

# Rekonstruktion posttraumatischer Fehlstellungen des Rückfußes

## Fußverletzungen bei Polytrauma

Fußverletzungen stellen einen wesentlichen Baustein des Krankheitsbilds Polytrauma dar [10]. In der Gesamtschau der Erkrankung stehen die vital bedrohlichen Verletzungen und die Dynamik des Polytraumas häufig im Vordergrund, weshalb die Verletzungen des Fußes oft nicht die erforderliche Beachtung finden. Darüber hinaus wird die zeitgerechte Versorgung der Fußverletzungen in vielen Fällen durch begleitende Weichteilschäden behindert (■ **Abb. 1**; [1]). Aus diesen Gründen sind es 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 [9].

Die besondere Bedeutung der Fußverletzung für das Outcome der Unfallverletzten verdeutlicht eine Erhebung der gesetzlichen Unfallversicherung im Jahr 2008 [4]. In diesem Versicherungsjahr handelte es sich bei etwa 6% aller meldepflichtigen Unfälle im Versicherungsbereich der DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) um Verletzungen von Fuß und Sprunggelenk. Diesem prozentual relativ geringen Anteil steht die Tatsache gegenüber, dass Verletzungsfolgen an Fuß und Sprunggelenk für etwa 70% aller Rentenfälle verantwortlich sind. Im Jahr 2008 lagen sie mehr als 2/3 aller neuen Rentenfälle zugrunde.

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 Beein-

trächtigung der Geh- und Stehfähigkeit. So resultieren bereits geringe Instabilitäten, Imbalancen oder Störungen der Ausrichtung des Rückfußes ebenso wie posttraumatische Arthrosen der Rückfußgelenke in schwerwiegenden Beeinträchtigungen der Alltags- und Berufsfähigkeit der Betroffenen [3].

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 [9]. Einen wesentlichen Faktor für das funktionelle Outcome stellen die Ausrichtung der Rückfußachse und die Koppelung des Vorfußes über die Chopart-Gelenk-Reihe dar. Die Ausrichtung der Rückfußachse beeinflusst direkt

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

## Analyse

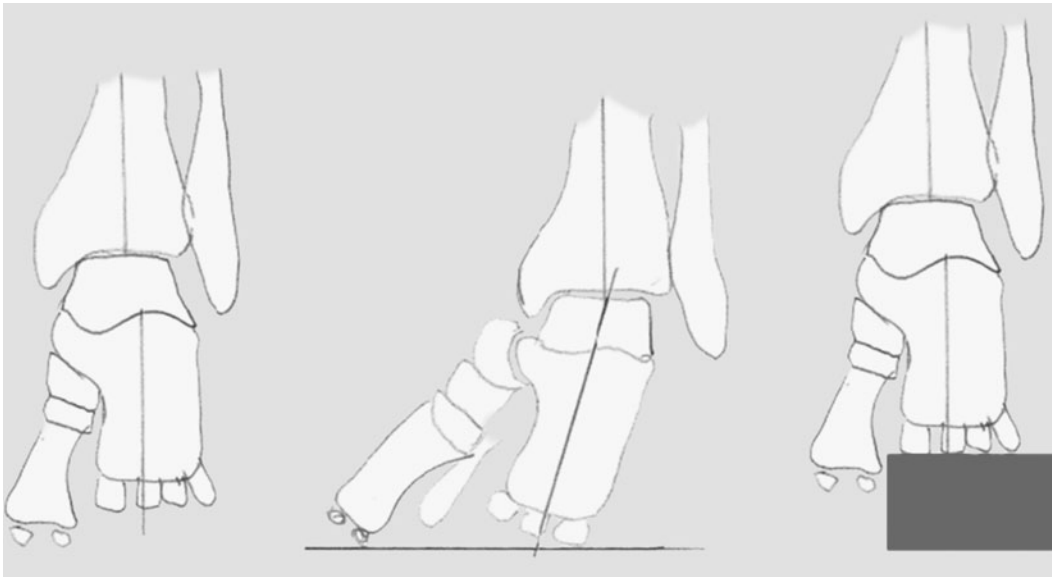
Wesentliche Bestandteile der Diagnostik zur Planung von Korrekturen sind eine eingehende klinische Untersuchung unter Einbeziehung des Gangbilds, eine dynamische Untersuchung der Balance und Stabilität des Rückfußes sowie eine Inspektion der Beschwiellung der Füße. Hilfreich ist eine Prüfung gut eingetragenen 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



**Abb. 1** ► Schwerwiegende Fußdeformität beidseits nach Verbrennung und freien, mikrovaskulär angeschlossenen Lappenplastiken



**Abb. 2** ◀ Schematische Darstellung des Coleman-Block-Tests zur Demaskierung eines „forefoot driven hindfoot varus“

das Verhalten des Rückfußes in der Belastungssituation. Durch den Coleman-Block-Test (■ **Abb. 2**) gelingt die Differenzierung zwischen tatsächlichem und vorfußgetriggertem Rückfußvarus [6].

