



Rekonstruktion posttraumatischer Fehlstellungen

Rückfuß

Fußverletzungen stellen einen wesentlichen Baustein des Krankheitsbilds „Polytrauma“ dar [1]. In der Gesamtschau der Erkrankung stehen die vital bedrohlichen Verletzungen und die Dynamik des Polytraumas häufig im Vordergrund, weshalb die Verletzungen des Fußes häufig nicht die erforderliche Beachtung finden. Darüber hinaus wird die zeitgerechte Versorgung der Fußverletzungen in vielen Fällen durch begleitende Weichteilschäden behindert [2].

So sind es am Ende häufig die Beeinträchtigungen des Fußes, die bei polytraumatisierten und mehrfachverletzten Patienten am Ende einer langwierigen Behandlung und Rehabilitation die erfolgreiche Reintegration in das alltägliche Leben und die Berufstätigkeit verhindern [3].

Die besondere Bedeutung der Fußverletzung für das Outcome der Unfallverletzten verdeutlicht eine Erhebung der gesetzlichen Unfallversicherung im Jahr 2008. Der Anteil der Verletzungen von Fuß und Sprunggelenk machte in diesem Versicherungsjahr ca. 6 % aller meldepflichtigen Unfälle im Versicherungsbe- reich der DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) aus. Diesem prozentual relativ geringen Anteil steht die Tatsache gegenüber, dass Verletzungsfolgen an Fuß und Sprunggelenk ca. 70 % aller Rentenfälle ausmachen. Im Jahr 2008 machten Verletzungen von Sprunggelenk

und Fuß mehr als zwei Drittel aller neuen Rentenfälle aus.

Der Rückfuß stellt das Schlüsselglied in der Kopplung der Bewegungseinheiten dar, die durch den Unterschenkel und den Fuß gebildet werden. Jede Störung dieser Kopplung führt zwangsläufig zur Beeinträchtigung der Geh- und Stehfähigkeit. So führen bereits geringe Instabilitäten, Imbalancen oder Störungen der Ausrichtung des Rückfußes ebenso wie posttraumatische Arthrosen der Gelenke des Rückfußes zu schwerwiegenden Beeinträchtigungen der Alltags- und Berufsfähigkeit der Betroffenen [4].

Nur die vollständige Wiederherstellung von Stabilität, Achsausrichtung und

muskulärer Balance sowie die Beseitigung schmerzhafter Arthrosen ermöglichen eine erfolgreiche Rehabilitation.

Im Rahmen der Korrekturbehandlung von posttraumatischen Fehlstellungen des Rückfußes müssen posttraumatische schmerzhaft Arthrosen mit resultierenden Fehlbelastungen, posttraumatische Osteonekrosen und Osteomyelitiden, Imbalancen und Instabilitäten sowie kritische Weichteilverhältnisse Berücksichtigung finden (▣ **Abb. 1**) [3]. Ein wesentlicher Faktor für das funktionelle Outcome stellen die Ausrichtung der Rückfußachse und die Koppelung des Vorfußes über die Chopart-Gelenkreihe dar. Die Ausrichtung der Rückfußachse



Abb. 1 ◀ Schwerwiegende Fußdeformität beidseits nach Verbrennung und freien, mikrovaskulär angeschlossenen Lappenplastiken. (Aus [10])

Tab. 1 Komponenten der Deformität und Therapieoptionen

Deformität	Operationsverfahren
Equinus	Achillessehnenverlängerung, (pantalar) Release, Lambrinudi
Varus	Pantalares Release, Chopart-/Tripple-Arthrodesese
Fallfuß	T-SPOTT, Hiroshima
Krallenzehen	Tenotomie, proximale Interphalangealgelenk-Arthrodesese, Girdlestone
Cavus	Steindler, Chopart-Arthrodesese, elev. Metatarsale-Osteotomie, Jones, Cole

Dieser Beitrag ist eine Replikation des Beitrags Recum J von, Wölfl C, Thiele J, Grützner PA, Franke J (2014) Rekonstruktion posttraumatischer Fehlstellungen des Rückfußes. Trauma und Berufskrankheit 16(Suppl 1):38–45. DOI 10.1007/s10039-013-2025-7.

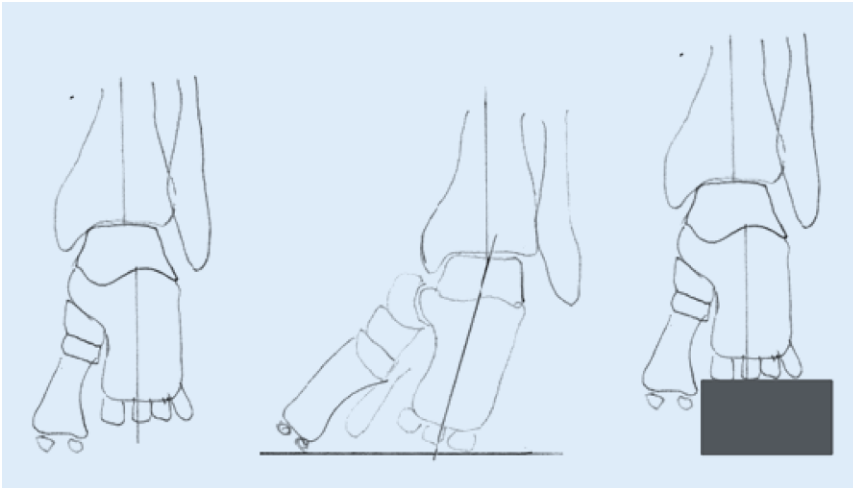


Abb. 2 ▲ Schematische Darstellung des „Coleman-Block-Tests“ zur Demaskierung eines „forefoot driven hind foot varus“. (Aus [10])

