

# Sprunggelenkfrakturen

## Diagnostik, Klassifikation und Behandlungsstrategie

Der Verlauf des Winters 2009/2010 stellte die Unfallchirurgen in Deutschland durch wetterbedingte Verletzungen vor kaum zu bewältigende Aufgaben und aktualisierte in diesem Zusammenhang die Problematik der Versorgung von Malleolarfrakturen. Insbesondere die hohe Frequenz von notwendigen Sofortversorgungen in Verbindung mit gestiegenen Qualitätsansprüchen an Diagnostik und Therapie ließ bestehende Defizite schmerzhaft bewusst werden.

Präoperativ unerkannt gebliebene Verletzungen können intraoperativ nicht adäquat adressiert werden. Die so verbliebenen intraartikulären Kongruenzstörungen führen in der Regel früher oder später zu Beschwerden und machen häufig Korrekturingriffe erforderlich. Im günstigsten Fall wird die inadäquate Versorgung in der frühen postoperativen Phase erkannt, in welcher eine Korrektur noch gut möglich ist. Wird das Problem erst in der späteren Belastungsphase evident, wenn bereits klinische Beschwerden bestehen, ist die Korrektur oft deutlich schwieriger und mit schlechteren Ergebnissen vergesellschaftet. Derartige Verläufe sollten immer zu einer selbstkritischen Analyse des eigenen Handelns führen und die Mechanismen der internen Qualitätskontrolle hinterfragen lassen. Mit dem Patienten sollte das Problem offen und ehrlich diskutiert und ein verbindlicher Behandlungsplan festgelegt werden. Solche Fallbesprechungen gehen natürlich immer mit einem beträchtlichen Maß an Konfliktpotenzial zwischen Arzt, Patient, Versicherungen und dem Wunsch

nach finanzieller Entschädigung einher. Aus diesen Gründen scheint es uns wichtig, das Thema der Malleolarfrakturen aus aktueller Sicht zu beleuchten.

### Epidemiologie

Malleolarfrakturen sind über die Jahre in einer Häufigkeit angestiegen, die allein durch die demografische Entwicklung nicht erklärt werden kann [6, 7, 13]. Studien geben Hinweise darauf, dass die Inzidenz für Malleolarfrakturen in Abhängigkeit davon, welchen Frakturtyp man mit berücksichtigt, inzwischen bei bis zu 187/100.000 Personen liegt. Dabei machen die so genannten Unimalleolarfrakturen etwa 70% aller Verletzungen aus [6, 7].

Der mit Abstand häufigste Unfallmechanismus der Sprunggelenkfraktur ist mit einer Supination verbunden, gefolgt von einem Pronationstrauma [7, 12]. In einer dänischen Studie [12] konnte nachgewiesen werden, dass bei den untersuchten Malleolarfrakturen in 64% der Fälle Supinations-Eversions-Verletzungen vorlagen. Die Supinations-Adduktions-Verletzungen machten weitere 12% der Frakturen aus und in einem knappen Viertel der Fälle (24%) lag der Sprunggelenkfraktur ein Pronationstrauma zugrunde.

Auffallend sind 2 Häufigkeitsgipfel für Sprunggelenkfrakturen. Diese liegen zum einen bei jungen Männern zwischen 15 und 24 Jahren, zum anderen bei älteren Frauen über 70 Jahren [12]. Eine Häufung von Malleolarfrakturen bei Vorliegen einer Osteoporose konnte, obwohl

dies im klinischen Alltag gelegentlich der Fall zu sein scheint, nicht nachgewiesen werden. In einer prospektiven, randomisierten Multicenterstudie an knapp 10.000 Patienten konnte vielmehr gezeigt werden, dass Frauen über 55 Jahre mit einer erlittenen Sprunggelenkfraktur keine Unterschiede in der Knochendichte gegenüber dem unverletzten Vergleichskollektiv aufwiesen. Vielmehr schienen der Body-Mass-Index (BMI) und eine evtl. vorliegende Sturzneigung eine Rolle zu spielen [9].

### Klassifikation

**Danis-Weber-Einteilung [24].** Sie ist die derzeit am häufigsten genutzte Klassifikation. Sie unterscheidet Frakturen der Fibula

- unterhalb der Syndesmose,
- auf Höhe der Syndesmose und
- suprasyndesmal.

### Klassifikation nach Lauge-Hansen [16].

Sie legt die Biomechanik des Unfallmechanismus zugrunde und verbindet so den Pathomechanismus der Verletzung und die Frakturmorphologie (■ **Abb. 1**, ■ **Tab. 1**).

### AO-Klassifikation (AO: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen).

Ihre neuere Anpassung stellt eine Verbindung der Danis-Weber-Einteilung [24] und der Klassifikation nach Lauge-Hansen [16] dar und resultiert in einer Einteilung, die das Verständnis für den Unfallmechanismus und die Verletzungskombination

**Tab. 1** Klassifikation nach Lauge-Hansen. (Nach [16])

Unfallmechanismus	Abkürzung	Stadium	Charakteristika
Supinations-Adduktions-Verletzung (Abb. 1a)	SA	I	Distale, infrasyndestmale Fibulafraktur
		II	Vertikal verlaufende Innenknöchelfraktur
Supinations-Eversions-Verletzung (Abb. 1b)	SE	I	Ruptur des vorderen Syndesmosenbandes→häufig knöchern aus dem Tubercule de Chaput der Tibia oder als Wagstaffe-Fragment aus der Fibula
		II	Transsyndestmale, typischerweise schräg verlaufende Fibulafraktur
		III	Ruptur der hinteren Syndesmose bzw. Absprengung des dorsalen Volkmann-Kantenfragments
		IV	Horizontal verlaufende Innenknöchelfraktur bzw. Ruptur des Deltabandes
Pronations-Abduktions-Verletzung (Abb. 1c)	PA	I	Horizontal verlaufende Innenknöchelfraktur bzw. Ruptur des Deltabandes
		II	Ruptur der vorderen und hinteren Syndesmose bzw. Absprengung des dorsalen Volkmann-Kantenfragments (Syndesmoseninstabilität nicht zwingend, da Membrana interossea intakt bleibt)
		III	Indirekte Fibulafraktur auf Höhe der vorderen Syndesmose
Pronations-Eversions-Verletzung (Abb. 1d)	PE	I	Horizontale Innenknöchelfraktur bzw. Deltabandruptur
		II	Ruptur der vorderen Syndesmose (Lig. tibiofibulare anterius), der Membrana interossea und der hinteren Syndesmose (Lig. tibiofibulare posterius)→Syndesmoseninstabilität
		III	Suprasyndestmale Fibulafraktur (Sonderfall: Maisonneuve-Verletzung mit hoher Fibulafraktur)
		IV	Ruptur des Lig. tibiofibulare transversum (kaudaler Anteil der hinteren Syndesmose) als letzter Stabilisator der Malleolengabel→völlige Instabilität des Talus

nen von Fraktur- und Bandläsion fördert (■ Abb. 2, [2]).

## Diagnostik

### Präoperativ

#### Klinik und Basisröntgendiagnostik

Die allgemein anerkannte Diagnostik bei Sprunggelenkfrakturen beinhaltet neben der klinischen Untersuchung mit Feststellung des Weichteiltraumas eine bildgebende Projektionsradiographie mit einer a.-p. Aufnahme in 20° Innenrotation des Beines („mortise view“) und einer exakten seitlichen Aufnahme. Auf diesen Röntgenbildern sind Frakturen des Außenknöchels, des Innenknöchels und der Hinterkante der Tibia am so genannten Volkmann-Dreieck in der Regel gut zu erkennen und in die üblichen Klassifikationen einzuordnen. Wichtig ist die initiale Einschätzung, ob eine Subluxation oder gar Luxation des Sprunggelenks vorliegt.