Schrägaufnahmen des Subtalargelenks nach Brodén werden zunehmend durch die Computertomographie (CT) mit multiplanaren Reformationen in den Standardebenen ersetzt. Diese Untersuchung liefert zusätzliche Informationen über knöcherne Defekte, Arthrosen sowie Fehlstellungen der einzelnen Fußwurzelgelenke [8]. Für die Planung komplexer knöcherner Korrekturoperationen kann die zusätzliche Visualisierung durch 3D-Rekonstruktionen der knöchernen Oberfläche sinnvoll sein [2]. Zusätzliche Informationen über das Belastungsmuster liefern statische podometrische Aufnahmen oder dynamische pedobarographische Untersuchungen.

Bei Infektverläufen können mittels Magnetresonanztomographie (MRT) und Leukozytenszintigraphie Sequester und persistierende Infektherde nachgewiesen werden [5].

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 [7].

Plastisch-mikrochirurgische Kompetenz zur Deckung der Defekte muss insbesondere bei instabilen Narbenbezirken vorgehalten werden.

### Rekonstruktion

Ihr Ziel ist die Wiederherstellung des plantigraden Fußauftritts. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei der dynamischen Kopplung zwischen Rück- 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 zufrieden stellenden Realignment führen, muss in gleicher Sitzung knöchern korrigiert werden. Arthrosen sollten nur zur Anwendung kommen, wenn schwerwiegende posttraumatisch umformende Veränderungen der Gelenkflächen selbst oder nicht rekonstruierbare Gelenkinstabilitäten vorliegen, und auf die unmittelbar betroffenen Gelenke beschränkt bleiben. Extraartikuläre Deformitäten sollten nach Planung an ihrer Lokalisation unter Berücksichtigung der Kriterien für Korrekturosteotomien ausgeglichen werden.

Im Folgenden werden die Möglichkeiten der Korrektur posttraumatischer Fehlstellungen anhand von 5 Beispielen aufgezeigt.

### Postkompartmentsyndrom Typ IV

Am Unterschenkel stellt es 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 des Fußes vereint diese Form das klinische Bild aller Deformitätentypen. Die Korrektur dieser Fehlstellung erfordert die getrennte Betrachtung aller einzelnen Komponenten (■ **Tab. 1**)

#### Fallbeispiel 1 (Postkompartmentsyndrom Typ IV nach Quetschung)

Ein damals 28-jähriger Produktionsarbeiter erlitt im Betrieb eine schwere Quetschverletzung des rechten Unterschenkels, als er unter einem umkippenden, etwa 600 kg schweren Werkstück eingeklemmt wurde. Primär wurde die drittgradig offene proximale Unterschenkelfraktur im Fixateur externe gestellt, eine Dissektion der A. poplitea mittels Interponat aus der V. saphena magna rekonstruiert. Eine primäre Rekonstruktion des N. peroneus communis 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 Meshgraftdeckung erreicht. Im Verlauf stellte sich der Unfallverletzte bei Ausbildung

**Tab. 1** Komponenten der Deformität und Therapieoptionen

Komponenten der Deformität	Operationsverfahren
Equinus	Achillessehnenverlängerung (Pantalares) Release Lambri-Operation
Rückfußvarus	Pantalares Release Chopart-/Triple-Arthrodesese
Fallfuß	T-SPOTT Hiroshima-Operation
Krallenzenen	Tenotomie PIP-Arthrodesese Girdlestone-Operation
Cavus	Steindler-Operation Chopart-Arthrodesese Elevierende MT1-Osteotomie Jones-Operation Cole-Operation