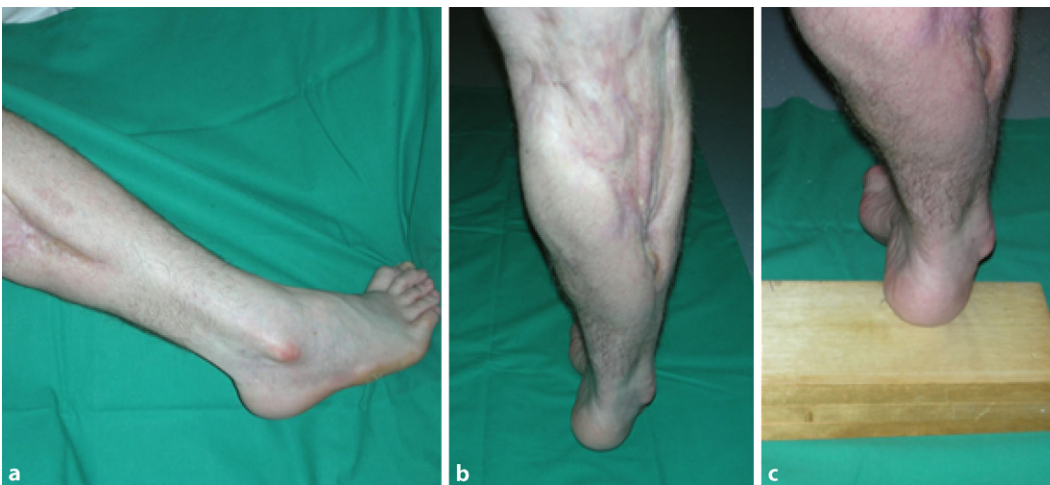


Abb. 3 ◀ Klinisches Bild mit Equinus-, Varus- und Cavusdeformität. (Aus [10]). **a** Seitlicher Blick, die Spitzfußstellung ist deutlich zu erkennen. **b** Der Blick auf den Rückfuß zeigt die erhebliche Varusposition der Ferse. **c** Im Coleman Blocktest bleibt die Varusposition der Ferse unverändert

beeinflusst direkt die Mobilität des Unfallverletzten, entscheidet über die Form der Schuhversorgung und ist in der Gesamtschau häufig MdE (Minderung der Erwerbsfähigkeit)-relevant.

Analyse

Wesentliche Bestandteile der Diagnostik zur Planung von Korrekturen sind eine eingehende klinische Untersuchung unter Einbeziehung des Gangbilds, eine dynamische Untersuchung der Balance und Stabilität des Rückfußes sowie eine Inspektion der Beschwellung der Füße. Hilfreich ist eine Inspektion gut eingetragenen Schuhwerks, um pathologische Gangmuster zu identifizieren.

Für die Planung operativer Eingriffe unerlässlich sind die Beurteilung des

Weichteilmantels und der peripheren Durchblutung sowie eine neurologische Untersuchung.

Standard in der bildgebenden Diagnostik ist die Aufnahme des Fußes in 3 Ebenen mit Belastung. Die Aufnahme der Rückfußachse nach Salzmann zeigt das Verhalten des Rückfußes in der Belastungssituation. Durch den „Coleman-Block-Test“ (Abb. 2) gelingt die Differenzierung zwischen tatsächlichem und vorfußgetriggertem Rückfußvarus [5].

Schrägaufnahmen des Subtalargelenks nach Brodén werden zunehmend durch die Computertomographie mit multiplanaren Reformationen in den Standardebenen ersetzt. Diese Untersuchung liefert zusätzliche Informationen über knöcherne Defekte, Arthrosen sowie Fehlstellungen der einzelnen Fuß-

wurzelgelenke [6]. Für die Planung komplexer knöcherner Korrekturoperationen kann die zusätzliche Visualisierung durch 3-D-Rekonstruktionen der knöchernen Oberfläche sinnvoll sein [7]. Zusätzliche Informationen über das Belastungsmuster liefern statische podometrische Aufnahmen oder dynamische pedobarographische Untersuchungen.

Bei Infektverläufen können Magnetresonanztomographie (MRT) und Leukozytenszintigraphie Sequester und persistierende Infektherde nachweisen [8].

Vor operativen Eingriffen bei komplexen posttraumatischen Fußdeformitäten muss sichergestellt sein, dass eine Weichteildeckung in korrigierter Fußposition möglich sein wird. Hier kann eine dynamische Redression des Fußes im Vorfeld mittels Hexapodenfixateur für

eine Verbesserung der Ausgangssituation sorgen [9]. Plastisch-mikrochirurgische Kompetenz zur Deckung der Defekte muss insbesondere bei instabilen Narbenbezirken vorgehalten werden.

