Komplexe Verletzungen der Fußwurzel

Definition und Prognose komplexer Fußverletzungen. Komplexe Verletzungen der Fußwurzel sind definiert als knöcherne oder ligamentäre Schädigungen der zentralen Fußanteile in Kombination mit geschlossenen oder offenen Weichteilschäden.

Die Prognose von Fußkomplexverletzungen wird bei höheren Schweregraden der Weichteilbeteiligung (z. B. Avulsionsverletzungen) primär durch das Weichteilmanagement und sekundär durch den Behandlungserfolg der knöchernen und ligamentären Verletzungen determiniert [4].

Amputation vs. Rekonstruktion. Insbesondere beim polytraumatisierten Patienten hat in Abhängigkeit der allgemeinen Verletzungssituation, des Schweregrads der Gesamtverletzung und der Verletzungsverteilung [10] unter Berücksichtigung der lokalen Situation wie Weichteildefekt, Durchblutung, Neurologie und Knochendefekt eine stringente und durch klinische Erfahrung gestützte Entschei-

dung zu erfolgen, inwieweit ein Rekonstruktionsversuch möglich ist. Hinsichtlich der Entscheidung Amputation vs. Erhalt scheinen weniger sog. Scores („mangled extremity severity score“) Hilfe zu bieten, sondern vielmehr die Quantität der verletzten Fußsegmente (Pilon/Fußwurzel/Mittelfuß) in Kombination mit der Rekonstruktionsfähigkeit des Weichteilschadens. Steigt die Zahl der involvierten Segmente [13], nimmt auch das Risiko der Notwendigkeit einer Amputation zu [5], wobei die asensible Fußsohle häufig reversibel ist [1] und deshalb allein keinen Grund für eine Amputation darstellen sollte. Aber auch geschlossene Verletzungen der Fußwurzel mit in den Hintergrund tretenden Weichteilschäden können im Endresultat Abrollstörungen und Belastungsinsuffizienzen verursachen, geprägt durch lokoregionäre Instabilitäten und knöcherne Deformationen. Insofern setzt, abgesehen vom Weichteilmanagement, eine zielgerichtete Wiederherstellung der Stabilität der Fußwurzel sowie der knöchernen Form der zen-

tralen Fußeinheiten den entscheidenden Schlussstein für das langfristige Behandlungsergebnis.

Funktionelle Anatomie

Der Mittelfuß und die Fußwurzel setzen sich zentral über den Talus und die ventralen Kalkaneusanteile fort in die mediale Säule, gebildet aus Os naviculare, den Ossa cuneiforme mediale, intermedium und laterale mit distalem Anschluss an die 3 medialen Ossa metatarsalia. Die laterale Säule wird aus dem Kuboid und den sich distal an dieses anschließenden Ossa metatarsalia IV und V gebildet (■ **Abb. 1**). Beide Säulen sind durch kräftige Bänder zwischen den knöchernen Einheiten miteinander verbunden.

Die proximale Verbindung der zentralen Fußwurzel auf den Kalkaneus zum Os naviculare und Os cuboideum bildet das Chopart-Gelenk, die distale Gelenklinie zwischen den Ossa cuneiforme I–III sowie dem Kuboid das Lisfranc-Gelenk.

An der medialen Säule setzt navikular die Sehne des M. tibialis posterior an und führt funktionell zur Supination, im Bereich der Basis des Os metatarsale V an der lateralen Fußsäule bewirkt die Sehne des M. peroneus brevis die Pronation (■ **Abb. 2**). Beide Sehnen haben, bezogen auf die zentrale Fußwurzel, einen antagonistisierenden Effekt und können zu ligamentären Dissoziationen der Säulen beitragen.

Die Fußform selbst ist nach distal V-förmig zwischen der medialen und lateralen Säule erweiternd ausgebaut, sowohl Chopart- als auch Lisfranc-Gelenk haben

Abb. 1 ◀ Darstellung der 2-Säulen-Struktur der Fußwurzel

Abb. 2 ◀ Chopart- und Lisfranc-Gelenk-Linie mit den beiden an der Fußwurzel ansetzenden antagonistisierenden Sehnen

Abb. 3 ◀ Avulsionsverletzung (Grad IV nach Tschern u. Oestern) mit schweren Fußwurzelluxationsfrakturen und Fraktur des Kalkaneus

unterschiedliche Gelenklinien und Bewegungszentren. Die Bewegungen zwischen den einzelnen Elementen der Fußwurzel sind allerdings gering ausgeprägt. Während das Bewegungszentrum der Chopart-Linie verhältnismäßig senkrecht nach distal ausgerichtet ist, weicht die Gelenklinie des Lisfranc-Gelenks um etwa 20° nach lateral ab.