MT1 Metatarsale 1, PIP proximal interphalangeal, T-SPOTT Transfer der Sehne des M. tibialis posterior auf die hebende und evertierende Seite

des Vollbildes eines posttraumatischen Pes equinovarus mit Krallenzenenbildung vor (Abb. 3a,b). Eine Schuhversorgung war aufgrund der Ausprägung der Fehlstellung nicht möglich, die Wiedereingliederung 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 (OSG), Beseitigung des Spitzfußes, Reorientierung des Rückfußes und flexibler Kopplung des Vorfußes an den Rückfuß. Zur Korrektur aller Deformitätentypen waren folgende Operationsschritte erforderlich:

- pantalares Release,
- Achillessehnenverlängerung,
- Transfer der Sehne des M. tibialis posterior auf die hebende und evertierende Seite (T-SPOTT),
- Plantarfaszienrelease nach Steindler,
- intramuskuläre Verlängerung des Flexor hallucis longus und
- Beugesehnenotomien D2–5 (D: Digitus).

Knöcherne Korrekturen waren zur vollständigen Rebalancierung der Deformität nicht erforderlich.

Trauma Berufskrankh 2014 · 16[Suppl 1]:38–45 DOI 10.1007/s10039-013-2025-7 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

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

## Rekonstruktion posttraumatischer Fehlstellungen des Rückfußes

### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Nach Verletzungen der Füße kommt es 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.

**Korrekturingriffe.** Korrekturmaßnahmen müssen alle Funktionen des Fußes berücksichtigen. Das Augenmerk muss dabei insbe-

sondere 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.

### Schlüsselwörter

Fuß · Fehlstellungen · Pseudarthrose · Korrekturmaßnahmen · Funktion

## Reconstruction of posttraumatic malalignment of the hindfoot

### Abstract

**Background.** Foot injuries often lead to residual functional disabilities due to malalignment, painful pseudoarthrosis and instability. The reasons for foot malpositioning which need correction are overlooked or inadequately treated injuries. Complicated postoperative courses with posttraumatic arthrosis, infections, osteonecrosis, delayed bone healing or muscular imbalance can also lead to deformities needing correction even after initially correct treatment.

**Corrective interventions.** Corrective measures must take all functions of the foot into consideration. Attention must be paid in

particular to the axis orientation of the hindfoot and coupling of the forefoot. Ideally corrective interventions should be carried out before the occurrence of arthrosis in neighboring joints. For reconstruction of the function of the foot arthrodesis should be limited to immediately affected joints. Deforming forces of the muscle groups with mainly motor functions must be neutralized in order to avoid new deformities.

### Keywords

Foot · Malalignment · Pseudoarthrosis · Corrective measures · Function

Es konnte ein gutes Ausheilungsergebnis erreicht werden. Der Unfallverletzte wurde in Konfektionsschuhwerk ohne orthopädische Zurichtung mobilisiert. Funktionell war eine aktive Beweglichkeit des Fußes in allen 4 Hauptbewegungsebenen möglich (Abb. 3c–e). Die berufliche Reintegration in die bis zum Unfallzeitpunkt ausgeübte Tätigkeit als Produktionsarbeiter gelang über eine ABE (Arbeitsbelastungserprobung).

### Fallbeispiel 2 (Postkompartmentsyndrom Typ IV nach Verbrennung)

Der zum Unfallzeitpunkt 37-Jährige erlitt als Fahrer eines Geldtransporters schwere Verletzungen. Klinisch führend waren drittgradige bis partiell viertgradige 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 erhaltbar. Nach Erreichen

**Abb. 3** ▶ Fall 1, **a** klinisches Bild mit Equinus-, Varus- und Cavusdeformität, **b** Röntgenuntersuchung des Fußes in 2 Ebenen: Komponenten Equinus, Cavus, Varus und Krallenzenen deutlich erkennbar, **c** Resultat nach Fixation der Sehnenumsetzung, **d** funktionelles Outcome mit aktiver Dorsalextension und Plantarflexion, **e** radiologisches Ausheilungsbild mit vollständiger Deformitätenkorrektur





**Abb. 4** ◀ Fall 2, **a** intraoperativer Situs vor definitivem Débridement und freier, mikrovasculär angeschlossener Lappenplastik, **b** posttraumatischer Pes equinovarus, **c** radiologische Darstellung der Deformität, **d** Ausheilungsbilder mit knöchern konsolidierter pantalarer und kalkaneokuboidaler Arthrodese in plantigrader Stellung

sauberer Wundverhältnisse wurde die Defektdeckung über einen freien, mikrovasculär angeschlossenen Gewebettransfer erreicht (■ Abb. 4a).

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 OSG aufgrund des Verlusts von Außenknöchel und Meta-

tarsale V entwickelte sich eine chronische Varusluxation im OSG (■ Abb. 4b–c).