Rekonstruktion

Ziel der Rekonstruktion ist die Wiederherstellung des plantigraden Fußauftritts. Besondere Aufmerksamkeit gilt hier der dynamischen Kopplung zwischen Rückfuß und Vorfuß. Durch Rebalancierung der Muskelkräfte kann der Fußauftritt in ausgesuchten Fällen unter Erhalt der Funktion der Gelenke korrigiert werden. Sollte eine ausschließlich weichteilige Korrektur nicht zu einem zufriedenstellenden Realignment führen, muss in gleicher Sitzung knöchern korrigiert werden. Arthrodesen sollten nur dann zur Anwendung kommen, wenn schwerwiegende posttraumatisch umformende Veränderungen der Gelenkflächen selbst oder nicht rekonstruierbare Gelenkinstabilitäten vorliegen. Dabei sollten die Arthrodesen auf die unmittelbar betroffenen Gelenke beschränkt bleiben. Extraartikuläre Deformitäten sollten nach Planung am Ort der Deformität unter Berücksichtigung der Kriterien für Korrekturosteotomien ausgeglichen werden.

Anhand von 5 Beispielen werden die Möglichkeiten der Korrektur posttraumatischer Fehlstellungen aufgezeigt.

Fallbeispiel I: Postkompartmentsyndrom Typ IV

Der Typ IV des Postkompartmentsyndroms des Unterschenkels stellt die Maximalvariante der posttraumatischen Fußdeformität dar. Durch die Nekrose der tiefen (und oberflächlichen) Beuger und den Funktionsausfall der Heber und der Evertierer des Unterschenkels und Fußes vereint diese Form das klinische Bild aller Deformitätentypen. Die Korrektur der Deformität erfordert die getrennte Betrachtung aller einzelnen Komponenten (■ **Tab. 1**):

- Equinus,
- Rückfußvarus,
- Fallfuß,

Trauma Berufskrankh 2017 · 19 (Suppl 2):S149–S157 DOI 10.1007/s10039-017-0243-0
© Springer Medizin Verlag Berlin 2017

J. von Recum · C. Wöfl · J. Thiele · P. A. Grützner · J. Franke

Rekonstruktion posttraumatischer Fehlstellungen. Rückfuß

Zusammenfassung

Verletzungen der Füße führen häufig aufgrund von Fehlstellungen, schmerzhaften Pseudarthrosen und Instabilitäten zu bleibenden Funktionsbeeinträchtigungen. Ursachen für korrekturbedürftige Fußfehlstellungen sind übersehene oder inadäquat therapierte Verletzungen. Komplizierte postoperative Verläufe mit posttraumatischen Arthrosen, Infekten, Osteonekrosen, ausbleibenden knöchernen Heilungen oder muskulären Imbalancen können auch nach initial korrekter Behandlung zu korrekturbedürftigen Fehlstellungen führen. Korrekturen müssen dabei alle Funktionen des Fußes berücksichtigen. Das Augenmerk muss insbesondere auf die Achsausrichtung des Rückfußes und die Koppelung des

Vorfußes gelegt werden. Idealerweise werden Korrekturingriffe vor Auftreten von Anschlussarthrosen benachbarter Gelenke durchgeführt. Zur Wiederherstellung der Funktion des Fußes sollten Arthrodesen auf die unmittelbar betroffenen Gelenke beschränkt bleiben. Deformierende Kräfte der motorisch überwiegenden Muskelgruppen müssen neutralisiert werden, um erneute Deformitäten zu vermeiden. Der Beitrag gibt eine Übersicht über korrigierende Eingriffe am Rückfuß.

Schlüsselwörter

Verletzungen · Korrektur · Arthrose · Deformitäten · Funktionen

Reconstruction of posttraumatic malalignment. Hindfoot

Abstract

Foot injuries often lead to permanent functional impairments due to malalignment, painful non-unions and instabilities. The causes of foot malalignment that need correction are overlooked or inadequately treated injuries. Complicated postoperative courses with posttraumatic arthrosis, infections, osteonecrosis, non-unions and muscular imbalance can lead to malalignment requiring correction even if the initial treatment was performed correctly. Corrective interventions must take all functions of the foot into consideration. Attention must particularly be paid to the axial alignment of the hindfoot and the coupling of the forefoot. Ideally,

corrective interventions must be carried out before the occurrence of accompanying arthrosis of neighboring joints. For restoration of function of the foot arthrodesis should remain limited to the directly affected joint. Deforming forces of predominantly motor muscle groups must be neutralized in order to avoid new deformities. This article gives an overview of corrective interventions of the hindfoot.

Keywords

Injuries · Correction · Arthrosis · Deformities · Function

- Krallenzehen,
- Cavus.

Ein damals 28-jähriger Produktionsarbeiter erlitt im Betrieb eine schwere Quetschverletzung des rechten Unterschenkels, als er unter einem umkippenden, ca. 600 kg schweren Werkstück eingeklemmt wurde. Primär wurde die 3.°offene proximale Unterschenkelfraktur im Fixateur externe reponiert und ruhig gestellt, eine Dissektion der A. poplitea mittels Interponat aus der V. saphena magna rekonstruiert. Eine primäre Rekonstruktion des N. peroneus com-

munis war als nicht sinnvoll eingeschätzt worden. Der Verlauf war durch einen fortschreitenden Untergang der traumatisch geschädigten Muskulatur kompliziert. Ein Weichteilverschluss wurde über wiederholte Vakuumversiegelungen und Meshgraft-Deckung erreicht. Im Verlauf stellte sich der Unfallverletzte bei Ausbildung des Vollbildes eines posttraumatischen Pes equino varus mit Krallenzehenbildung vor (■ **Abb. 3 und 4**). Eine Schuhversorgung war aufgrund der Ausprägung der Fehlstellung nicht möglich, die Wiedereingliederung