Von wesentlicher Bedeutung für die Fußfunktion ist die Längsbogenstruktur, die durch die Plantarfaszie, die Fußflexoren und die interossäre Muskulatur bedingt ist.

Unfallmechanismus

Komplexe Verletzungen der Fußwurzel entstehen häufig durch direkte Krafteinwirkung auf die zentralen Fußanteile (Einklemmung oder direkte Wirkung einer mechanischen Gewalt).

Talusfrakturen. Sie werden durch eine direkte kompressive Lasteinleitung zwi-

schen Kalkaneus und Pilon verursacht [8]. Zusätzliche Kräfte in Richtung der Dorsalextension des distal liegenden Fußwurzelbereichs bewirken die Fraktur des Halses. Hochrasanzverletzungen können eine Ruptur der gesamten Verbindungsbänder zum unteren (USG) und oberen Sprunggelenk (OSG) sowie zur ventralen Fußwurzel zur Folge haben.

Verletzungen der medialen und lateralen Säule. Knöcherne Verletzungen des Os naviculare entwickeln sich aufgrund einer Kompression der medialen Fußwurzel, aber auch aufgrund einer direkten Zugkrafteinleitung der Sehne des M. tibialis anterior im Sinne eines knöchernen Ausrisses.

Frakturen im Bereich der Ossa cuneiforme I–III werden überwiegend durch Kompression der medialen Säule hervorgerufen.

Frakturen des Os cuboideum der lateralen Säule entstehen hauptsächlich durch deren lokale Kompressionsbelastung [12].

Chopart-Gelenk. Ligamentäre Verletzungen des Chopart-Gelenks sind Resultat axialer Stauchungen oder aber auch einer signifikanten Adduktion oder Abduktion bei fixiertem Rückfuß.

Lisfranc-Gelenk-Linie. Sie ist ebenfalls durch axiale Stauchungen verletzlich, aber auch durch eine signifikante Abduktion und gleichzeitige Plantarflexion bei wiederum fixiertem Rückfuß [7].

Fußverletzungen können sich neben dem Weichteilschaden ausschließlich knöchern, ausschließlich ligamentär oder auch als Kombination aus beidem präsentieren. In insgesamt einem Drittel bis knapp der Hälfte der Fälle erfolgt, auch aufgrund der schweren Begleitverletzungen an anderen Stellen des Körpers im Rahmen der Polytraumatisierung, eine verzögerte Diagnose, weshalb im Bereich des Fußes häufig auch sekundäre Rekonstruktionen erforderlich werden.

Weichteilschaden

Das Ausmaß der Weichteilverletzung wurde von Tschern u. Oestern [11] 1982, differenziert nach offenen bzw. geschlossenen Weichteilschäden, umfassend klassifiziert. Diese Einteilung hat auch heute – mit wenigen Modifikationen für knöcherne Fußverletzungen – nach wie vor Bestand (■ Tab. 1, ■ Abb. 3). Zu beachten ist, dass geschlossene und offene Weichteilverletzungen am Fuß selten auch ohne Fraktur oder ligamentäre Verletzung auftreten können.

Entscheidend für die Prognose der schweren Weichteilverletzung (ab geschlossenem Weichteilschaden Grad II sowie ab offenem Weichteilschaden Grad I) ist die korrekte Einschätzung des Ausmaßes der Schädigung betroffener Strukturen. Über die Vitalität und Morphologie der Haut, des Subkutangewebes, der Muskulatur sowie die Kontamination muss frühmöglichst umfassende Klarheit bestehen.