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 Behebung der Fehlstellung bestand die Indikation zur pantalarer Arthrodese unter Verwendung eines Rückfußarthrodese Nagels, wodurch die Stabilisierung des oberen Sprunggelenks, die Korrektur des Rückfußes im Subtalgelenk sowie die Reorientierung des Vorfußes im Chopart-Gelenk in einem Eingriff erreicht wurden (■ Abb. 4d).

## Posttraumatische Rückfußfehlstellung

### Fallbeispiel 3

Der zum Unfallzeitpunkt 48-jährige Gerüstbauer erlitt durch einen Sturz vom Gerüst einen Fersenbeinbruch rechts.

Die initiale Therapie erfolgte operativ durch offene Reposition und Plattenosteosynthese. Der Verlauf wurde durch einen Plattenlagerinfekt kompliziert. Zu dessen Sanierung wurde eine frühzeitige Metallentfernung durchgeführt. Die Wundrandnekrose im operativen Zugang heilte sekundär nach mehreren Vakuumverbandanlagen ab. Als Folge der frühzeitigen Metallentfernung trat ein Repositionsverlust mit Ausbildung eines erheblich vergrößerten Rückfußvalgus auf (■ Abb. 5a).

Die Vorstellung erfolgte 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. OSG und Fußwurzel waren ohne wesentlichen pathologischen Befund, die Chopart-Gelenk-Reihe war bei Ankylose des Kalkaneokuboidalgelenks zu 3/4 bewegungseingeschränkt.

Es bestand die Indikation zur reorientierenden Subtalararthrodese. Bei fixier-



**Abb. 5** ▲ Fall 3, **a** präoperative Darstellung des Rückfußvalgus in der Salzmann-Aufnahme, **b** tief eingezogenes Narbenareal nach sekundärer Wundheilung, **c** dorsaler paraachillärer Zugang zum Subtalargelenk, **d** intraoperative Bildverstärkerdarstellung nach reorientierender Subtalararthrodese und derotierender Kalkaneokuboidalgelenkosteotomie

ter Pronationsstellung in der Chopart-Gelenk-Reihe war die Osteotomie des ursprünglichen Kalkaneokuboidalgelenks erforderlich. Besondere Beachtung bei der Planung des operativen Zugangsweges musste der Weichteilsituation beigemessen werden. Im ursprünglichen Zugangsbereich lag ein instabiles Narbenareal vor, das tief eingezogen und mit der lateralen Fersenbeinwand fest verwachsen war. Zur reorientierenden Subtalararthrodese wurde ein dorsaler lateral-paraachillärer Zugang gewählt, zur Osteotomie der Ankylose des Kalkaneokuboidalgelenks ein schräger Sinus-tarsi-Zugang. Hierdurch war eine weichteilschonende Korrektur aller Fehlstellungskomponenten möglich. Zur Aufrichtung des Tubergelenkwinkels und zum Ausgleich des Rückfußvalgus wurde ein trikortikaler Beckenkamm-block interponiert (■ **Abb. 5b–d**).

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 4 (chronische posttraumatische Rückfußluxation)

Ein heute 57-jähriger Unfallverletzter erlitt im Alter von 42 Jahren im Rahmen einer Absturzverletzung ein Polytrauma. Frakturen der langen Röhrenknochen und des Stammskeletts machten mehrere operative Interventionen erforderlich. Die Luxationsfraktur des Kalkaneus mit erheblicher Fehlstellung wurde ohne Reposition konservativ versorgt.

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.

In der Röntgenuntersuchung des Fußes im Stehen konnte die chronische subtalare Luxation mit erheblichen posttraumatischen Defekten der Fußwurzel nach-

gewiesen werden (■ **Abb. 6a**). Zur Planung des operativen Vorgehens und zur Bestimmung der knöchernen Defektsituation wurde eine CT-Untersuchung des Fußes mit multiplanaren Reformatationen in den Standardebenen durchgeführt (■ **Abb. 6b**).

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 Rückfußarthrodesenagels angelegt. 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. 6c,d**).



