



# Revisionsoperationen nach Sprunggelenkfrakturen

## Anatomische Grundlagen

Die Behandlung von Funktionsstörungen und unfallbedingten Folgezuständen nach Sprunggelenkfrakturen setzt das Wissen um die anatomischen Grundlagen des Sprunggelenkes und Fußes voraus.

Eine anatomische Gliederung des Fußes lässt sich in 3 Abschnitte vornehmen: Rückfuß, Mittelfuß und Vorfuß. Der Rückfuß ist der Skelettabschnitt vom oberen Sprunggelenk (Talokruralgelenk) bis zur Chopart-Gelenklinie (Articulatio tarsi transversa), er umfasst die beiden Knochen Talus (Sprungbein) und Kalkaneus (Fersenbein). Nach distal schließt sich der Mittelfuß und ab den Zehengrundgelenken der Vorfuß an.

Der Talus ist der Schaltknochen zwischen Unterschenkel und Fuß und bildet das obere und untere Sprunggelenk sowie mit dem Talonavikulargelenk (Sprungbein-Kahnbein-Gelenk) den medialen Abschnitt des Chopart-Gelenkes.

Die vom Talus gebildeten Gelenke sind über eine kinematische Kette miteinander verknüpft [1]. Aufgrund der großen Kräfte, die auf das obere Sprunggelenk wirken, ist der Gelenkaufbau relativ einfach ausgebildet und auf Stabilität ausgerichtet. Es besitzt eine Drehachse, die durch die Knöchelspitzen verläuft und bei plantar auf dem Boden aufgesetztem Fuß etwa horizontal in der Frontalebene des Körpers liegt.

Der Kalkaneus ist der größte Fußwurzelknochen und macht den Hauptanteil der Fußlängswölbung und der laterale Fußsäule aus. Er besteht aus dem mächtigen Tuber calcanei, an dem kranial die Achillessehne inseriert und plantar die kurzen Fußmuskeln (M. abductor digiti minimi bzw. M. abductor hallucis), die

zusammen mit den hier ebenfalls ansetzenden Bandsystemen (Plantaraponeurose und Lig. plantare longum) die Längswölbung des Fußes abfangen.

Die obere Fläche des Kalkaneus trägt 3 Gelenkfacetten, die mit dem Talus artikulieren und das subtalare Gelenk bilden.

Die Kardanfunktion des oberen und unteren Sprunggelenkes spielt biomechanisch eine wichtige Rolle bei der Achsausrichtung des Rückfußes und des Unterschenkels. Die Mobilität des unteren Sprunggelenkes von etwa 60° mit der Eversions/Inversionsbewegung hat einen großen Einfluss auf die Valgus- und Varusausrichtung des Fußes. Sie kann sowohl eine pathologische Achsausrichtung im oberen Sprunggelenk kompensieren, als auch der Grund sein für eine verbleibende Fehlstellung des Fußes in der koronaren Ebene nach Achskorrektur durch eine supramalleolare Osteotomie (SMOT).

## Knorpelchirurgie

Die häufigste Ursache für osteochondrale Verletzungen am Sprunggelenk sind Supinations- und Pronationsstraumata, die sich vielfach im Sport ereignen. In der Literatur wird eine Rate von gut 2 % begleitender Knorpelschäden angegeben [2]. Auch eine verbleibende Bandinstabilität oder Fehlstellung kann Knorpelschäden verursachen. Unbehandelte Knorpeldefekte können neben der typischen Beschwerdesymptomatik auch in einer progredienten Arthrose münden. Für bestimmte umschriebene Knorpelpathologien haben sich arthroskopische oder limitiert offene Operationsverfahren etabliert, die die Ausbildung eines Ersatzknorpels im osteochondralen Defekt ermöglichen. Beispielfhaft seien die Mikro-