Letztere sollte möglichst schon vor der Röntgenaufnahme reponiert werden.

#### Stabilitätsbeurteilung

Für die Planung der Operation ist es wichtig, auch die Syndesmosenstabilität und den Verletzungsgrad des Deltabandes einzuschätzen. Diese Analyse bezieht neben der Frakturhöhe den Abstand der Innenknöchelgelenkfläche zur Talusgelenkfläche („medial clear space“, normal < 4 mm, Deltabandverletzung) und eine Beurteilung des Abstandes der Hinterkante der Tibia zur Hinterkante der Fibula im distalen tibiofibularen Gelenk („espace clair“) mit ein. Letzterer kann bei korrekter Aufnahme mit der richtigen Rotation des Unterschenkels Hinweise auf den Grad der Syndesmosenverletzung geben. Werte über 6 mm sind pathologisch und beweisen eine komplette Instabilität (■ Abb. 3). Im Gegensatz zum Deltaband muss die Instabilität des Syndesmosenbandes immer operativ mittels Redressierung der Fibula in der Inzision

und stabiler Fixation mittels Syndesmosenstellschraube behandelt werden. Diese sollte parallel zur Gelenkfläche der Tibia und etwa 2,5–4,0 cm proximal derselben eingebracht werden. Die Schraubenrichtung verläuft von der Mitte der Fibula in Richtung der Mitte des Malleolus medialis. Stellt sich nach dieser Maßnahme die Malleolengabel wieder anatomisch ein, erübrigt sich eine Revision des Deltabandes.

Nicht selten erkennt der Operateur die Instabilität und Fehlstellung im distalen tibiofibularen Gelenk während des Eingriffs nicht oder die Reposition der Fibula in die Incisura fibularis tibiae gelingt nicht ganz exakt. Intraoperativ ist die Situation häufig visuell nur sehr schwer darstellbar. Auch mit der so genannten Hakenprobe lässt sich nur eine grobe horizontale Instabilität nachweisen. Sagittale Instabilitäten der Syndesmose sind allenfalls optisch oder palpatorisch nachvollziehbar. Bei Vorliegen einer flachen Inzision der Tibia ist die korrekte Reposition der Fibula zudem nicht immer sicher einschätzbar.

#### Weiterführende bildgebende Diagnostik

Nicht selten ergeben sich bei der Reposition des hinteren Kantenfragments Probleme. Dieses bricht häufig mit kleineren Fragmenten in den tibiofibularen Gelenkspalt ein. Die beliebte, weil einfache und schonende indirekte Reposition des großen Volkmann-Fragments gelingt dadurch nicht immer anatomisch stufenfrei und kann somit die Reposition der Fibula behindern. Zwischenfragmente, die in den Röntgenaufnahmen nicht immer sichtbar sind, können die Ursache für verbleibende Dislokationen, Instabilitäten und Inkongruenzen sein, die präarthrotische Deformitäten darstellen und tunlichst vermieden werden sollten. Aus diesem Grunde geht man zunehmend dazu über, bei den komplexeren Frakturen, insbesondere mit Beteiligung des Volkmann-Dreiecks, bereits präoperativ eine Computertomographie (CT) zu veranlassen. Da die Stellung der Fibula in der Incisura fibularis tibiae durchaus individuelle Unterschiede aufzeigt, empfehlen wir, diese Untersuchung immer im Seitenvergleich durchzuführen, was ohne Mehrauf-

wand in einer Sitzung erfolgen kann. Dadurch ist es möglich, sich intraoperativ bei der Redressierung der Fibula an der gesunden Seite zu orientieren (■ Abb. 5e,f). Neben den axialen Schichten ist eine koronare Rekonstruktion häufig sehr hilfreich.

## Intraoperativ

### Syndesmose

Die intraoperative Bildgebung nach der Osteosynthese beinhaltet die gleichen Standards wie präoperativ. Die Dokumentation sollte a.-p. in 20° Innenrotation („mortise view“) und exakt seitlich erfolgen. Die so genannte Hakenprobe wird zwar gerne mit dokumentiert, der Nachweis einer kompletten Syndesmoseninsuffizienz oder auch deren Stabilität kann mit diesem Manöver jedoch nicht zweifelsfrei bewiesen werden. Eine sagittale Instabilität der Syndesmose kann in der konventionellen Bildgebung praktisch nicht abgebildet werden.

Da die Stellung der Fibula in der Incisura fibularis tibiae und damit die Kongruenz im distalen Tibiofibulargelenk während des Eingriffs mit konventionellen Bildwandlern nur ungenügend dargestellt werden können, hat sich in den letzten Jahren ein Trend hin zur intraoperativen dreidimensionalen Darstellung mit speziellen 3D-Bildwandlern entwickelt. Mit diesem Kontrollinstrument können Inkongruenzen an den Gelenkflächen, der distalen tibiofibularen Position sowie Rotationsfehler der distalen Fibula noch während des Primäreingriffs erkannt und somit einer Korrektur in gleicher Sitzung zugeführt werden.

Steht keine intraoperative 3D-Bildgebung zur Verfügung, muss nach heutigem Kenntnisstand eine postoperative Dokumentation der Gelenkkongruenz und der Reposition durch ein CT im Seitenvergleich in axialen Schichten und mit koronarer Rekonstruktion gefordert werden.

Konsequenterweise sollte der Patient bereits präoperativ auf diese Problematik hingewiesen und über die Notwendigkeit einer Revisionsoperation für den Fall, dass sich eine signifikante Inkongruenz in der postoperativen CT-Untersuchung einstellt, aufgeklärt werden.

## Zusammenfassung · Abstract

Trauma Berufskrankh 2010 · 12 [Suppl 4]:349–359 DOI 10.1007/s10039-010-1674-z  
© Springer-Verlag 2010

F. Bonnaire · F. Mende · P. Bula

### Sprunggelenkfrakturen. Diagnostik, Klassifikation und Behandlungsstrategie

#### Zusammenfassung

Sprunggelenkfrakturen stellen aufgrund der enormen Bandbreite ihrer Variabilität bezüglich knöcherner, ligamentärer und chondraler Verletzungen hohe Ansprüche an den behandelnden Chirurgen. Für die Wahl der geeigneten Therapiemethode ist neben der fundierten Kenntnis der Biomechanik des oberen Sprunggelenks eine exakte Analyse der Pathomechanik erforderlich, um das Verletzungsausmaß vollständig nachvollziehen zu können. Eine entscheidende Rolle kommt hierbei der präoperativen Planung zu, die mehr und mehr anhand einer seitenvergleichenden Computertomographieanalyse erfolgt. Auch die intraoperative 3D-Bildgebung

gewinnt in diesem Zusammenhang immer mehr an Bedeutung. Die erfolgreiche Osteosynthese erfordert die stufenfreie Reposition der Frakturen und eine Wiederherstellung aller Gelenkkongruenzen und der ligamentären Integrität. Unabdingbar für ein zufriedenstellendes Langzeitergebnis ist das frühzeitige Erkennen verbliebener Instabilitäten und Inkongruenzen, welche immer eine präarthrotische Deformität darstellen.