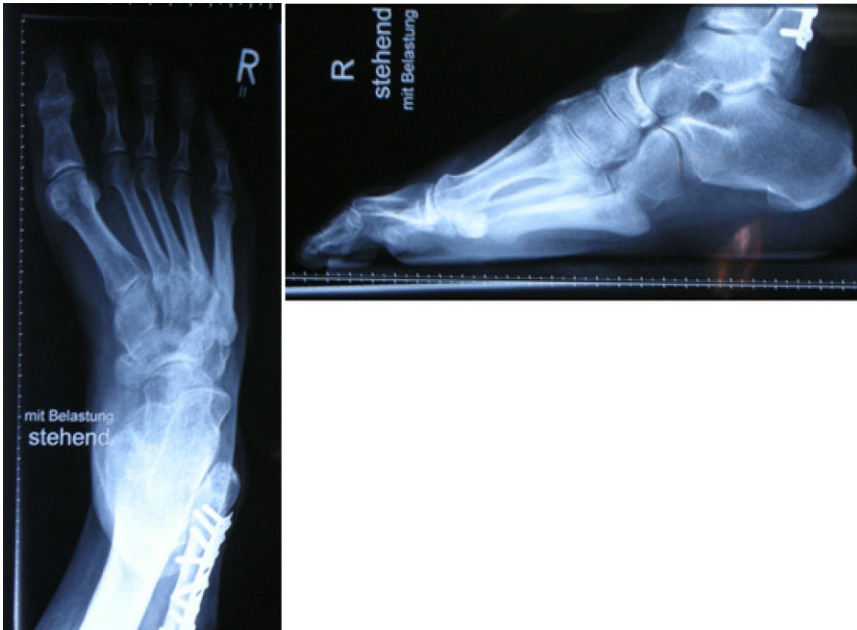


Abb. 4 ▲ Röntgenuntersuchung des Fußes in 2 Ebenen: Deutlich sind die Komponenten Equinus, Cavus, Varus und Krallenzehen zu erkennen. (Aus [10])



Abb. 5 ▲ Resultat nach Fixation der Sehnenumsetzung. (Aus [10])

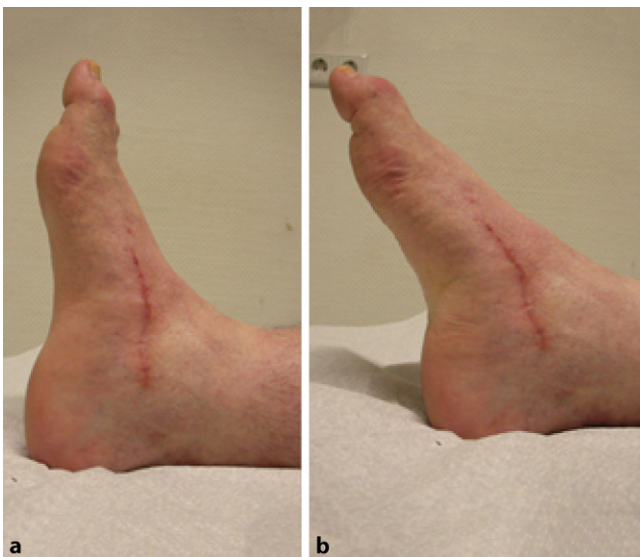


Abb. 6 ▲ Funktionelles Outcome mit aktiver Dorsalextension und Plantarflexion. (Aus [10]), **a** Maximale aktive Dorsalextension, **b** maximale aktive Plantarflexion



Abb. 7 ▲ Radiologisches Ausheilungsbild mit vollständiger Deformitätenkorrektur. (Aus [10])

in das Berufsleben war wiederholt gescheitert.

Ziel der operativen Korrektur war die Wiederherstellung eines belastbaren Fußes in Mittelstellung unter Wiederherstellung der Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk, Beseitigung des Spitzfußes, Reorientierung des Rückfußes und flexibler Kopplung des Vorfußes an den Rückfuß. Zur Korrektur aller Deformitätentypen waren folgende Ope-

rationsschritte erforderlich: pantalares Release, Achillessehnenverlängerung, Transfer der Sehne des Tibialis posterior auf die hebende und evertierende Seite (T-SPOTT), Plantarfaszienrelease nach Steindler, intramuskuläre Verlängerung des Flexor hallucis longus und Beugesehnenentomien D2–5. Knöcherne Korrekturen waren zur vollständigen Rebalancierung der Deformität nicht erforderlich (Abb. 5).

Es konnte ein gutes Ausheilungsergebnis erreicht werden (Abb. 6). Der Unfallverletzte wurde in Konfektionsschuhwerk ohne orthopädische Zurichtung mobilisiert. Funktionell war eine aktive Beweglichkeit des Fußes in allen 4 Hauptbewegungsebenen möglich (Abb. 7). Die berufliche Reintegration in die bis zum Unfallzeitpunkt ausgeübte Tätigkeit als Produktionsarbeiter gelang über eine Arbeitsplatzprobenung (ABE).



