutige Therapiekonzept der dislozierten Talusfraktur. Hefte zu Der Unfallchirurg 1991; 230: 192 – 195
- <sup>5</sup> Kuner EH, Müntz P. Talusfrakturen. OP-Journal 1992; 9 – 16
- <sup>6</sup> Kuner EH, Lindemayer HL. Zur Behandlung der Talusfraktur. Unfallchirurgie 1983; 9: 35 – 40
- <sup>7</sup> Lutz M, Golser K, Sperner G, Gabel M, Wambacher M, Sailer R. Die posttraumatische Durchblutungsstörung des Talus. Ist die Talusnekrose obligat? Der Unfallchirurg 1998; 101: 461 – 467
- <sup>8</sup> Metzger MJ, Levin JS, Clancy JT. Talar neck fractures and rates of avascular necrosis. J Foot Ankle Surg 1999; 38: 154 – 62
- <sup>9</sup> Mullfingler GL, Trueta J. The Blood Supply of the Talus. JBJS 1970; 52B: 160 – 167
- <sup>10</sup> Pisani G, Fußchirurgie Thieme 1998; 41 – 46
- <sup>11</sup> Sanders R. Fractures and Fracture – Dislocation of the Talus. In Surgery of the Foot and Ankle Seventh Edition, Mosby 1999
- <sup>12</sup> Schwarz N, Eschberger I, Kramer J, Posch E. Radiologisch und histologische Beobachtungen an zentralen Talusfrakturen. Unfallchirurg 1997; 100: 449 – 456

**Dr. med. Franz Holz**  
Oberarzt  
**Dr. med. Klaus Wendl**  
Assistenzarzt  
**Prof. Dr. med. Andreas Wentzensen**  
Ärztlicher Direktor  
BG-Unfallklinik Ludwigshafen

---

Ludwig-Guttman-Str. 13  
67071 Ludwigshafen