#### Schlüsselwörter

Sprunggelenkverletzung · Klassifikation · Behandlungsstrategie · Frakturosteosynthese · Komplikationen

### Fractures of the ankle joint. Diagnosis, classification and treatment strategy

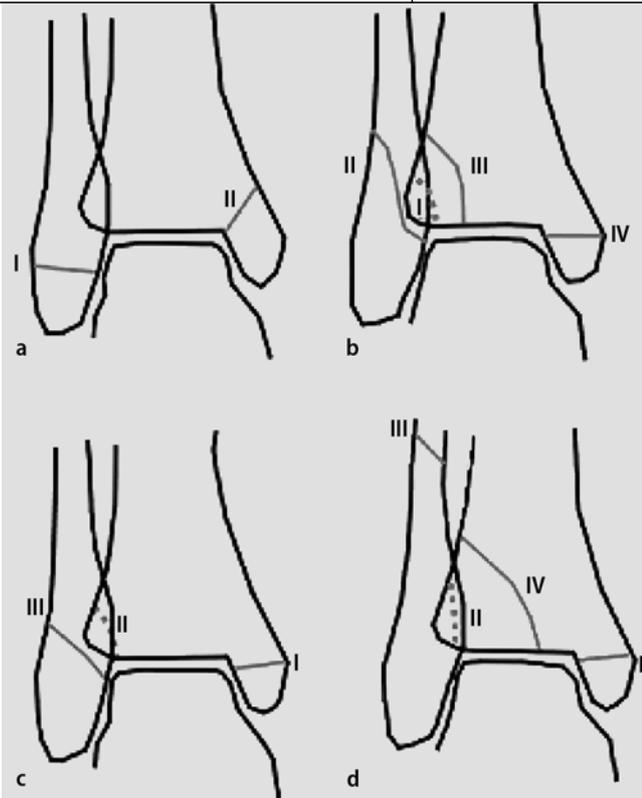
#### Abstract

Because of the high range of variability in osseous, ligamentous and chondral lesions, fractures of the ankle joint represent a significant challenge to the attending surgeon. For the selection of the appropriate method of treatment a sound knowledge of the biomechanics of the ankle joint and an accurate analysis of the pathomechanics are essential to understanding the extent of the injury. Preoperative planning including a CT scan with comparison of the uninjured side plays an essential role in this context. Intraoperative 3D fluoroscopy is becoming increasing-

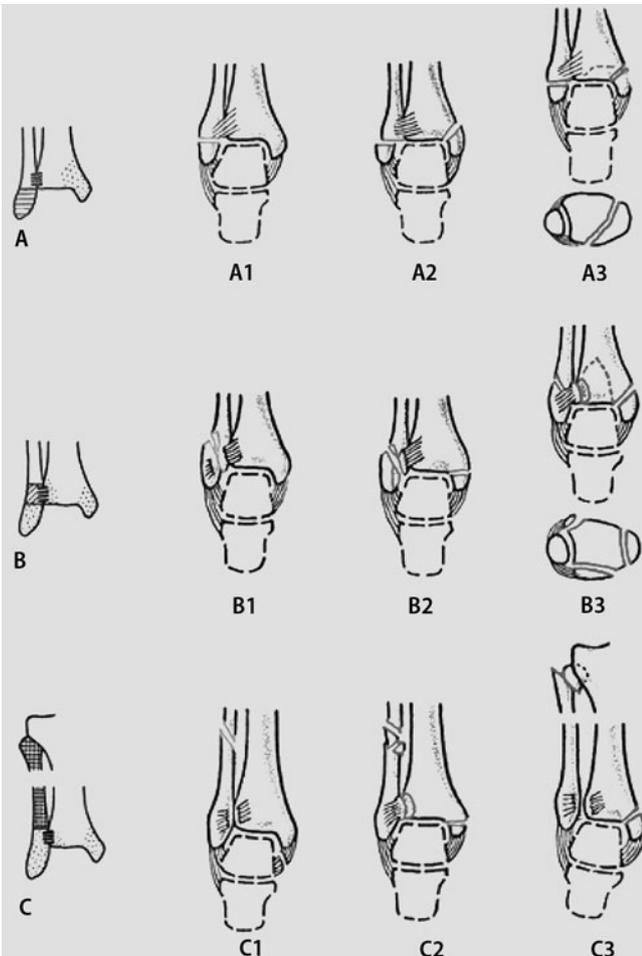
ly important for the verification of accurate surgical treatment. Anatomic repositioning of fractures and restoration of all joint congruences and ligamentous stability are essential for successful osteosynthesis. Remaining instabilities and incongruities represent pre-arthritis deformities and must be detected promptly.

#### Keywords

Ankle injury · Classification · Treatment strategy · Osteosynthesis, fracture · Complications



**Abb. 1** ◀ Klassifikation nach Lauge-Hansen. (Nach [16]): **a** Supinations-Adduktions-Verletzung (SA), **b** Supinations-Eversions-Verletzung (SE), **c** Pronations-Abduktions-Verletzung (PA), **d** Pronations-Eversions-Verletzung (PE), I–IV, Erläuterung s. Text und Tab. 1. (Aus [21])



**Abb. 2** ◀ AO-Klassifikation der Malleolarfrakturen. (Nach [2], aus [8])



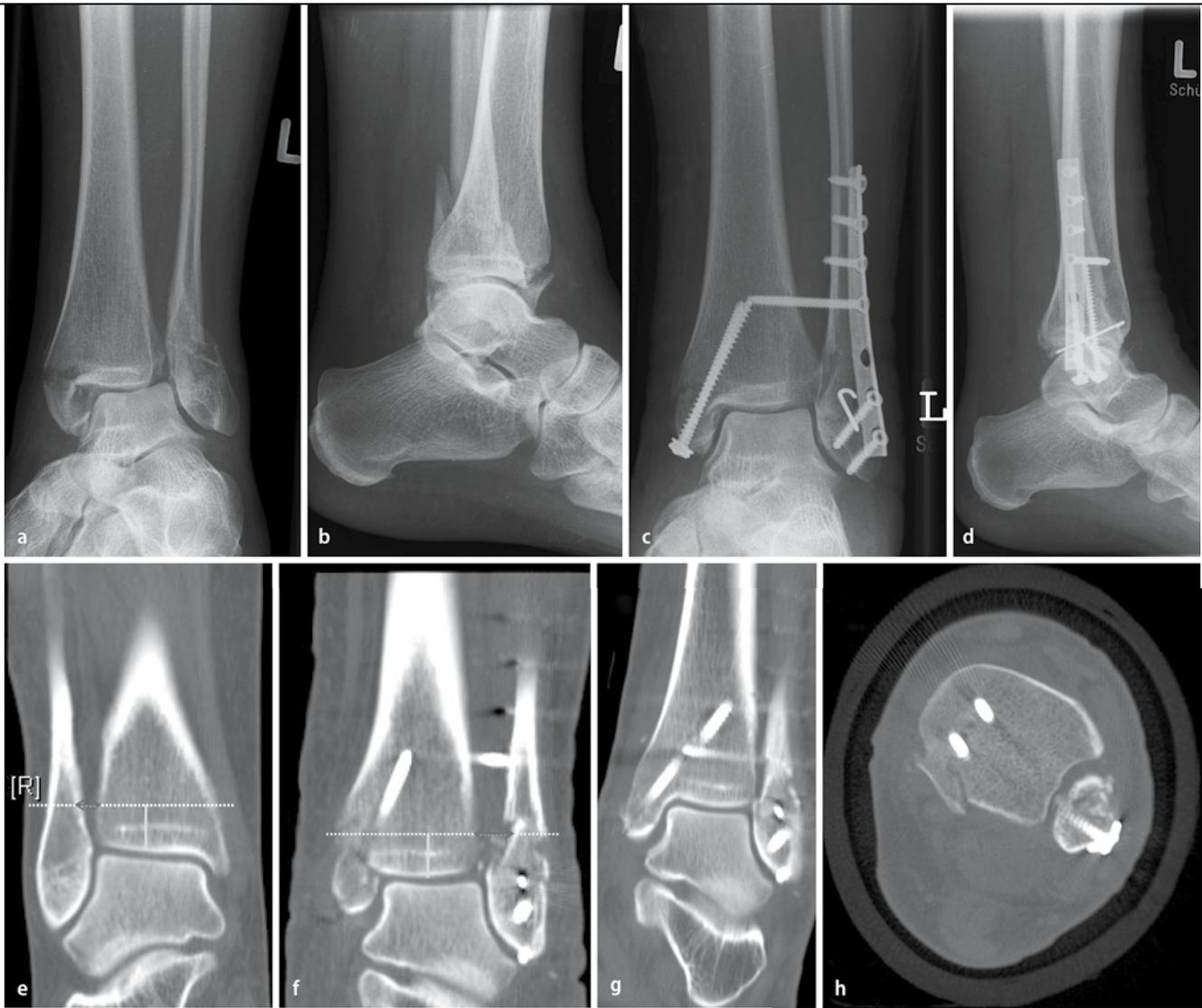
**Abb. 3** ▲ a.-p. Aufnahme des rechten Sprunggelenks in 20° Innenrotation („mortise view“): weiter Syndesmosenspalt („espace claire“, A) und Riss des Deltabandes („medial clear space“, B), Außenknöchelfraktur in Syndesmosenhöhe, Beginn der Stressreaktion am Innenknöchel, keine wesentliche Talusrotation: Pronations-Abduktions-Fraktur Stadium III