**Abb. 6** ▲ Fall 4, **a,b** präoperative Darstellungen, **a** subtlare Luxationsfraktur, **b** Computertomographie der Defektsituation, **c** intraoperatives Korrekturergebnis, **d** pantalare Arthrodesis nach Defektdeckung mit freiem ALT-Lappen, ALT, „antero-lateral thigh“

## Sekundäres Realignment nach atypischer Chopart-Amputation

### Fallbeispiel 5

Der 49-jährige Unfallverletzte erlitt durch einen herabstürzenden Stahlträger eine Quetschverletzung des linken Vor- und Mittelfußes mit subtotaler traumatischer Fußwurzelamputation (■ **Abb. 7a,b**). Initial wurden eine Grenzzonenamputation durchgeführt und der Weichteildefekt unter Verwendung des Fußsohlenfilets gedeckt. Bei fortschreitender Nekrose des Lappens wurde der Unfallverletzte zum freien Gewebetransfer vorgestellt.

Klinisch fand sich zu diesem Zeitpunkt eine Vollhautnekrose des Sohlenfilets mit partiell freiliegender Fußwurzel (■ **Abb. 7c**). Zudem bestand bereits ein ausgeprägter Equinovarus, sodass die Indikation zur zweizeitigen Lappendeckung

und zum Realignment des Rückfußes gestellt wurde.

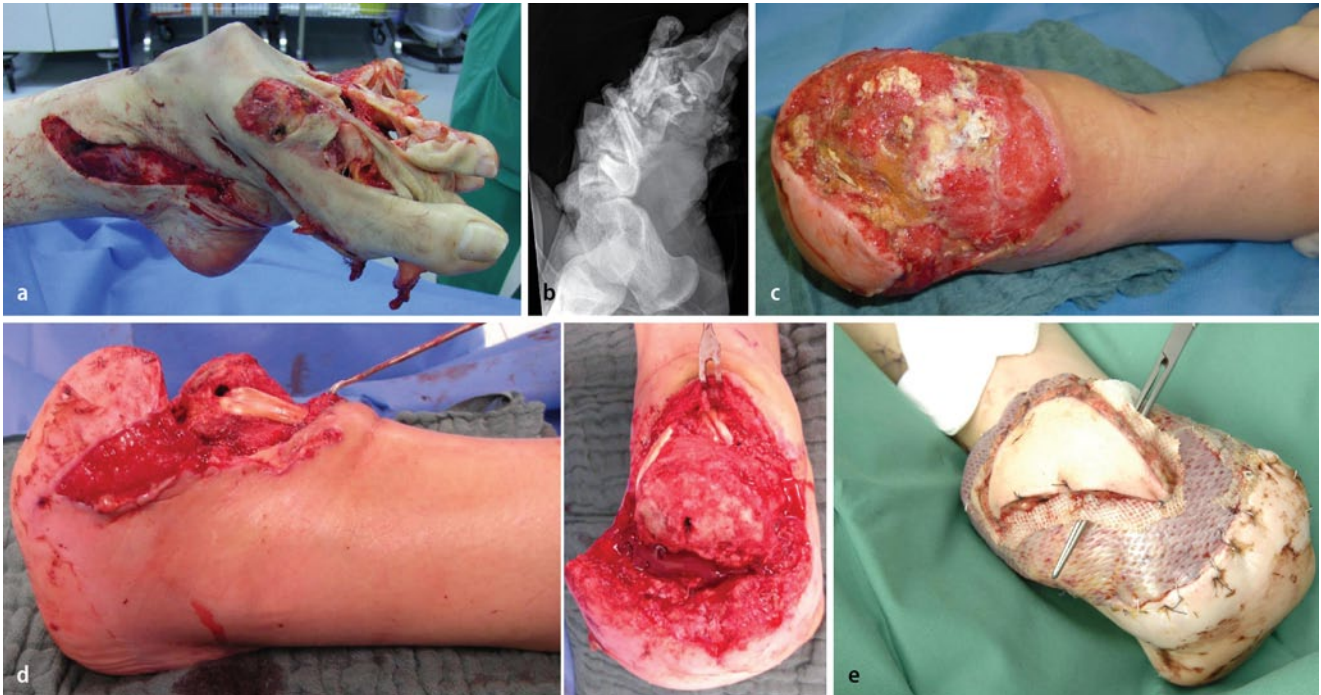
Das Ziel des Korrekturereignisses bestand in diesem Fall darin, ein Gleichgewicht zwischen hebender, senkender, pronierender und supinierender Muskulatur zu schaffen. Problematisch war der Verlust des Ansatzes der Sehne des M. peroneus brevis. Neben der Umsetzung der Sehne des M. tibialis posterior in das laterale Os naviculare wurde der Steigbügel durch kombinierte Umsetzung der Sehnen des M. tibialis anterior gemeinsam mit der Sehne des langen Zehenstreckers auf die mediale Seite des Os naviculare komplettiert (■ **Abb. 7d**). Zur Behebung des Equinus wurde eine Verlängerung der Achillessehne angeschlossen. Nach Ende der Korrekturmaßnahmen zeigte sich mit spontaner Mittelstellung ein gutes Korrekturergebnis (■ **Abb. 7e**). 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 Mittelstellung im OSG und im Rückfuß erreicht. Der Unfallverletzte befindet sich noch in Schmerztherapie bei neurogenem Schmerzsyndrom, die berufliche Reintegration steht noch aus.