Abb. 8 ▲ Intraoperativer Situs vor definitivem Débridement und freier, mikrovaskulär angeschlossener Lappenplastik. (Aus [10])



Abb. 9 ▲ Posttraumatischer Pes equinovarus. (Aus [10])



Abb. 10 ▲ Radiologische Darstellung der Deformität. (Aus [10])

Fallbeispiel II: Postkompartmentsyndrom Typ IV nach Verbrennung

Der zum Unfallzeitpunkt 37-jährige Unfallverletzte erlitt als Fahrer eines Geldtransporters schwere Verletzungen. Klinisch führend waren 3. bis partiell 4.° Verbrennungen im Bereich beider Unterschenkel. Nach initialer Escharotomie wurden mehrfache operative Interventionen erforderlich. Als Folge der tiefen Verkohlung des linken Unterschenkels waren der Außenknöchel und der 5. Mittelfußknochen nicht haltbar (▣ **Abb. 8**). Nach Erreichen sauberer Wundverhältnisse wurde die Defektdeckung über einen freien, mikrovaskulär

angeschlossenen Gewebettransfer erreicht (▣ **Abb. 10**).

Die Lappenplastik heilte unkompliziert ein, im Verlauf bildete sich, bedingt durch die vollschichtige Verbrennung, das Vollbild eines Postkompartmentsyndroms vom Typ IV aus. Durch die fehlende Stabilisierung des oberen Sprunggelenks aufgrund des Verlusts von Außenknöchel und Metatarsale V entwickelte sich eine chronische Varusluxation im oberen Sprunggelenk (▣ **Abb. 9**).

Der Zustand der Weichteile in Kombination mit der knöchernen Instabilität des oberen Sprunggelenks ermöglichte in diesem Fall keine Deformitätenkorrektur unter Erhalt der Gelenke. Zur definitiven Korrektur der Deformität bestand die Indikation zur pantalaren Arthrodesese

unter Verwendung eines Rückfußarthrodesenagels, wodurch die Stabilisierung des oberen Sprunggelenks, die Korrektur des Rückfußes im Subtalgelenk sowie die Reorientierung des Vorfußes im Chopart-Gelenk in einem Eingriff erzielt wurden (▣ **Abb. 11**).

Fallbeispiel III: posttraumatische Rückfußfehlstellung

Der zum Unfallzeitpunkt 48-jährige Gerüstbauer erlitt durch einen Sturz vom Gerüst einen Fersenbeinbruch rechts. Die Therapie war operativ durch offene Reposition und Plattenosteosynthese erfolgt. Der Verlauf wurde durch einen Plattenlagerinfekt kompliziert. Zur Sanierung des Infektes wurde eine frühzeitige Metallentfernung durchgeführt. Die Wundrandnekrose im operativen Zugang heilte sekundär nach mehreren Vakuumverbänden ab. Als Folge der frühzeitigen Metallentfernung trat ein Repositionsverlust mit Ausbildung eines erheblich vergrößerten Rückfußvalgus auf (▣ **Abb. 12**). Die Vorstellung erfolgte nun bei zunehmenden Schmerzen im oberen und unteren Sprunggelenk. Eine orthopädische Schuhversorgung war aufgrund der knöchernen Fixation der Fehlstellung nicht erfolgreich gewesen. Arbeitsfähigkeit als Gerüstbauer war nicht wieder eingetreten.

Klinisch bestand ein erheblicher Rückfußvalgus bei schmerzhafter Wackelsteifigkeit im Subtalgelenk. Computertomographisch wurde die fortgeschrittene posttraumatische Subtalararthrose bestätigt. Oberes Sprunggelenk



Abb. 11 ◀ Ausheilungsbilder mit knöchern konsolidierter pantalarer und kalkaneokuboidaler Arthrodese in plantigrader Stellung. (Aus [10])



Abb. 12 ▲ Präoperative Darstellung des Rückfußvalgus im Saltzman-View. (Aus [10])



Abb. 13 ▲ Tiefeingezogenes Narbenareal nach sekundärer Wundheilung. (Aus [10])

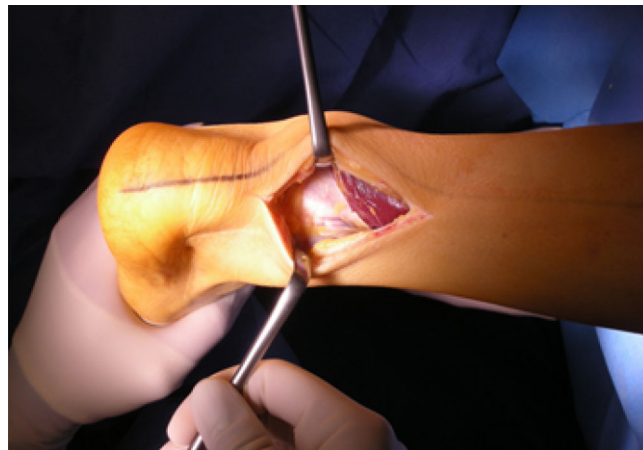


Abb. 14 ◀ Dorsaler paraachillärer Zugang zum Subtalar-gelenk. (Aus [10])

und Fußwurzel waren ohne wesentlichen pathologischen Befund, die Chopart-Gelenkreihe war bei Ankylose des Kalkaneokuboidalgelenks zu drei Viertel bewegungsingeschränkt.