Zur Demonstration dieser Situation darf folgendes Beispiel angeführt werden:

**Fallbeispiel 1.** Die 44-jährige Patientin hatte eine Pronations-Abduktions-Verletzung Stadium III nach Lauge-Hansen [16] erlitten.

Radiologisch zeigten sich eine Innen- und eine Außenknöchelfraktur sowie eine osteochondrale Abscherung am hinteren Kantenfragment (■ **Abb. 4a,b**). Erkennbar waren eine Subluxation des Talus nach lateral, ein erweiterter „medial clear space“ und ein grenzwertig erweiterter „espace claire“. Im seitlichen Bild waren keine Hinweise auf Subluxation oder Luxation zu erkennen.

Im intraoperativen Bild nach Außenknöchelosteosynthese und Refixation eines Wagstaff-Fragments imponierte eine weiterhin bestehende Syndesmoseninsuffizienz. Daraufhin wurde die Syndesmose mit einer Stellschraube durch die einlie-



**Abb. 4** ▲ Fallbeispiel 1, Pronations-Abduktions-Verletzung Stadium III, **a-d** Röntgenaufnahmen, **a,b** schalige Abscher-Verletzungen am hinteren Kantenfragment bis in den Syndesmosenspalt reichend, **c** postoperativ Inkongruenz am Innenknöchel und pathologisch erweiterter „espace claire“, **d** unauffälliges seitliches Bild, **e-h** CT-Aufnahmen, **e,f** postoperativ, koronare Ebene: physiologische Kongruenz der gesunden Seite (**e**), Dislokation des Innenknöchels nach lateral und Inkongruenz auf Syndesmosenhöhe mit Erweiterung des „espace claire“ (**f**), **g,h** CT-Kontrolle nach Revision und Reosteosynthese in beiden entscheidenden Ebenen (koronar und axial): korrekte Stellung des Innenknöchels und anatomische Stellung des distalen tibiofibularen Gelenks

gende Drittelrohrplatte fixiert. Die postoperativen Aufnahmen (**Abb. 4c,d**) mit geringer Stufenbildung am Innenknöchel ließen den Verdacht auf eine weiter bestehende Erweiterung der distalen tibiofibularen Syndesmose (>6 mm) aufkommen. Im seitlichen Röntgenbild dagegen lag eine korrekte Kongruenz der sichtbaren Gelenkflächenanteile vor.

Die postoperativen koronaren CT-Schnitte bestätigten einen Innenknöchelversatz um 2 mm nach lateral und eine Impression der Fibula auf Höhe des Gelenkspalts, die zur radiologisch sichtbaren Erweiterung des Syndesmosenspals

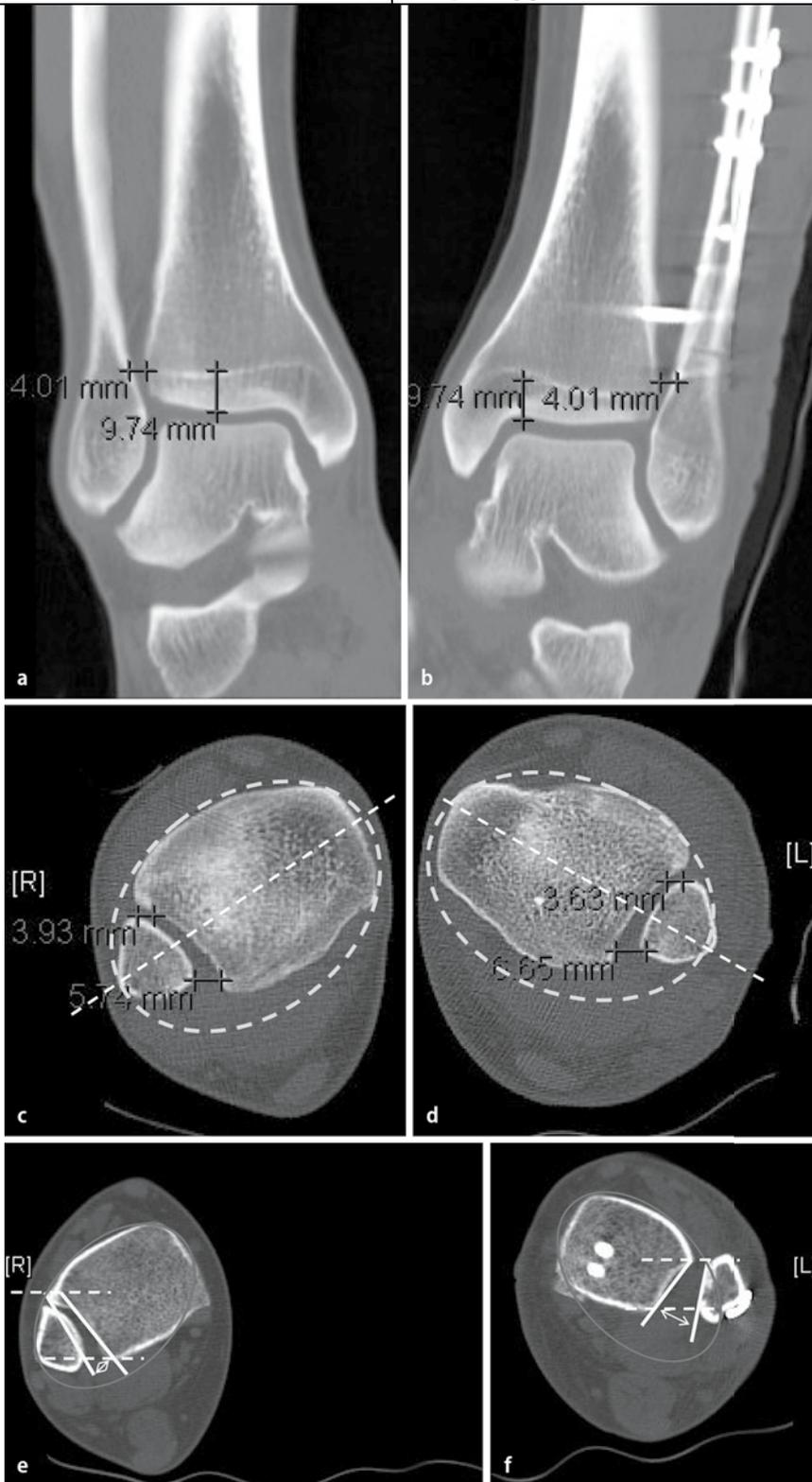
führte (**Abb. 4f**). In **Abb. 4e** sind die anatomisch korrekten Verhältnisse der gesunden Gegenseite dargestellt.