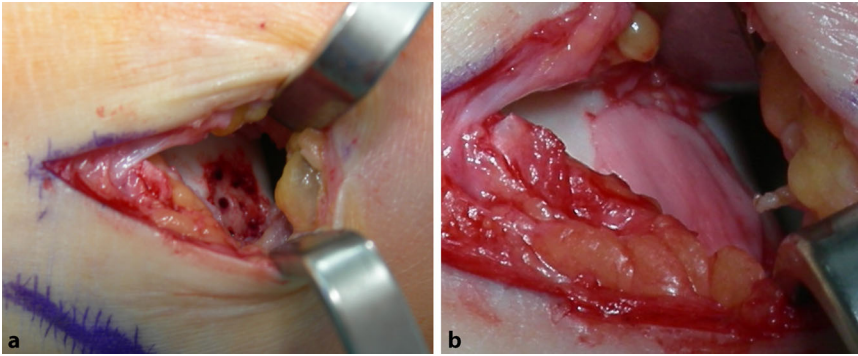
frakturierung und die autogene matrixinduzierte Chondrogenese genannt. Hierbei wird durch die Anbohrung des Knochens im Defekt ein Blutpfropf (Superclot) erzeugt, aus dem durch körpereigene Zellen (Blutstammzellen) und andere wichtige Komponenten die Regeneration eines Ersatzknorpels (Faserknorpel) ermöglicht wird. Zusätzlich kann mit der Auflage einer schützenden Kollagenmatrixmembran der Heilungsprozess unterstützt werden ([3, 10]; **Abb. 1**).

## Syndesmosenrevision

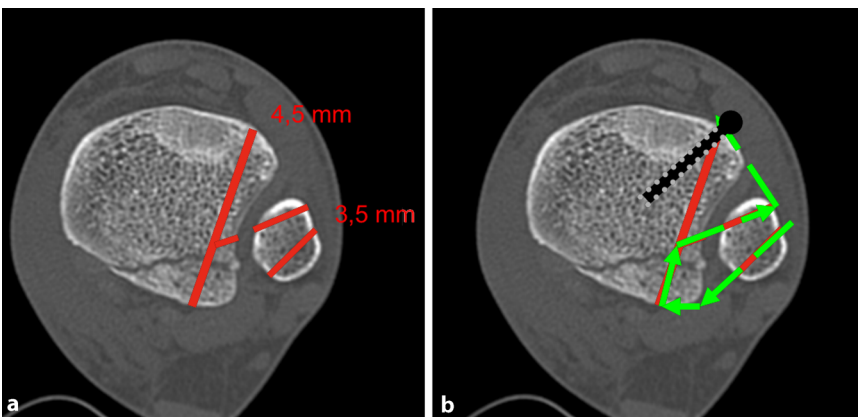
Bandverletzungen der distalen tibiofibularen Syndesmose entstehen bei etwa 1–11 % aller Sprunggelenkdorsionen und im höhergradigen Verletzungsmuster der Sprunggelenkfrakturen. In der Klassifikation nach Danis und Weber [4] ist beim Typ B mit Fibulafraktur auf Höhe der Syndesmose die Syndesmose meist mit verletzt, beim Typ C mit der Fraktur oberhalb der Syndesmose immer.

Die operative Behandlung der chronischen Instabilität ist komplex und erfordert eine genaue Planung und bestmögliche intraoperative Darstellung der anatomischen Gelenkeinstellung. Die Diagnosesicherung erfolgt neben der klinischen Untersuchung durch eine seitenvergleichende Computertomographie und eine dem Revisionsingriff vorangestellte bilanzierende Arthroskopie. Intraoperativ ist bei einer Aufweitung des Syndesmospaltes um 2 mm im Rotationstest die Diagnose gesichert [5].