Diagnostik

Die klinische Diagnostik hat bei Komplexverletzungen des Fußes eine wichtige prognostische Bedeutung. Geschlossene Verletzungen sind insbesondere hinsicht-

Tab. 1 Klassifikation des Weichteilschadens. (Nach [11])

Grad	Charakteristika
Geschlossener Weichteilschaden	
0	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fehlende oder irrelevante Weichteilverletzung ■ Indirekter Verletzungsmechanismus ■ Einfache Frakturform
I	<ul style="list-style-type: none"> ■ Oberflächliche Schürfung oder einfache Kontusion durch Fragmentdruck von innen ■ Einfache bis mittelschwere Frakturform
II	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tiefe und kontaminierte Schürfung sowie Haut- oder Muskelkontusion durch direkte Krafteinwirkung ■ Drohendes Kompartmentsyndrom mit mittelschwerer bis schwerer Frakturform
III	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausgedehnte Hautkontusion, -quetschung oder Zerstörung der Muskulatur ■ Subkutanes Décollement ■ Manifestes Kompartmentsyndrom ■ Verletzung eines Hauptgefäßes ■ Schwere Frakturform
Offener Weichteilschaden	
I	<ul style="list-style-type: none"> ■ Durchspießung der Haut ■ Unbedeutende Kontamination ■ Einfache Frakturform
II	<ul style="list-style-type: none"> ■ Durchtrennung der Haut ■ Umschriebene Haut- und Weichteilkontusion ■ Mittelschwere Kontamination ■ Alle Frakturformen
III	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausgedehnte Weichteildestruktion ■ Häufig Gefäß-, Nerven- und Sehnenverletzungen ■ Starke Wundkontamination ■ Ausgedehnte Knochenzertrümmerung
IV	<ul style="list-style-type: none"> ■ Totale und subtotale Amputation (auch Avulsionsverletzung, Abb. 3) ■ Durchtrennung wichtiger anatomischen Strukturen ■ Vollständige Ischämie

lich Décollement und Kompartmentsyndrom kritisch und auch im Rahmen von Kontrollen engmaschig zu bewerten.

Offene Verletzungen werden steril aus der Rettungskette unter aseptischen Bedingungen im Operationssaal observiert und versorgt.

Indirekte Verletzungszeichen können Schwellungen und Fehlstellungen sein,

auch Instabilitäten können auf eine Fußverletzung hinweisen.

Die radiologische Diagnostik umfasst Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen und ggf. Schrägaufnahmen des gesamten Fußes sowie eine seitliche Aufnahme. Additiv können Stressaufnahmen und dreidimensionale Darstellungen des Fußes durch Computertomographie (CT) mit Rekonstruktionen im Verlauf zur weiteren Verletzungsverifikation und zur Festlegung der Behandlungsmaßnahmen beitragen.

Initial sollten etwaige Durchblutungsdefizite per Doppleruntersuchung abgeklärt werden, bei prekären Weichteilsituationen und unklaren vaskulär-funktionellen Defiziten empfiehlt sich eine digitale Subtraktionsangiographie im Verlauf. Spätfolgen nach Fußverletzungen werden in der Regel magnetresonanztomographisch weiter evaluiert.

Therapie

Die Behandlung der Weichteile im Sinne einer Minimierung der Auswirkungen des Weichteilschadens auf den Fuß gehört zu den initial entscheidenden chirurgischen Maßnahmen. Therapeutisches Ziel sind die Wiederherstellung des Weichteilmantels und der Weichteilfunktion sowie der Form und Stabilität der Fußwurzel im Sinne eines Funktionserhalts und damit die Verhinderung einer Arthrose oder einer Pseudarthrose.

Therapiewahl

Konservativ

Nicht dislozierte Frakturen der Fußwurzel sowie nicht dislozierte (reststabile) ligamentäre Verletzungen können konservativ mit Ruhigstellung in einem Gipsverband für 6 Wochen behandelt werden. Geringere Dislokationen (<2 mm) können unter dem Nachweis der Stabilität ebenfalls konservativ behandelt werden.

Frakturen von Schlüsselknochen (Os naviculare, Kuboid, Os cuneiforme intermedium) müssen im Falle eines Längenverlusts >2 mm operativ versorgt werden, für die Ossa cuneiforme mediale und laterale kann ein Längenverlust bis zu 4 mm unter fehlender Luxationstendenz im Metatarsotarsalgelenk konservativ behandelt werden.