Entscheidend war die Darstellung in der axialen Schichtaufnahme. Sie verdeutlichte eine Dislokation der Fibula auf Höhe der distalen Syndesmose nach ventral mit einer Rotationsstellung der distalen Fibula, d. h. eine Ventralpositionierung der Fibula bei flacher Inzision der Tibia (**Abb. 5**) im Vergleich zur physiologischen Konfiguration der Malleolengabel des unverletzten Beins.

Nach ausführlicher Beratung der Patientin erfolgte die Revision mit Reposi-

tion der Innenknöchelfragmente, einer Auflösung der Osteosynthese an der Fibula mit Derotation, Korrektur der Stellung im distalen Tibiofibulargelenk und Neupositionierung der Syndesmosenstellschraube. Die postoperative Situation nach Revisionseingriff ist in **Abb. 4g,h** dargestellt.

Der Verlauf war zunächst komplikationslos. Innerhalb des ersten Jahres nach der Operation entwickelte sich jedoch bereits eine kontinuierliche Beschwerdesymptomatik, welche der Patientin zur Klage wegen eines Behandlungsfehlers Anlass gab. Der Vorwurf lautete auf eine



**Abb. 5** ▲ CT-morphologische Darstellung der Syndesmosenregion und der Gelenkkongruenz, **a-d** koronar postoperativ (**a** gesundes Bein, **b** nach Osteosynthese) und axial (**c** gesundes Bein, **d** nach Osteosynthese), Abstände ohne wesentliche Seitendifferenzen, keine Inkongruenzen und keine Unterbrechung des ventralen tibiofibularen Bogens (*gestrichelte ellipsenförmige Linie*), **e,f** im Seitenvergleich axial: Fibula im distalen tibiofibularen Gelenk subluxiert nach ventral und lateral, ventraler Bogen um Tibia und Fibula (*hellgraue geschlossene ellipsenförmige Linie*) von der Fibula durchbrochen

fehlerhafte Behandlung durch unkorrekte Operation mit unzureichender Diagnostik und fehlerhafter Reposition. Von der Schlichtungsstelle für Fragen zu ärztlichen Behandlungsfehlern der Landesärztekammer wurden der Vorwurf entkräftet und das Vorgehen als korrekt eingestuft.

### Volkman-Dreieck

Die Entstehung des Volkman-Fragments an der Hinterkante der distalen Tibia ist durch eine Abscherung des hinteren Gelenkanteils während der (Sub-)Luxation des Gelenks nach dorsal zu erklären. Das Hauptfragment kann hierbei je nach Unfallmechanismus mehr medial oder lateral liegen.

Bei einem lateralen Kantenfragment ist mit einer zusätzlichen Instabilität durch den knöchernen Ausriss des Ansatzes des hinteren Syndesmosenbandes zu rechnen. Nicht selten sind kleine Abscherfragmente als Interponate zwischen Kantenfragment und vorderer Tibiagelenkfläche eingesprengt oder interponieren in den Syndesmosenspalt. Diese Fragmente sind auf den Projektionsradiographieaufnahmen und intraoperativ mit dem Standardbildverstärker häufig nicht erkennbar. Sie verhindern aber bei geschlossener Reposition die exakte Wiederherstellung der Gelenkkongruenz oder bedingen eine verbleibende Spaltbildung.

Verkippungen des Kantenfragments kommen ebenfalls vor. Als Faustregel wird gefordert, Fragmente mit mehr als 30% Gelenkflächenanteil zu reponieren und aus Stabilitätsgründen zu fixieren. Dabei stellt sich stets die Frage, wie viel Inkongruenz das Gelenk verträgt.

Knorpelschäden sind bei diesen Brüchen immer zu erwarten, aber nur selten zu objektivieren. Die Entstehung einer Arthrose ist deshalb auch bei korrekter Osteosynthese nicht in jedem Fall aufzuhalten. Jedenfalls sollten keine Stufenbildungen zentral in der Gelenkfläche hingenommen werden.

Zunehmend werden offene Repositionen und direkte Verschraubungen und/oder Plattenosteosynthesen des hinteren Kantenfragments empfohlen. Die operativen Zugangswege hierfür sollten aber nicht unterschätzt werden und sind deutlich aufwändiger als die zur indirekten Verschraubung.

**Fallbeispiel 2.** Die 45-jährige Patientin stürzte bei Glatteis und zog sich eine Supinations-Eversions-Verletzung Stadium IV nach Lauge-Hansen [16] zu. Die Fraktur des hinteren Kantenfragments verlief durch die Mitte der Tibiagelenkfläche (■ **Abb. 6a,b**).

Die Patientin wurde zeitnah innerhalb von 6 h nach dem Unfall operativ mit offener Reposition und Fibulaosteosynthese (Drittelrohrplatte), kombinierter Kirschner-Draht-/Schraubenosteosynthese des Innenknöchels und einer offenen Reposition mit dorsaler Abstützplatte des hinteren Kantenfragments mit additiver indirekter Verschraubung von ventral versorgt.

Die intra- und postoperativen Röntgenaufnahmen zeigten die Reposition der Hinterkante nur unvollständig (■ **Abb. 6c,d**). Die CT-Kontrolle postoperativ wies eine Stufenbildung im Bereich der Gelenkfläche, eine Verkippung des Innenknöchelfragments und eine Inkongruenz im distalen tibiofibularen Gelenk auf, die so nicht belassen werden konnten (■ **Abb. 6e-g**). Nach Erläuterung der Situation wurden mit Zustimmung der Patientin eine Reosteosynthese mit offener Reposition des hinteren Kantenfragments und Neuanlage der dorsalen Drittelrohrplatte mit additiver Plattenosteosynthese von ventral sowie eine Reosteosynthese des Innenknöchels vorgenommen (postoperative CT-Kontrollen: ■ **Abb. 6h-j**, postoperative Röntgenuntersuchungen: ■ **Abb. 6k,l**).

Der weitere Verlauf war komplikationslos. Es kam zu einer völligen Rehabilitation ohne Ausbildung einer posttraumatischen Arthrose.

## Behandlungsstrategie

### Dislokation

Die Therapie der Malleolarfrakturen erfolgt heute überwiegend operativ, obgleich nicht für alle Fälle bessere Ergebnisse nach Osteosynthese nachgewiesen werden können. Nichtdislozierte Frakturen mit guter Kongruenz im Sprunggelenk ohne Instabilitätshinweise können mit sehr gutem Ergebnis und mit kürzerer Behandlungsdauer konservativ behandelt werden. Hierzu zählen v. a. die nicht-

dislozierten A-Frakturen und die B-Frakturen ohne Instabilitätszeichen („medial clear space“ und „espace claire“) und ohne Verkürzung oder Außenrotation der Fibula. Im Zweifel können a.-p. Röntgenaufnahmen des Sprunggelenks unter Belastung im Stehen die Stabilität beweisen oder widerlegen.