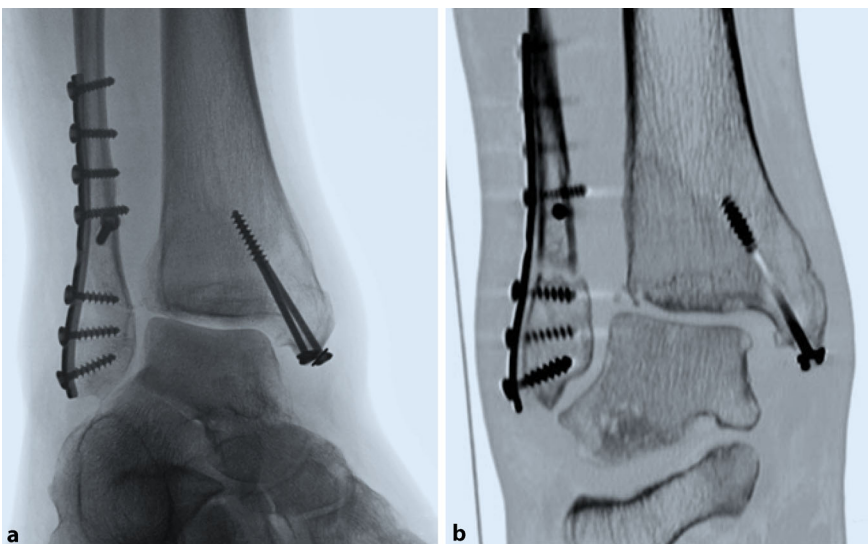
Sinnvoll ist eine operative Rekonstruktion der Syndesmose bei nachgewiesener relevanter Instabilität der Sprunggelenkgabel mit entsprechender klinischer Symptomatik und Fehlen von



**Abb. 1** ▲ Knorpelersatzverfahren bei umschriebener osteochondraler Läsion (OCL) der lateralen Talussehne in limitiert offener Technik. Mikrofrakturierung (a) mehrfache 10 mm tiefe Bohrungen mit K-Draht 0,8 mm, b Situs nach Auflage der Bilayer-Struktur der Chondro-Gide® Matrix (Fa. Geistlich, Wolhusen, Schweiz)



**Abb. 2a,b** ▲ Bohrungskanäle zum Durchzug des Sehnenstransplantates supramalleolär bei der Syndesmosenplastik, modifiziert nach Castaing durch die Dresdner Gruppe um Zwipp, Grass und Rammelt mit Ersatz auch des interossären Bandzuges [6]. Die roten Linien zeigen die erforderlichen Bohrkanäle mit Durchmesser 3,5 und 4,5 mm in der axialen Ebene der dist. Tibia und Fibula, die grüne Linie mit Pfeil die transossäre Durchzugsrichtung des Sehnenstransplantats, mit Schraubenfixation (schwarz dargestellt) des Transplantatendes an der ventralen lateralen Tibia



**Abb. 3a,b** ▲ Chronische Syndesmoseninstabilität bei einem 32-jährigen Patienten 3 Monate nach Sprunggelenkluxationsfraktur (Typ Weber C)

sekundären Arthroseveränderungen. Zur Verfügung stehen einige Operationstechniken, die jeweils anspruchsvoll sind. Sehr hilfreich zur exakten Rekonstruktion sind intraoperative 3-D-Röntgentechniken. Zur Rekonstruktion einer bandstabilen Syndesmosenführung sind in der Literatur Techniken mit einer Augmentation der Bandzüge der Syndesmose mit autologem Sehnenstransplantat (z. B. Plantarissehne) beschrieben, wobei die modifizierte Technik nach Castaing auf gehobenem technischem Niveau alle 3 Syndesmosenbänder ersetzen kann. Bei allen Verfahren ist die zumindest temporär abgesicherte Einstellung der distalen Fibula in der tibialen Inzisur mit Stellschraube oder Flaschenzugsystemen obligat. Fehlheilungen der Fibula mit Verkürzung oder Torsionsfehlern müssen erkannt und ebenfalls korrigiert werden (▣ Abb. 2).

Die postoperative Nachbehandlung orientiert sich an dem Schema zur Behandlung akuter Syndesmosenverletzungen, wobei die Entfernung der Stellschraube(n) individuell terminiert werden sollte. Optional verwenden wir auch zusätzlich Flaschenzugsysteme, die dann dauerhaft belassen werden.

In ▣ Abb. 3 ist der klinische Fall eines 32-jährigen Patienten mit chronischer Syndesmoseninsuffizienz 3 Monate nach Verletzung dargestellt. Die Röntgenserie in ▣ Abb. 4 zeigt die intraoperative Einstellung der Syndesmose mit 3-D-Röntgentechnik nach Arthroskopie und Arthrolyse mit anschließender Bandrekonstruktion durch Plantarissehne und Stellschraubeneinbringung.