Trauma Berufskrankh 2012 · 14[Suppl 3]:276–282
DOI 10.1007/s10039-011-1827-8
© Springer-Verlag 2012

M. Arand · J. Beller

Komplexe Verletzungen der Fußwurzel

Zusammenfassung

Komplexe Verletzungen der Fußwurzel setzen sich aus ossären oder/und ligamentären Läsionen unterschiedlicher Lokalisationen (funktionell-anatomisch) des Fußes und dem dazugehörigen geschlossenen oder offenen Weichteilschaden zusammen. Aufgrund eines hohen Anteils an polytraumatisierten Patienten bestehen unter Berücksichtigung der Begleitverletzungen große Anforderungen an Timing, Strategie und Technik der operativen Versorgung der Fußverletzung unter Abwägung Rekonstruktion vs. Amputation. Gerade der geschlossene Weichteilschaden mit Décollement und Kompartmentsyndrom neigt dazu, in seiner klinischen Bedeutung unterschätzt oder fehlinterpretiert zu werden, was zu einer hohen Inzidenz von posttraumatischen Funktionsstörungen oder Deformitäten führt. Aber auch die korrekte Durchführung der knöchernen und ligamentären Rekonstruktionen der funktionellen Einheiten des Fußes ist Grundlage für den Erhalt von Fußform, Stabilität und Funktion.

Schlüsselwörter

Fußverletzungen · Komplexe Fußverletzung · Weichteilschaden · Erhalt der Einheit Fuß · Weichteilmanagement

Complex injuries of the tarsus

Abstract

Complex injuries of the tarsus consist of combined osseous and/or ligamentous lesions in various locations (anatomical-functional) with accompanying closed or open soft tissue injuries. Because of a high incidence of polytraumatized patients, timing, strategy and technique in the operative management of foot lesions are essential in consideration of reconstruction or amputation. In particular closed soft tissue with decollement and compartment syndrome tends to be underestimated concerning the potential of posttraumatic functional loss and deformation. However, the correct performance of operative osseous and ligamentous reconstruction is also a requirement of preservation of anatomy, stability and function of the foot.

Keywords

Foot injuries · Complex foot trauma · Soft tissue injuries · Food preservation · Soft tissue management

Abb. 4 ◀ Stabilisierung einer Kuboidfraktur mit Mini-H-Plättchen

Chirurgie

Weichteilschaden. Operative Techniken der Weichteilbehandlungen können vielfältig sein. Ein besonderes Augenmerk ist der Kompartmentspaltung bei geschlossenen Weichteilschäden zu schenken. Ab einem intramuskulären Druck von +25 mmHg hat eine konsequente Spaltung zu erfolgen. Eine von uns bevorzugte zentrale fußrückenseitig liegende Inzision bietet die Möglichkeit, zwischen den Ossa metatarsalia I/II/III/IV und V hindurchzugehen und die 9–10 Kompartimente [6] der wichtigen interossären und plantaren Fußmuskulatur, nach kaudal durch die Plantarfaszie abgeschlossen, zu entlasten. Im Rahmen der Kompartmentspaltung sind in geringerem Umfang auch operative Stabilisierungen im Bereich der Fußwurzel durchführbar. Hier muss aber besonderes auf kontusionierte Hautareale geachtet werden, die nicht operativ mit in Zugänge einbezogen werden dürfen und zunächst die Möglichkeit einer unbeeinflussten Demarkation haben müssen. Wunden nach Kompartmentspaltung sind mittels Vakuumversiegelung weit offen zu halten, um sekundäre Druckeinwirkungen zu verhindern.

Hautdefekte ohne Verletzung des Paratenons können in der Regel durch Hauttransplantationen gedeckt werden, vorzugsweise durch Vollhauttransplantate [3].

Initiale plastische Maßnahmen sind bis zur Demarkation und einer sicheren Durchblutungsabschätzung kontraindiziert, sekundäre plastische Erfordernisse mit lokalen und freien Lappentransplantationen setzen eine vorherige exakte Abklärung der Durchblutungssituation mit-

tels Angiographie voraus und sind häufig Bestandteil sekundärer wiederherstellender Maßnahmen.

Knochen- und Bandverletzungen. Die operativen Techniken zur Wiederherstellung der knöchernen und ligamentären Integrität der Fußwurzel sind vielfältig und orientieren sich an der Verletzungsmorphologie. Je nach Weichteilsituation ist zu entscheiden, ob die knöchernen und ligamentäre Rekonstruktion primär oder sekundär abzuleisten ist.