Mit zunehmender Dislokation vergrößern sich auch die Inkongruenzen im Talofibulargelenk, die zu Beschwerden und Arthrosebildung führen. Bei problemloser Ausgangssituation können auch für geringe Dislokationen von 1–2 mm eine operative Reposition und Fixation empfohlen werden. Bei problematischen Weichteilverhältnissen, allgemein schlechten Voraussetzungen, wie Durchblutungsstörungen, Diabetes und Osteoporose, sollte man sich bei diesen Frakturtypen in Hinblick auf die operative Behandlung eher zurückhaltend zeigen. Postoperative Komplikationen im Sinne von Weichteilproblemen und Wundheilungsstörungen sind für die genannten Komorbiditäten deutlich erhöht.

### Stabilität

Als Instabilitätsfaktor gilt, wie bereits ausgeführt, die Erweiterung des „medial clear space“ auf mehr als 4 mm: Der Talus driftet nach lateral, und es resultiert eine zunehmende Dislokation der Fibulafraktur im Stehen in der a.-p. Aufnahme. Unterscheiden sich die a.-p. Aufnahmen im Liegen und im Stehen nicht, kann die Situation als stabil eingeschätzt werden und eine funktionelle Behandlung im Brace oder Gips erfolgen.

Alle Frakturen mit Instabilitätskriterien sollten nach derzeit geltender Lehrmeinung operativ behandelt werden, um einer Inkongruenz und folgender Instabilitätsarthrose des Sprunggelenks vorzubeugen. Das Operationsziel muss dabei eine möglichst anatomische Rekonstruktion der Frakturen und der Gelenkflächen sein. Hierzu ist es notwendig, die Länge der Fibula, ihre Rotation und ihre Stellung im distalen Tibiofibulargelenk exakt wiederherzustellen. Dadurch wird die Reposition des Talus aus seiner Subluxationsstellung erreicht, und der Innenknöchel kann exakt in Rotation und Länge refixiert werden.

## Verletzungstyp

Während die Frakturen des Außenknöchels und des Innenknöchels bezüglich der Operationsziele relativ gut kontrolliert werden können, ist die Reposition des distalen tibiofibularen Gelenks und des hinteren Kantenfragments häufig dann ein Problem, wenn Gelenkimpressionen mit Zwischenfragmenten vorhanden sind. Das hintere Kantenfragment entsteht als Abscherverletzung im Rahmen einer (Sub-)Luxation des Gelenks nach dorsal. Während sich das größere Kantenfragment, an dem das hintere Syndesmosenband fixiert ist, nach Reposition der Fibula häufig spontan wieder korrekt einstellt, können sich nach proximal dislozierte Gelenkfragmente zwischen dem Volkmann-Fragment und der dorsalen Tibiagelenkfläche verklemmen. Bei der geschlossenen Reposition und indirekten Fixation verbleibt in diesem Fall immer ein Spalt und meistens auch eine Gelenkstufe. Während die Stabilität durch die indirekte Reposition in der Regel über die Fixation des knöchernen Bandausrisses wiederhergestellt werden kann, ist die Kongruenz damit noch nicht wiederhergestellt. Eindeutige Festlegungen, ab wie vielen Millimetern Gelenkspalt und ab wie vielen Millimetern Dislokation in Abhängigkeit von der Größe des hinteren Kantenfragments zwingend eine posttraumatische Arthrose folgt, gibt es aus unserer Sicht nicht.

Die Rolle des Traumas mit offensichtlichen, aber auch okkulten Knorpelschäden spielt aus unserer Sicht eine weithin unterschätzte Rolle. Vor allem dem Patienten ist, aufgrund der primären Konzentration auf die knöchernen und ligamentären Läsionen, die Bedeutung des traumatischen Knorpelschadens für die Entstehung der Arthrose oft nicht ausreichend bewusst. Der Operateur sollte also bemüht sein, möglichst keinerlei Stufen und Spaltbildungen zu hinterlassen. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich auch zunehmend, eine offene Reposition des hinteren Kantenfragments über einen posterolateralen oder -medialen Zugang, je nach Lokalisation des Hauptfragments, vorzunehmen. Das Volkmann-Fragment wird dabei disloziert, vorhandene Zwischenfragmente werden entweder reponiert



**Abb. 6 ▲** Fallbeispiel 2: Supinations-Eversions-Verletzung Stadium IV: **a–d** Röntgenaufnahmen, **a** a.-p., geringe Dislokation, **b** seitliches Bild, großes hinteres Kantenfragment und dorsale Subluxationsstellung, **c,d** intraoperativ a.-p. (**c**) und seitlich (**d**) herausgedrehte Aufnahme zur Darstellung des hinteren Kantenfragments, **e–g** postoperative CT-Aufnahmen, **e** sagittal, Stufenbildung im Gelenk, **f** koronar, Inkongruenz am Innenknöchel, **g** axial, Inkongruenz im tibiofibularen Gelenk, **h–l** nach Korrekturoperation erfolgreiche Wiederherstellung der Kongruenz in allen 3 Ebenen [CT sagittal (**h**), koronar (**i**), axial (**j**); Röntgen a.-p. (**k**) und seitlich (**l**)]

oder entfernt, und nach stufenloser Reposition der Hinterkante an die Tibia erfolgt die Fixation entweder mittels einer direkten Verschraubung oder durch Drittelrohrplatten. Nur mit diesem Vorgehen kann ein iatrogenes Effekte auf die Arthro- bildung verhindert werden.

Prospektive Studien über die Signifi- kanz der Reposition in Abhängigkeit vom Verletzungstyp wird es vermutlich nicht geben, da die Einstellung der Operateu- re oder behandelnden Ärzte in der Regel die Behandlungsart bereits vorher weitge- hend bestimmte. Multizentrische Unter-

suchungen bezüglich dieser Problema- tik wären wünschenswert. Voraussetzung wären jedoch eine prä- sowie postoperati- ve CT-Diagnostik.

## Weichteilsituation

Sie ist neben der Problematik der Instabilität und Frakturdislokation für die Operationsentscheidung bei Sprunggelenkfrakturen noch wichtiger als die Knochenqualität.

Bei Luxationsfrakturen, die aus Weichteilgründen eine offene Reposition und interne Stabilisierung nicht zulassen, muss die Reposition in jedem Fall durch einen Fixateur externe gehalten werden, um schwere Weichteilprobleme zu verhindern. Intermittierende Transfixationen des Gelenks mit Kirschner-Drähten können bis zur Frakturheilung hilfreich sein. In einzelnen aussichtslosen Fällen mag auch eine retrograde Nagelung, v. a. bei der Kombination aus schlechter Knochenqualität und schlechten Weichteilverhältnissen, eine Lösung des Problems darstellen. Dieses Vorgehen sollte allerdings älteren Patienten mit entsprechenden Hochrisikofaktoren vorbehalten bleiben, da nicht nur das obere, sondern auch das untere Sprunggelenk versteift werden muss.

## Osteoporose

Sie stellt an sich keine Kontraindikation gegen eine Operation an den Malleolen dar. Andererseits ist das Auftreten einer Malleolarfraktur im höheren Lebensalter auch kein zwingender Beweis für eine Osteoporose. Lediglich die Techniken der Osteosynthese unterscheiden sich bei guter und bei schlechter Knochenqualität.

Bei guter Knochenqualität ist für B-Frakturen die Versorgung mit Drittelrohrplatten und einer Kleinfragmentverschraubung für den Innenknöchel und das Volkmann-Fragment absolut ausreichend. Für C-Frakturen empfehlen sich v. a. bei längerstreckiger Trümmerzone der Fibula die Rekonstruktionsplatte 3,5 mm oder eine LCDCP® („limited contact dynamic compression plate“) bzw. eine LCP® („locking compression plate“) zur Überbrückung der Trümmerzone und zur Wiederherstellung von Länge und Rotation der Fibula.