Die ▣ Abb. 5 zeigt das intraoperative Repositionsergebnis nach Stellschraubeneinbringung und das Ausheilungsergebnis nach Materialentfernung 6 Monate postoperativ.

### Supramalleoläre Achskorrektur

In der Literatur und dem eigenen Patientengut ist die häufigste Ursache (80 %) einer Arthrose des oberen Sprunggelenkes eine stattgehabte Sprunggelenk- oder Pilonverletzung mit Fehlstellungen peri- und intraartikulär auch nach operativem Therapiekonzept. Die Mehrzahl der Fälle

(60 %) weist auch eine begleitende Achsfehlstellung des Rückfußes auf.

Die häufigste Form ist dabei die Varusachsfehlstellung bei gut der Hälfte dieser Patienten, eine Valgusfehlstellung liegt nur bei etwa 8 % vor [7]. Häufig sind auch kombinierte Fehlstellungen mit Valgus-, Varusabweichung sowie Kurvations- und Torsionsabweichung. Grundlage dieser Einordnung sind die physiologischen Achsen und Winkel der unteren Extremität. Beispielhaft sei hier der laterale Tibiawinkel (a/m LDTW) von 86–92° genannt [9].

Problematisch ist, dass relevante posttraumatische Achsfehlstellungen im oberen Sprunggelenk durch Überbelastung des lateralen oder medialen Gelenkkompartiments zu einer Abnutzung des Gelenkknorpels führen. Dieser Pathomechanismus wird bei häufig schon initial eingetretener Knorpelverletzung eine sekundäre Arthrose auslösen oder verstärken.

Analog zu Therapieansätzen mit knöchernen Achskorrekturen bei der Varus- und Valgusarthrose des Kniegelenkes hat die Schweizer Arbeitsgruppe um Knupp [8] einen Algorithmus zur Behandlung von asymmetrischen Sprunggelenkarthrosen bei Varus- und Valgusachsfehlstellung entwickelt.

Eine operative Achskorrektur eignet sich grundsätzlich für Patienten bei initialer bis mittelgradig ausgeprägter asymmetrischer Sprunggelenkarthrose. Im idealen Fall wird neben der Funktion und Beschwerdesymptomatik auch die weitere Entwicklung der Arthrose günstig beeinflusst.

Drei wesentliche Problemstellungen sind aus dem komplexen operativen Gesamtkonzept hervorzuheben, da sie entscheidend sind für eine suffiziente und nachhaltige Korrektur und ein gutes funktionelles Ergebnis. Anders als bei der kniegelenknahen Achskorrektur besteht am oberen Sprunggelenk die anatomische Besonderheit der kurzen Achsen sowie des nach distal direkt nachgeschalteten unteren Sprunggelenkes mit einem mobilen Rückfuß.

Neben der knöchernen Pathologie beeinflussen auch das kapsuloligamentäre Balancing und die rückfußumgreifenden

Trauma Berufskrankh 2017 · [Suppl 1]: 19:S16–S23 DOI 10.1007/s10039-017-0251-0  
© Springer Medizin Verlag Berlin 2017

J. Gabel

## Revisionsoperationen nach Sprunggelenkfrakturen

### Zusammenfassung

Die Sprunggelenke und der Rückfuß spielen für die Funktion des Fußes eine zentrale Rolle, da dort neben der Krafteinleitung des Körpergewichts die Ausrichtung des Fußes im bipedalen Gang erfolgt. Störungen der Biomechanik im Sprunggelenk und Rückfußbereich können daher erhebliche Auswirkungen auf die Funktion des Fußes als Trag- und Fortbewegungsorgan haben. Frakturen der Malleolarregion des oberen Sprunggelenkes sind die häufigsten Frakturen (10 % aller Frakturen) und betreffen in Deutschland jährlich 5000 bis 15.000 Personen. Hinzu kommen noch begleitende Bandverletzungen auch der Syndesmo- se, bei denen chronische Gelenkinstabilitäten verbleiben können. Nicht selten entstehen als Folge der knöchernen und ligamentären Verletzungen asymmetrische Arthrosen und Achsabweichungen, die mit Funktions-