## Diskussion

Die Funktionseinheit OSG, Rückfuß und Vorfuß ist bei der Beurteilung des Outcomes nach Mehrfachverletzungen mit Fußbeteiligung oder bei Komplextraumen der Füße besonders zu berücksichtigen. Durch ihre Aufgabe als Bindeglied zwischen unterer Extremität und Untergrund sind innerhalb dieser Funktionseinheit hohe Anforderungen an die Funk-



**Abb. 7** ▲ Fall 5, **a** klinischer Befund bei Erstaufnahme in der primären Zielklinik, **b** primäre knöcherne Situation, **c** Vollhautnekrose nach Débridement, **d** intraoperativer Situs nach Einnahm der Steigbügelplastik, **e** klinisches Bild 10 Tage postoperativ

tionalität und das ungestörte Zusammenspiel der Gelenkpartner zu stellen. Aufgrund von muskulären Dysbalancen, posttraumatischen Arthrosen und Instabilitäten kann diese Funktionseinheit so sehr gestört sein, dass eine Reintegration in den Alltag und das Berufsleben unmöglich werden. Ziel der Rekonstruktion des Rückfußes bei posttraumatischen Zuständen ist es, diese Funktionseinheit wieder in ein Gleichgewicht von Stabilität und Beweglichkeit zu bringen. Wann immer möglich sollte der Gelenkerhalt im Fokus stehen.

Die Planung eines Korrekturingriffs setzt profunde Kenntnisse der Anatomie und Biomechanik des Rückfußes voraus. Vor derselben ist eine umfassende Analyse der Deformität und der ihr zugrundeliegenden Kräfte erforderlich.

Zur Korrektur der Deformitäten werden Techniken aus unterschiedlichen Verfahrensgruppen herangezogen. Knöcherne Deformitäten sind durch Osteotomien und Arthrodese korrigierbar, muskuläre Dysbalancen können durch Sehnentranspositionen und Verlängerungen ausgeglichen werden. Besondere Berücksichtigung muss die Weichteildeckung finden. Instabile Narbenareale können eine vollständige Korrektur erschweren und ma-

chen vielfach einen primären Wundverschluss unmöglich. Zur definitiven Deckung ist eine plastisch-mikrochirurgische Expertise unerlässlich.

### Korrespondenzadresse

**J. von Recum**  
Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie,  
BG-Unfallklinik Ludwigshafen,  
Ludwig-Guttman-Straße 13,  
67071 Ludwigshafen  
Jan.von-Recum@bgu-ludwigshafen.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

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

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

### Literatur

1. Brenner P, Rammelt S, Gavlik JM et al (2001) Early soft tissue coverage after complex foot trauma. *World J Surg* 25(5):603

2. Dahlen C, Zwipp H (2001) Computer-assistierte OP-Planung – 3D-Software für den PC. *Unfallchirurg* 104(6):466
3. 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
4. DGUV Landesverband Südwest (2008) Unfallstatistik. Schriftenreihe Ärzte, Heft 29, S 2
5. Donovan A, Schweitzer ME (2010) Use of MR imaging in diagnosing diabetes-related pedal osteomyelitis. *Radiographics* 30(3):723
6. McCluskey WP, Lovell WW, Cummings RJ (1989) The cavovarus foot deformity. Etiology and management. *Clin Orthop Relat Res* 247:27
7. 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
8. Morrison R, McCarty J, Cushing FR (1994) Three-dimensional computerized tomography: a quantum leap in diagnostic imaging? *J Foot Ankle Surg* 33(1):72
9. Zwipp H, Tscherne H, Berger A (1989) Reconstructive foot surgery following complex trauma of the foot. *Unfallchirurg* 92(3):140
10. Zwipp H, Dahlen C, Randt T et al (1997) Komplextrauma des Fußes. *Orthopade* 26(12):1046