Bei vorliegender Osteoporose sind die winkelstabilen Drittelrohrplatten für die B-Frakturen zu empfehlen, evtl. in Verbindung mit 2 Kirschner-Drähten, wie

von Koval et al. [15] beschrieben. Auch transfixierende Schrauben durch die Platte zur Tibia hin, ohne gleichzeitig vorliegende Syndesmoseninsuffizienz, werden zur Stabilisierung der Fibula bei manifester Osteoporose empfohlen. Bei höhergradigen Verletzungen sind auch Rekonstruktionsplatten und, v. a. in ihrer winkelstabilen Ausführung, ggf. auch die neueren winkelstabilen Außenknöchelplatten sinnvoll.

## Komplette Syndesmosenverletzungen

In einer retrospektiven Studie von 2003–2007 haben wir 58 Patienten mit intraoperativ nachgewiesener kompletter Läsion der distalen tibiofibularen Syndesmose operiert. Davon konnten 45 in einem Abstand von mindestens 1 Jahr nach der Operation, im Durchschnitt 2 und 3 Jahre postoperativ, nachuntersucht werden.

Zur Beurteilung dienten die Standardröntgenaufnahmen („mortise view“ und exakt seitlich) präoperativ, postoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Bei allen Patienten wurde darüber hinaus postoperativ eine Computertomographie im Seitenvergleich angefertigt.

Bei 3 von 58 Patienten (5,1%) wurden Revisionsoperationen empfohlen und durchgeführt. Gründe waren verbleibende Inkongruenzen oder Dislokationen im distalen tibiofibularen Gelenk. Bei 3 weiteren Patienten wurde eine Revision diskutiert, aber letztlich entweder vom Patienten nicht gewünscht oder medizinisch nicht für unbedingt erforderlich eingeschätzt. Vor allem Rotationsstellungen der Fibula nach lateral und Dislokationen nach ventral waren die Ursachen für die erforderlichen Revisionseingriffe.

Die Ergebnisse nach Revisionsoperation waren insgesamt signifikant schlechter im Vergleich zu Patienten, die keiner Revision bedurften. Dieses Resultat spricht u. a. für den eindeutigen Vorteil einer primären korrekten Reposition und unterstreicht den immensen Vorteil der Möglichkeit einer intraoperativen Kontrolle mittels 3D-Bildwandler.

## Diskussion

### Diagnostik

Die aktuellen Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) fordern für die Diagnostik der oberen Sprunggelenkfrakturen bis dato eine a.-p. Aufnahme in 20° Innenrotation und eine exakte seitliche Aufnahme in der Projektionsradiographie. Nur für Ausnahmefälle wird eine CT-Untersuchung empfohlen.

Mit der technischen Fortentwicklung der Bildgebung mittels Multi-Slice-CT und deren schneller Verfügbarkeit und Durchführung hat sich die präoperative Diagnostik kontinuierlich hin zu mehr CT-Untersuchungen verschoben. Dies gilt v. a. für Komplexfrakturen mit Innen- und Außenknöchelbeteiligung sowie bei Vorliegen eines hinteren Kantenfragments. Die eindeutigen Vorteile liegen in der besseren präoperativen Visualisierung von Inkongruenzen auf Gelenkhöhe, der Erkennung von Interponaten osteochondraler Fragmente und der Möglichkeit, die Stellung der Fibula in der Incisura fibularis tibiae im Seitenvergleich einzuschätzen. Konsequenterweise geht die Tendenz auch zur intraoperativen 3D-Diagnostik, die mittels moderner Bildwandlertechnik nahezu in gleicher Qualität wie die konventionellen CT-Aufnahmen erfolgen kann. Verbliebene Restinstabilitäten oder Inkongruenzen können so im Rahmen der Primärversorgung erkannt und beseitigt werden. Die sonst u. U. notwendige Revision kann damit dem Patienten und dem Chirurgen erspart werden, was nicht zuletzt auch wirtschaftliche Vorteile für beide Seiten hat. Natürlich liegt die Entscheidung für oder gegen eine präoperative CT-Untersuchung beim Operateur.

Bei komplexen Frakturen mit Beteiligung von Außenknöchel, Innenknöchel und hinterem Kantenfragment ist zudem eine postoperative CT-Kontrolle indiziert, wenn intraoperativ keine entsprechende Diagnostik vorgenommen werden konnte. Diese muss im Vergleich mit der Gegenseite erfolgen.

### Therapie

#### Konservative Behandlung

Hierzu liegen Studien für die Typ-B-Frakturen (Supinations-Eversions-Verletzungen ohne Dislokation des Talus nach lateral) im Brace und im Gips vor, die alle ausheilten [4, 20]. Dabei ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der Tragedauer, dem Zeitpunkt der Rückkehr zur Arbeit oder in der verbleibenden Schmerzsymptomatik nach 4 und 12 Wochen. Die Ergebnisse waren letztendlich bezüglich Schmerzen und Bewegungseinschränkung nach dem 6. Monat und dem Olerud-Score nicht different, obwohl die Frühergebnisse nach 1 und 3 Monaten in der Gruppe der Braceversorgung besser waren.

#### Vergleich konservative vs. operative Behandlung

Naturgemäß fehlen den meisten Studien die Voraussetzungen für die Vergleichbarkeit der untersuchten Frakturen. Es liegen jedoch 3 randomisierte kontrollierte Studien [3, 17, 22] vor, in welchen kein Unterschied bezüglich Patientenzufriedenheit oder Venenthrombosenhäufigkeit zwischen operativer und konservativer Behandlung nachgewiesen werden konnte. In jeder Studie wurden zwar Komplikationen berichtet, diese betrafen aber sowohl die operative Therapie als auch die Behandlung im Gips, sodass es allgemein schwierig ist, eine Behandlung aufgrund der Datenlage zu bevorzugen. Mit Gips versorgte Patienten wiesen naturgemäß einen kürzeren stationären Aufenthalt auf, Patienten mit interner Stabilisierung erreichten jedoch das endgültige Bewegungsausmaß schneller (9 gegenüber 12 Wochen) [3]. Bessere funktionelle Ergebnisse laut Olerud-Score wurden ebenfalls bei den operativ behandelten Patienten erreicht. Allerdings waren bei älteren Patienten häufiger Revisionseingriffe erforderlich (33%) [22]. Das Komplikationsspektrum erstreckte sich von Reoperationen mit einer Häufigkeit von 31% bis zu Todesfällen mit einer Häufigkeit von 2%. Eine Materialentfernung war bei 21% der Patienten erforderlich. Die operative Behandlung war 4-mal so teuer wie die konservative Versorgung. In einer Studie wurden eine höhere Heilungsrate, eine höhe-

re Patientenzufriedenheit, eine niedrigere Raten von fehlverheilten Frakturen und eine niedrigere Schmerzrate unter den operativ versorgten Patienten nachgewiesen, wobei die Zahl der schlechten Ergebnisse in der konservativ behandelten Gruppe mit der Rate an Knochenheilungsstörungen und Pseudarthrosebildungen korrelierte [1].

#### Operative Behandlung

Bei den Vergleichen operative Behandlung und intern stabil rigide Fixation gegen eine Schienung mit Kirschner-Drähten und Castimmobilisation ergaben sich in einer Studie keine signifikanten Unterschiede. Interessant ist jedoch, dass insgesamt mehr Patienten nach offener Reposition und interner Fixation (ORIF) wieder schmerzfrei gehfähig wurden, eine höhere Rate der Gelenkbeweglichkeit erreichten und weniger Arthrodesen erforderlich wurden. Sogar die Infektionsraten waren in der ORIF-Gruppe niedriger [18].