einschränkungen und Gangbildstörungen rekonstruktive Folgeeingriffe erforderlich machen. Revisionseingriffe nach Bandverletzungen und Sprunggelenkfrakturen umfassen dabei ein breites Spektrum möglicher Operationen von der Bandrekonstruktion bis hin zur Knorpelchirurgie und aufwendigen Achskorrekturen im gelenknahen Bereich. Grundlage der Behandlung sind neben der unfallchirurgisch-orthopädischen Expertise gute Kenntnisse der Anatomie und Biomechanik. Der folgende Beitrag möchte einen Überblick über das Thema geben und zum weiteren Nachlesen dieses Themengebiets anregen.

### Schlüsselwörter

Gelenkinstabilität · Supramalleoläre Achskorrektur · Korrekturosteotomie · Biomechanik · Arthrosen

## Revision operations after ankle fractures

### Abstract

The ankle joint and the hindfoot play a central role in the function of the foot because this is where the alignment of the foot in bipedal gait is performed in addition to the application of the force of the body weight. Disorders of the biomechanics in the ankle joint and the hindfoot region can therefore have a significant impact on the function of the foot as a locomotive organ. Fractures of the malleolar region of the ankle are the most frequent fractures (10% of all fractures) and affect 5000–15,000 persons per year in Germany. An associated rupture of the syndesmo- tic ligaments and concomitant ligament injuries can lead to chronic joint instability. In some cases, asymmetrical arthrosis and axis deviations with functional limitations and gait disturbances occur as

a result of the bone and ligament injuries, which may require reconstructive follow-up interventions. Revision operations after ligament injuries and ankle fractures encompass a broad spectrum of possible operations ranging from ligament reconstruction to cartilage surgery and corrective osteotomy. The basis of the treatment in addition to surgical and orthopedic expertise is good knowledge of anatomy and biomechanics. This article aims to give an overview of the topic in order to stimulate further reading on the topic.

### Keywords

Joint instability · Supramalleolar osteotomy · Corrective osteotomy · Biomechanics · Arthrosis

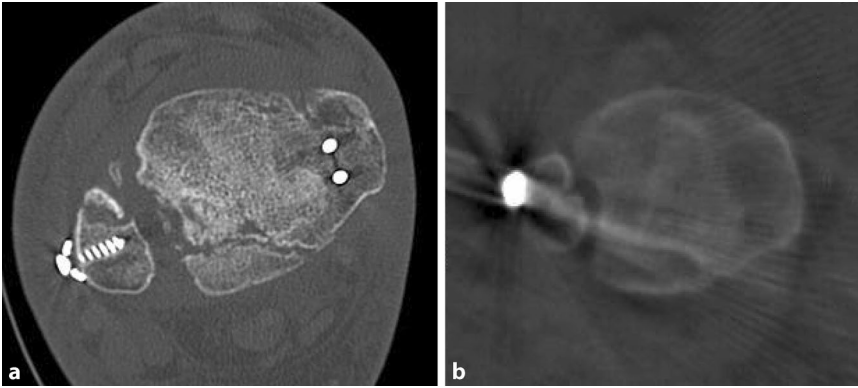
Sehnen die Achsausrichtung der Unterschenkel- und Rückfußachse.

In **Abb. 6** ist diese Problematik grafisch an einer 3-D-Rekonstruktion der Rückfußanatomie dargestellt.