Es bestand die Indikation zur reorientierenden Subtalararthrodese. Bei fixierter Pronationsstellung in der Chopart-Gelenkreihe war die Osteotomie des ursprünglichen Calcaneo-Cuboidal-Gelenks erforderlich. Besondere Beachtung bei der Planung des operativen Zugangsweges musste der Weichteilsituation beigemessen werden. Im

ursprünglichen Zugangsgebiet lag ein instabiles Narbenareal, das tief eingezogen und mit der lateralen Fersenbeinwand fest verwachsen war (Abb. 13). Zur reorientierenden Subtalararthrodese wurde ein dorsaler lateral-paraachillärer Zugang gewählt (Abb. 14), zur Osteotomie der Ankylose des Calcaneo-Cuboidal-Gelenks ein schräger Sinustarsi-Zugang. Durch diese 2 Zugänge war eine weichteilschonende Korrektur aller Fehlstellungskomponenten möglich. Zur Aufrichtung des Tuber-Gelenkwinkels und zum Ausgleich des Rückfußvalgus

wurde ein trikortikaler Beckenkamm-block interponiert (Abb. 15).

Die operativen Zugangswege heilten primär ab, die Arthrodese sowie die Osteotomie konsolidierten knöchern vollständig. Der Unfallverletzte ist mit Konfektionsschuhen in den ursprünglich ausgeübten Beruf reintegriert.

Fallbeispiel IV: chronische posttraumatische Rückfußluxation

Ein heute 57-jähriger Unfallverletzter wurde im Alter von 42 Jahren im

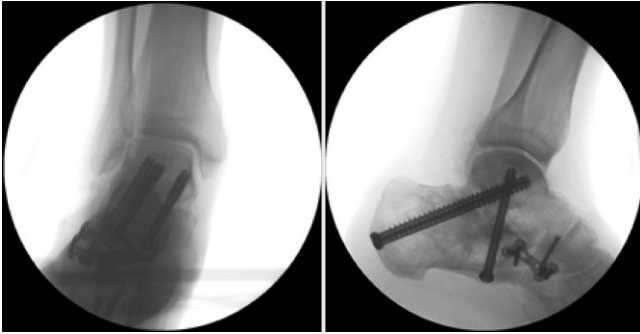


Abb. 15 ▲ Intraoperative Bildverstärker-Darstellung nach reorientierender Subtalararthrodese und derotierender Calcaneo-Cuboidal-Gelenkosteotomie



Abb. 16 ▲ Präoperative Darstellung der subtalaren Luxationsfraktur. (Aus [10])

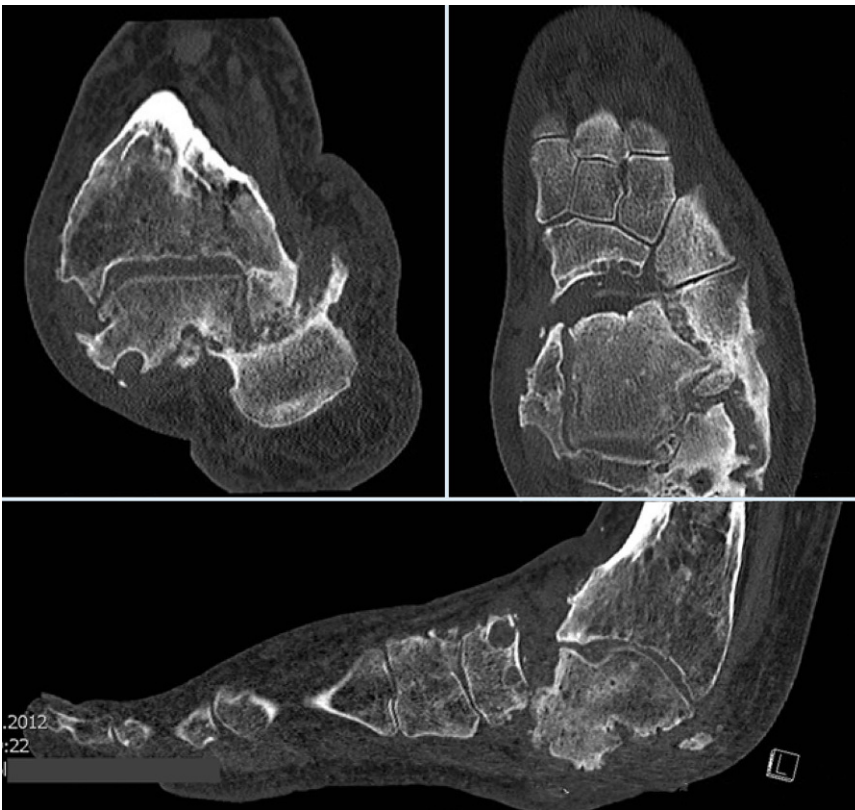


Abb. 17 ▲ Präoperative computertomographische Darstellung der Defektsituation. (Aus [10])

Rahmen einer Absturzverletzung polytraumatisiert. Frakturen der langen Röhrenknochen und des Stammskeletts machten mehrere operative Interventionen erforderlich. Die Luxationsfraktur des Kalkaneus mit erheblicher Fehlstellung wurde ohne Reposition konservativ therapiert.

Die aktuelle Vorstellung erfolgte bei zunehmender Geh- und Stehfähigkeit auf Anraten des orthopädischen Schuhmachers.