Ausgangspunkt der operativen Maßnahmen ist eine geschlossene/offene Reposition von interossären oder ossären Fehlstellungen. Hier kann in der Akutphase bei ausgeprägten Weichteilschäden vorteilhaft ein externes Fixateursystem (Minifixateur) zur Anwendung kommen, bei im Hintergrund stehendem Weichteilschaden erfolgt eine präliminäre Gelenkfixation in der Regel nach Reposition durch Kirschner-Drähte. Interossäre Fehlstellungen können vorzugsweise über kanülierte Schraubensysteme direkt nach der Reposition über den präliminären Kirschner-Draht stabilisiert werden, aber auch Kirschner-Drähte können zur Transfixation eingesetzt werden. Bei der Verwendung von Schrauben erfolgt die Fixation in der Regel im Sinne einer Stellschraube ohne kompressive Effekte (Kleinfragmentinstrumentarium). Außerhalb der Transfixation zweier Knochen sollten intraartikuläre Implantatlagen vermieden werden. Frakturen innerhalb der beteiligten Knochen mit Dislokation sind zu reponieren und häufig durch Kirschner-Drähte/Schrauben/Miniplättchen (■ **Abb. 4**) zu retinieren, sofern kei-

ne größeren oder gar kompletten knöchernen Defektsituationen vorliegen.

Bei moderaten Defekten eines Knochens sind Defektfüllungen mit autologem Spongiosamaterial oder auch keramischen Knochenersatzmaterialien mit gleichzeitiger osteosynthetischer Versorgung (Miniplättchen usw.) sinnvoll, bei Kompletterstörung eines Knochens der medialen oder lateralen Fußsäule ist die Rekonstruktion der Länge durch entsprechendes autologes Spanmaterial und einer gelenküberbrückenden Plattenosteosynthese Therapie der Wahl.

Rupturen wichtiger Bandverbindungen (Lisfranc-Linie, Chopart-Linie, mediale/laterale Säule usw.) können, sofern ausreichend Bandstümpfe vorhanden sind, genäht oder knöchern reinseziert werden.

Generell gilt für alle überbrückenden Transfixationen ohne Arthrodeseziel die Indikation zur Entfernung des Implantatmaterials nach 6–8 Wochen.

Talusfrakturen

Sie sind selten, prognostisch spielt in Abhängigkeit der Komplexität der Verletzung die potenzielle Möglichkeit einer avaskulären Nekrose die entscheidende Rolle. Während nicht dislozierte Frakturen des Corpus und des Halses (Hawkins I) eine eher geringe Gefahr der avaskulären Nekrose bei korrekter Behandlung aufweisen, steigt deren Risiko mit zunehmendem Luxationsgrad (subtalar: Hawkins II, subtalar und tibiotalar: Hawkins III, subtalar, tibiotalar und talonavikular: Hawkins IV) kontinuierlich an [2]. Insbesondere der dorsale Ast der A. tibialis posterior, der unterhalb der dorsalen Talusrolle leicht medial eintaucht, darf keinesfalls durch operative Zugänge beeinträchtigt werden.

Strategisch ist zur Reduktion der Weichteilbelastung frühzeitig eine Reposition dislozierter Gelenke zu gewährleisten. Ohne Auftreten von Interponaten ist diese häufig geschlossen möglich, bei Repositionshindernissen ist allerdings ein offenes Vorgehen unverzichtbar. Im Falle von verbleibenden Instabilitäten mit möglichen Redislokationen sind temporäre Transfixationen erforderlich. Sowohl Talushalsfrakturen als auch in der Sagit-

Abb. 5 ▲ Operative Stabilisierung einer frontalen und gleichzeitig sagittalen Talusfraktur über Innenknöchelosteotomie

talebene verlaufende Spaltungen des Talus sind instabil und mittels Kompressionsschraubenosteosynthese (bevorzugt kanülierte Systeme) operativ zu versorgen (**Abb. 5**). Ossäre Defekte, insbesondere nach distal, können mit autologem Knochenmaterial augmentiert werden, ggf. ist zum Halten von Distanzen bei verkürzter medialer Säule eine temporäre Gelenküberbrückung mittels Implantaten (bevorzugt Miniplatten) erforderlich, bei desaströser Situation kann u. U. auch primär eine permanente Arthrose notwendig werden.

Frakturen der zentralen Fußwurzel

Das Behandlungskonzept von Frakturen des Os naviculare, des Os cuboideum sowie der Ossa cuneiforme I–III – auch hierbei handelt es sich um verhältnismäßig seltene Verletzungen – ist strategisch einheitlich. Ziel ist die Wiederherstellung der Länge sowie der Stabilität der medialen und lateralen Säule.