Im Gegensatz zu unserer Überzeugung gibt es in den vorliegenden evidenzbasierten Studien keinen Nachweis für bessere Ergebnisse nach Sofortversorgung gegenüber einer zweizeitigen Sekundärversorgung [10, 14, 19]. Diese Tatsache unterstreicht auch die Notwendigkeit, bei vorliegendem höhergradigem Weichteilschaden an eine temporäre Ruhigstellung mittels gelenk- und frakturüberbrückendem Fixateur externe zu denken.

#### Prognose

Es gibt verschiedene Faktoren, die eine Erklärungsmöglichkeit für eine gute oder schlechte Prognose der Malleolarfrakturen mit sich bringen. Erwartungsgemäß weisen Frakturen an nur einer Lokalisation, die so genannten Unimalleolarfrakturen, bessere Ergebnisse auf, als die bi- oder trimalleolaren Frakturen [5]. Zudem haben jüngere Patienten unter 50 Jahren in der Regel ein besseres Outcome als ältere Patienten. Für chronisch alkoholranke Patienten sind ebenfalls schlechtere Resultate beschrieben [23].

Ihr ursprüngliches Aktivitätsniveau in Bezug auf häusliche und erwerbliche Tätigkeiten erreichen 90% der Patienten nach einer Malleolarfraktur, das vor dem

Unfall bestandene sportliche Niveau jedoch nur 71% [11].

Etwa 30% der Patienten haben nach Plattenosteosynthese der Fibula Probleme mit Schmerzen über dem Außenknöchel. Knapp 1/4 der Patienten wünscht die Materialentfernung, aber nur die Hälfte davon erreichen letzten Endes ein geringeres Schmerzniveau.

#### Fazit für die Praxis

**Für die Wahl der geeigneten Behandlungsmethode ist neben der fundierten Kenntnis der Biomechanik des oberen Sprunggelenks eine exakte Analyse der Pathomechanik erforderlich, um das Verletzungsmaß vollständig nachvollziehen zu können. Hierfür eignet sich in besonderem Maße die Klassifikation nach Lauge-Hansen [16]. Die Danis-Weber-Einteilung [24] muss hierfür um die neuere AO-Klassifikation erweitert werden. Eine entscheidende Rolle, insbesondere bei der Versorgung der komplexeren Sprunggelenkfrakturen, kommt der präoperativen Planung zu, die mehr und mehr anhand einer seitenvergleichenden CT-Analyse erfolgt. Auch die intraoperative 3D-Bildgebung gewinnt in diesem Zusammenhang immer mehr an Bedeutung. Steht sie dem Operateur nicht zur Verfügung, sollte eine postoperative CT-Analyse der Osteosynthese im Vergleich mit der gesunden Seite gefordert werden.**

**Die erfolgreiche Osteosynthese erfordert die stufenfreie Reposition der Frakturen und eine Wiederherstellung aller Gelenkkongruenzen sowie der ligamentären Integrität der Malleolengabel. Unabdingbar für ein zufrieden stellendes Langzeitergebnis ist das frühzeitige Erkennen verbliebener Instabilitäten und Inkongruenzen, welche immer eine präarthrotische Deformität darstellen.**

#### Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. F. Bonnaire**

Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie, Städtisches Klinikum Dresden-Friedrichstadt, Akademisches Lehrkrankenhaus, TU Dresden, Friedrichstraße 41, 01067 Dresden  
bonnaire-fe@khdf.de

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

## Literatur

1. Ali MS, McLaren CA, Rouholamin E, O'Connor BT (1987) Ankle fractures in the elderly: nonoperative or operative treatment. *J Orthop Trauma* 1:275–280
2. Arbeitsgemeinschaft Osteosynthesefragen (AO) (o J) AO surgery reference. AO Foundation, Davos, www.aofoundation.org
3. Bauer M, Bergstrom B, Hemborg A, Sandegard J (1985) Malleolar fractures: nonoperative versus operative treatment. A controlled study. *Clin Orthop* 199:17–27
4. Brink O, Staunstrup H, Sommer J (1996) Stable lateral malleolar fractures treated with aircast ankle brace and DonJoy R.O.M.-Walker brace: a prospective randomized study. *Foot Ankle Int* 17:679–684
5. Broos PL, Bisschop AP (1991) Operative treatment of ankle fractures in adults: correlation between types of fracture and final results. *Injury* 22:403–406
6. Court-Brown CM, McBirnie J, Wilson G (1998) Adult ankle fractures – an increasing problem? *Acta Orthop Scand* 69:43–47
7. Daly PJ, Fitzgerald RH Jr, Melton LJ, Ilstrup DM (1987) Epidemiology of ankle fractures in Rochester, Minnesota. *Acta Orthop Scand* 58:539–544
8. Frank M, Bauwens K, Ekkernkamp A (2009) Frakturen des oberen Sprunggelenkes. *Orthopade* 38:981–996
9. Hasselman CT, Vogt MT, Stone KL et al (2003) Foot and ankle fractures in elderly white women. Incidence and risk factors. *J Bone Joint Surg Am* 85-A:820–824
10. Hoiness P, Stromsoe K (2000) The influence of the timing of surgery on soft tissue complications and hospital stay. A review of 84 closed ankle fractures. *Ann Chir Gynaecol Suppl* 89:6–9
11. Hoiness P, Engebretsen L, Stromsoe K (2001) The influence of perioperative soft tissue complications on the clinical outcome in surgically treated ankle fractures. *Foot Ankle Int* 22:642–648
12. Jensen SL, Andresen BK, Mencke S, Nielsen PT (1998) Epidemiology of ankle fractures. A prospective population-based study of 212 cases in Aalborg, Denmark. *Acta Orthop Scand* 69:48–50
13. Kannus P, Palvanen M, Niemi S et al (2002) Increasing number and incidence of low-trauma ankle fractures in elderly people: Finnish statistics during 1970–2000 and projections for the future. *Bone* 31:430–433
14. Konrath G, Karges D, Watson JT et al (1995) Early versus delayed treatment of severe ankle fractures: a comparison of results. *J Orthop Trauma* 9:377–380
15. Koval KJ, Petraco DM, Kummer FJ, Bharam S (1997) A new technique for complex fibula fracture fixation in the elderly: a clinical and biomechanical evaluation. *J Orthop Trauma* 11(1):28–33
16. Lauge-Hansen N (1950) Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. *Arch Surg* 60:957–985
17. Makwana NK, Bhowal B, Harper WM, Hui AW (2001) Conservative versus operative treatment for displaced ankle fractures in patients over 55 years of age. A prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg Br* 83:525–529
18. Ngcelwane MV (1990) Management of open fractures of the ankle joint. *Injury* 21:93–96
19. Pietzik P, Qureshi I, Langdon J et al (2006) Cost benefit with early operative fixation of unstable ankle fractures. *Ann R Coll Surg Engl* 88:405–407
20. Port AM, McVie JL, Naylor G, Kreibich DN (1996) Comparison of two conservative methods of treating an isolated fracture of the lateral malleolus. *J Bone Joint Surg Br* 78:568–572
21. Richter J, Muhr G (2000) Sprunggelenksfrakturen des Erwachsenen. *Chirurg* 71:489–502
22. Salai M, Dudkiewicz I, Novikov I et al (2000) The epidemic of ankle fractures in the elderly – is surgical treatment warranted? *Arch Orthop Trauma Surg* 120:511–513
23. Tonnesen H, Pedersen A, Jensen MR et al (1991) Ankle fractures and alcoholism. The influence of alcoholism on morbidity after malleolar fractures. *J Bone Joint Surg Br* 73:511–513
24. Weber B (1966) Die Verletzung des oberen Sprunggelenkes. Huber, Bern Stuttgart Toronto