Klinisch fand sich ein maximaler Rückfußvalgus. Die Fehlstellung war nicht redressierbar, die lateralen Weichteile waren deutlich verkürzt. Der Unfallverletzte war mit Unterarmgehstützen für wenige Schritte mobil, bereits innerhalb der eigenen Wohnung war er auf den Rollstuhl angewiesen. Wegen der erheblichen Einschränkung der Mobilität war eine Reintegration in das Berufsleben nie gelungen.

Die Röntgenuntersuchung des Fußes im Stehen wies die chronische sub-

talare Luxation mit erheblichen posttraumatischen Defekten der Fußwurzel nach (Abb. 16). Zur Planung des operativen Vorgehens und Bestimmung der knöchernen Defektsituation wurde eine Computertomographie des Fußes mit multiplanaren Reformationen in den Standardebenen durchgeführt (Abb. 17).

Ziel der operativen Korrektur war die reorientierende pantalare Arthrodese unter Ausgleich der fixierten Pronation des Chopart-Gelenks. Eine vorbereitende Redression des Fußes zur dynamischen Korrektur der Weichteile war aufgrund der dystrophen knöchernen Situation und der knöchernen Fixation der Fehlstellung nicht Erfolg versprechend.

Die Arthrodese wurde über einen transfibularen Zugang unter Verwendung eines Rückfußarthrodese Nagels angelegt (Abb. 18). Bei vollständiger intraoperativer Korrektur der Fehlstellung war ein spannungsfreier Wundverschluss nicht möglich. Der Zugang wurde temporär mittels Vakuumversiegelung geschlossen und die Defektdeckung mit freiem Gewebetransfer geplant. Die definitive plastische Deckung war innerhalb von 5 Tagen möglich (Abb. 19).

Fallbeispiel V: Sekundäres Realignment nach atypischer Chopart-Amputation

Der 49-jährige Unfallverletzte erlitt durch einen herabstürzenden Stahlträger eine Quetschverletzung des linken Vor- und Mittelfußes mit subtotalear traumatischer Fußwurzelamputation (Abb. 20 und 21). Initial wurde eine Grenzzo-

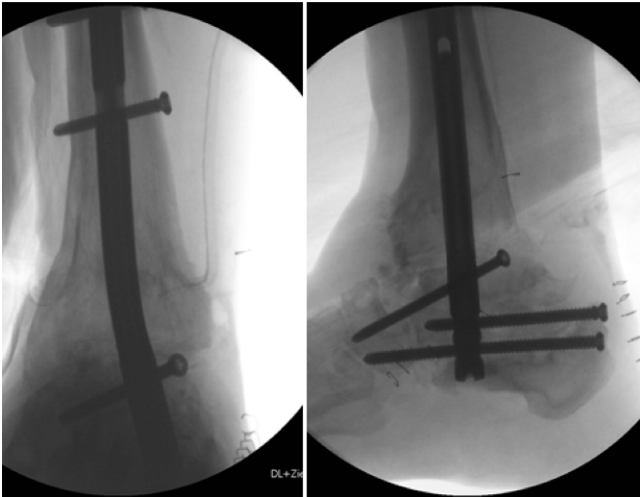


Abb. 18 ▲ Intraoperatives Korrekturergebnis. (Aus [10])



Abb. 19 ▲ Pantalare Arthrodesese nach Defektdeckung mit freiem mikrovas- kulär angeschlossenem anterolateralem Oberschenkelappen (ALT). (Aus [10])

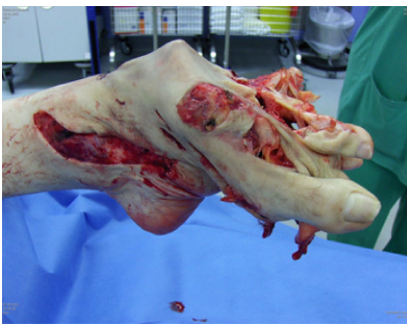


Abb. 20 ▲ Klinischer Befund bei Erstaufnahme in der primären Zielklinik. (Aus [10])

nenamputation durchgeführt und der Weichteildefekt unter Verwendung des Fußsohlenfilets gedeckt. Bei fortschrei- tende Nekrose des Lappens wurde der Unfallverletzte zum freien Gewebetransfer vorgestellt (■ **Abb. 22**).

Klinisch fand sich zu diesem Zeit- punkt eine Vollhautnekrose des Sohlen- filets mit partiell freiliegender Fußwur- zel. Bereits zu diesem Zeitpunkt bestand ein ausgeprägter Equinovarus, sodass die Indikation zur zweizeitigen Lappende- ckung und zum Realignment des Rück- fußes bestand.

Das Ziel des Korrekturereingriffs be- stand in diesem Fall darin, ein Gleich- gewicht zwischen hebender, senkender, pronierender und supinierender Musku- latur zu schaffen. Problematisch ist der Verlust des Ansatzes der Sehne des M. pe- roneus brevis. Neben der Umsetzung der Sehne des Tibialis posterior in das late- rale Os naviculare wurde der Steigbügel durch kombinierte Umsetzung der Seh-



Abb. 21 ▲ Primäre knöcherne Situation. (Aus [10])

nen des Tibialis anterior gemeinsam mit der Sehne des langen Zehenstreckers auf die mediale Seite des Os naviculare kom- plettiert. Zur Behebung des Equinus wur- de eine Verlängerung der Achillessehne angeschlossen. Nach Ende der Korrek- turmaßnahmen zeigte sich mit spontaner Mittelstellung ein gutes Korrekturerge- bnis (■ **Abb. 23 und 24**). Zur Sicherung der Sehnennähte wurde eine extraartikuläre, transtibiale Transfixation für 6 Wochen eingehalten. Der Lappen heilte primär ein, nach Beendigung der Transfixation wurde eine gute funktionelle Mittelstel- lung im oberen Sprunggelenk und Rück-

fuß erreicht. Der Unfallverletzte befindet sich noch in Schmerztherapie bei neuro- genem Schmerzsyndrom, die berufliche Reintegration steht noch aus.