Der häufig offen erforderlichen Reposition folgen die präliminäre Fixation, das Füllen von Defekten und die Frakturstabilisierung. Hierzu sollten, wenn mög-

lich, auf die Knochenstrukturen begrenzte Implantate (Schrauben, Kirschner-Drähte, Miniplatten) verwendet werden, ansonsten ist auch hier der Weg einer Transfixation zu wählen. Zu achten ist auf ein exaktes Alignment und die Ausrichtung der Lisfranc-Linie, eine Verkürzung sollte hier möglichst vermieden werden, um Fehlstellungen nicht nach distal fortzuschreiben.

Abhängig von der Defektlokalisation kommen verschiedene Transfixationsmöglichkeiten in Betracht. An der medialen Säule ist bezüglich des Os naviculare sowie des Os cuneiforme mediale eine gleichzeitige proximale und distale Gelenküberbrückung mit Defektaugmentation möglich. Im Bereich der lateralen Säule sollte aufgrund der verstärkten Beweglichkeit in der metatarsokuboidalen Gelenkregion diese in der Transfixation möglichst ausgespart werden, eine kalkaneare kuboidale Transfixation bereitet dagegen keine Probleme. Bei hinzutretenden Lisfranc-Instabilitäten ist allerdings eine metatarsokuboidale Transfixation insbesondere des 5. Strahls unerlässlich, wichtig ist hier die zeitgerechte Implantatentfernung, da ansonsten ein Ma-

terialversagen oder dessen Auslockerung im Knochen verhältnismäßig häufig auftreten.

Besonders hilfreich in der operativen Versorgung dieser Verletzungen ist der intraoperative Einsatz eines isozentrischen Bildwandlers mit Akquisition eines 3D-Datensatzes (intraoperatives CT), der insbesondere bei halbgeschlossenen Verfahren eine exakte Übersicht auf die anatomische Einstellung der Fußwurzel nach der Reposition gewährleistet [7].

Weiterhin ist bei der Versorgung von Frakturen der Ossa naviculare, cuneiforme I–III und cuboideum auf Begleitinstabilitäten der jeweils anderen Säule zu achten, da sich hinter der Fraktur auch der transossäre Part einer Chopart- oder Lisfranc-Luxation präsentieren kann.

Chopart-Dislokationen

Verletzungen im Chopart-Gelenk können ausschließlich transligamentär verlaufen, allerdings auch transtalar, transkalkaneär, transnavikular und transkuboidal einstrahlen [9]. Diese Einteilung hat auch operativ strategischen Charakter: Während für rein ligamentäre Ver-

Abb. 6 ▲ Transfixation einer ausschließlich ligamentären Lisfranc-Verletzung mit Stellschrauben, operative Stabilisierung der Strahlen 4 und 5 aufgrund eines schweren geschlossenen Kontusionsschadens nicht möglich

letzungs-komponenten nach Reposition die Gelenktransfixation extern oder vorwiegend intern mit Stellschrauben oder temporärer Kirschner-Draht-Transfixation zu wählen ist, besteht für die knöchernen Verlaufskomponenten die vorteilhafte Möglichkeit der Osteosynthese.

Eine hohe Priorität hat bei der operativen Versorgung der Chopart-Gelenk-Luxation die anatomische Wiederherstellung des Talonavikulargelenks über einen anteromedialen Zugang. Kleinere Fragmentanteile wie osteochondrale Abscherungen und Kantenabbrüche sollten zur Vermeidung einer Interposition und zum zukünftigen Schutz des betroffenen Gelenks entfernt werden. Intraoperativ kann u. U. bei gelenknahen Impressionen ein vorübergehend angelegter Distraktionsfixateur eine verbesserte Einsicht in das Gelenk und auch eine bessere Repositionsmöglichkeit bieten.

Entscheidend für den langfristigen Erfolg sind die korrekte Reposition und das schlüssige Alignment der medialen und lateralen Säule.

Lisfranc-Dislokationen

Verletzungen der Lisfranc-Gelenk-Reihe werden unter Berücksichtigung der Operationsstrategie in 3 wesentliche Dislokationsrichtungen [7] unterteilt:

- Homolaterale Verletzungen (Dislokation zu einer Seite) sind am häufigsten, sie können komplett oder aber auch partiell sein.
- Dislokationen können sowohl nach medial als auch nach lateral auftreten, Separierungen im Bereich der Mittelfußknochen mit teils nach lateral und teils nach medial ausgerichteter Dislokation (divergierende Verletzung) sind möglich. Lisfranc-Dislokationen können weiterhin rein ligamentärer, sehr selten rein knöcherner Form oder eine Kombination aus beiden sein.