Fazit für die Praxis

- Die Funktionseinheit oberes Sprung- gelenk, Rückfuß und Vorfuß ist bei der Beurteilung des Outcomes nach Mehrfachverletzungen mit Fußbetei- ligung oder bei Komplextraumen der Füße besonders zu berücksichtigen.
- Ziel der Rekonstruktion des Rückfu- ßes bei posttraumatischen Zustän- den ist es, diese Funktionseinheit wieder in ein Gleichgewicht zu brin- gen. Wann immer möglich, sollte der Gelenkerhalt im Fokus stehen.
- Die Planung eines Korrekturereingriffs setzt profunde Kenntnisse der Anato- mie und Biomechanik des Rückfußes voraus. Vor der Planung ist eine umfassende Analyse der Deformität und ihrer deformierenden Kräfte erforderlich.
- Zur Korrektur der Deformitäten wer- den Verfahren aus unterschiedlichen Gruppen herangezogen. Knöcherne Deformitäten sind durch Osteoto- mien und Arthrodesese korrigierbar, muskuläre Dysbalancen können durch Sehnentranspositionen und Verlängerungen ausgeglichen wer- den. Besondere Berücksichtigung muss die Weichteildeckung finden. Zur definitiven Deckung ist eine



Abb. 22 ▲ Vollhautnekrose nach Débridement. (Aus [10])

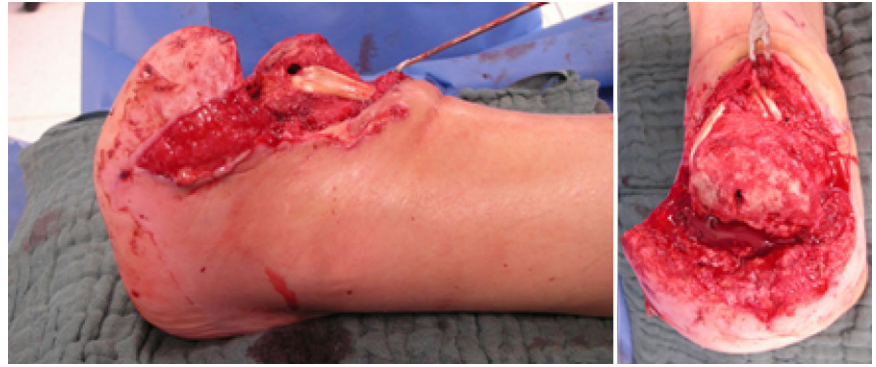


Abb. 23 ▲ Intraoperativer Situs nach Einnahm der Steigbügelplastik. (Aus [10])



Abb. 24 ▲ Klinisches Bild 10 Tage postoperativ. (Aus [10])

plastisch mikrochirurgische Expertise unerlässlich.

Korrespondenzadresse

Dr. J. von Recum

Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, BG-Unfallklinik Ludwigshafen
Ludwig-Guttman-Str. 13, 67071 Ludwigshafen, Deutschland
jan@von-recum.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. J. von Recum, C. Wölfel, J. Thiele, P.A. Grützner und J. Franke geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Zwipp H, Dahlen C, Randt T, Gavlik JM (1997) Complex trauma of the foot. *Orthopäde* 26(12):1046
2. Brenner P, Rammelt S, Gavlik JM, Zwipp H (2001) Early soft tissue coverage after complex foot trauma. *World J Surg* 25(5):603
3. Zwipp H, Tscherner H, Berger A (1989) Reconstructive foot surgery following complex trauma of the foot. *Unfallchirurg* 92(3):140
4. Daniels TR, Smith JW, Ross TI (1996) Varus malalignment of the talar neck. Its effect on the position of the foot and on subtalar motion. *J Bone Joint Surg Am* 78(10):1559
5. McCluskey WP, Lovell WW, Cummings RJ (1989) The cavovarus foot deformity. Etiology and management. *Clin Orthop Relat Res.*: doi:10.1097/00003086-198910000-00006
6. Morrison R, McCarty J, Cushing FR (1994) Three-dimensional computerized tomography: a quantum leap in diagnostic imaging? *J Foot Ankle Surg* 33(1):72
7. Dahlen C, Zwipp H (2001) Computer-assisted surgical planning. 3-D software for the PC. *Unfallchirurg* 104(6):466
8. Donovan A, Schweitzer ME (2010) Use of MR imaging in diagnosing diabetes-related pedal osteomyelitis. *Radiographics* 30(3):723
9. Melvin JS, Dahners LE (2006) A technique for correction of equinus contracture using a wire fixator and elastic tension. *J Orthop Trauma* 20(2):138
10. von Recum J, Wölfel C, Thiele J, Grützner PA, Franke J (2014) Rekonstruktion posttraumatischer Fehlstellungen des Rückfußes. *Trauma Berufskr* 16(Suppl 1):38–45. doi:10.1007/s10039-013-2025-7