Aufgrund der komplexen Strukturierung der Gelenklinie ist, abhängig von der Weichteilsituation, die geschlossene Reposition zur korrekten Einstellung des Lisfranc-Gelenks häufig ineffektiv, sodass zumeist ein halb offenes oder offenes Verfahren eingeschlagen werden muss. Der operative Zugangsweg befindet sich in

der Regel dorsal in Projektion auf die Basis des Os metatarsale II.

Der entscheidende Schritt, mit dem die Reposition begonnen werden sollte, ist die exakte Einfügung der Basis des Os metatarsale II in die Lücke des etwas längeren Os cuneiforme mediale mit Kontakt zum Os cuneiforme intermedium. Nach der Reposition sollte zudem eine entsprechende Transfixation der Basis des Os metatarsale II und des Os cuneiforme intermedium durchgeführt werden. Die Läsionen der lateralen Säule sind in der Regel mit Stellschrauben bzw. Kirschner-Drähten von Seiten des 5. Strahls zu versorgen (■ **Abb. 6**). Eine Lateralabweichung des Strahls, wie sie bei Fragmentinterpositionen im Bereich der Basis der Ossa metatarsalia vorkommen kann, sollte nicht toleriert werden, hier sind entsprechende Fragmententfernungen vor der exakten Reposition unausweichlich.

Fazit für die Praxis

Komplexe Verletzungen der Fußwurzel definieren sich als Kombination osteoligamentärer und weichteilseitiger Schädigungen.

Das Langzeitresultat wird primär durch den Erfolg der Weichteilversorgung und sekundär durch die knöchernen/ligamentäre Rekonstruktion geprägt.

Die Möglichkeiten der frühen operativen Rekonstruktion mit besseren Ergebnissen werden durch den Weichteilschaden bestimmt.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. M. Arand

Klinik für Unfall-, Wiederherstellungschirurgie und Orthopädie, Klinikum Ludwigsburg, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Heidelberg, Posilipostraße 4, 71640 Ludwigsburg
lb.unfallchirurgie@kliniken-lb.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Bosse MJ, McCarthy ML, Jones AL et al (2005) The insensate foot following severe lower extremity trauma: an indication for amputation? *J Bone Joint Surg Am* 87A:2601–2608
2. Hawkins LG (1970) Fractures of the neck of the talus. *J Bone Joint Surg Am* 52A:991–1002
3. Homann H, Tilkorn D, Hauser J, Lehnhardt M (2007) Behandlungsoptionen bei zusätzlichem Weichteilschaden. *Trauma Berufskrankh* 9:308–319
4. Kinner B, Tietz S, Müller F et al (2011) Outcome after complex trauma of the foot. *J Trauma* 70:159–168
5. Lantry JM, Perumal V, Roberts CS (2009) Can patterns of segmental injuries of the foot and ankle predict amputation and disability? *J Surg Orthop Adv* 18:134–138
6. Mittlmeier T (2011) Akutes Kompartmentsyndrom und Komplextrauma des Fußes. *Unfallchirurg* 114:893–900
7. Ochmann S, Evers J, Raschke MJ (2011) Verletzungen des Mittelfußes. *Unfallchirurg* 114:883–892
8. Peterson L, Romanus B (1976) Fracture of the collum tali: an experimental study. *J Biomech* 9:277–279
9. Rammelt S, Grass R, Schikore H et al (2002) Verletzungen des Chopartgelenks. *Unfallchirurg* 105:371–383
10. Rammelt S, Biewener A, Grass R, Zwipp H (2005) Verletzungen des Fußes beim polytraumatisierten Patienten. *Unfallchirurg* 108:858–865
11. Tschern H, Oestern HJ (1982) Die Klassifizierung des Weichteilschadens bei offenen und geschlossenen Frakturen. *Unfallheilkunde* 85:111
12. Zwipp H (1994) *Chirurgie des Fußes*. Springer, Berlin Heidelberg New York
13. Zwipp H, Dahlen C, Randt T, Gavlik JM (1997) Komplextrauma des Fußes. *Orthopäde* 26:1046–1056