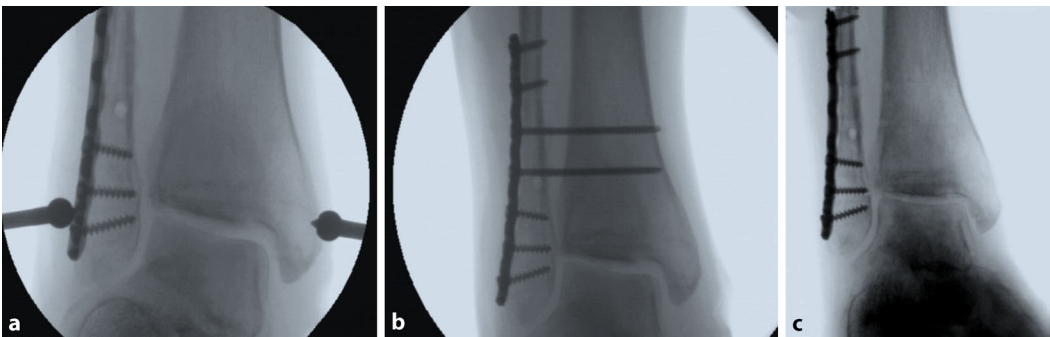
Neben der Auswahl der geeigneten Patienten für eine operative Achskorrektur spielen damit die exakte Analyse der Deformität und die Planung der erforderlichen operativen Schritte die entscheidenden

de Rolle für das postoperative Ergebnis. Bei Fällen mit deutlicher Verkippung des Talus („talar tilt“) und größerem Korrekturwinkel sollte eine zusätzliche Achskorrektur der distalen Fibula durchgeführt werden. Additive Rückfußkorrekturen zur nachhaltigen Stabilisierung der Achsausrichtung sind bereitzuhalten.

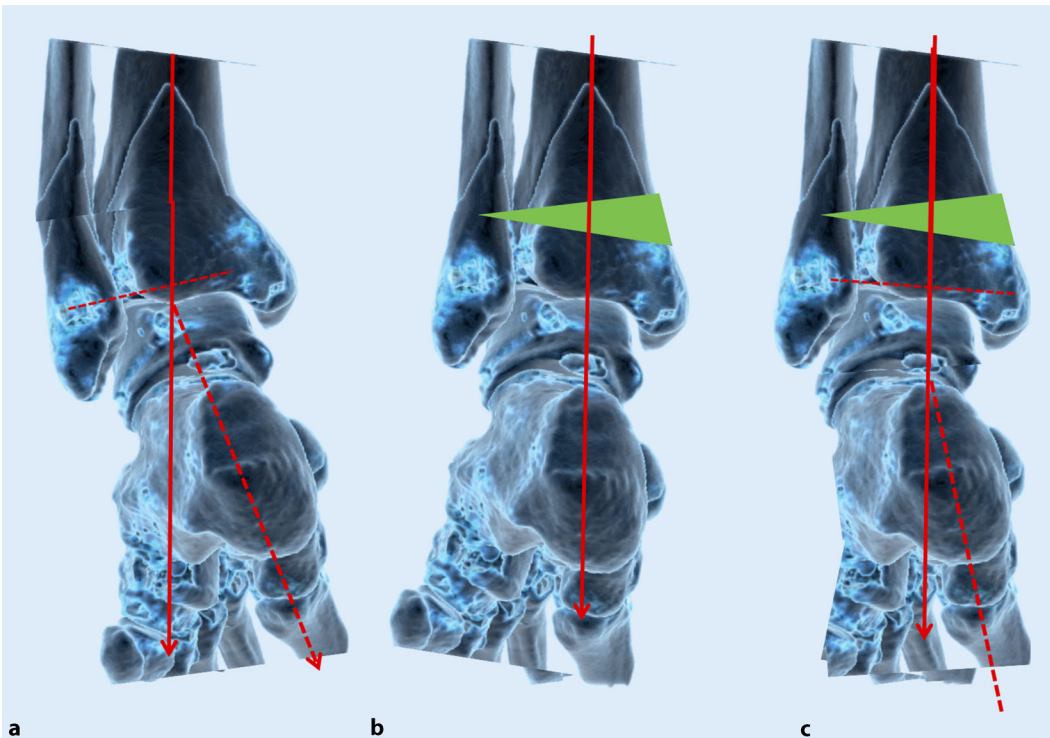
In der präoperativen Planung werden seitenvergleichende Belastungsaufnah-



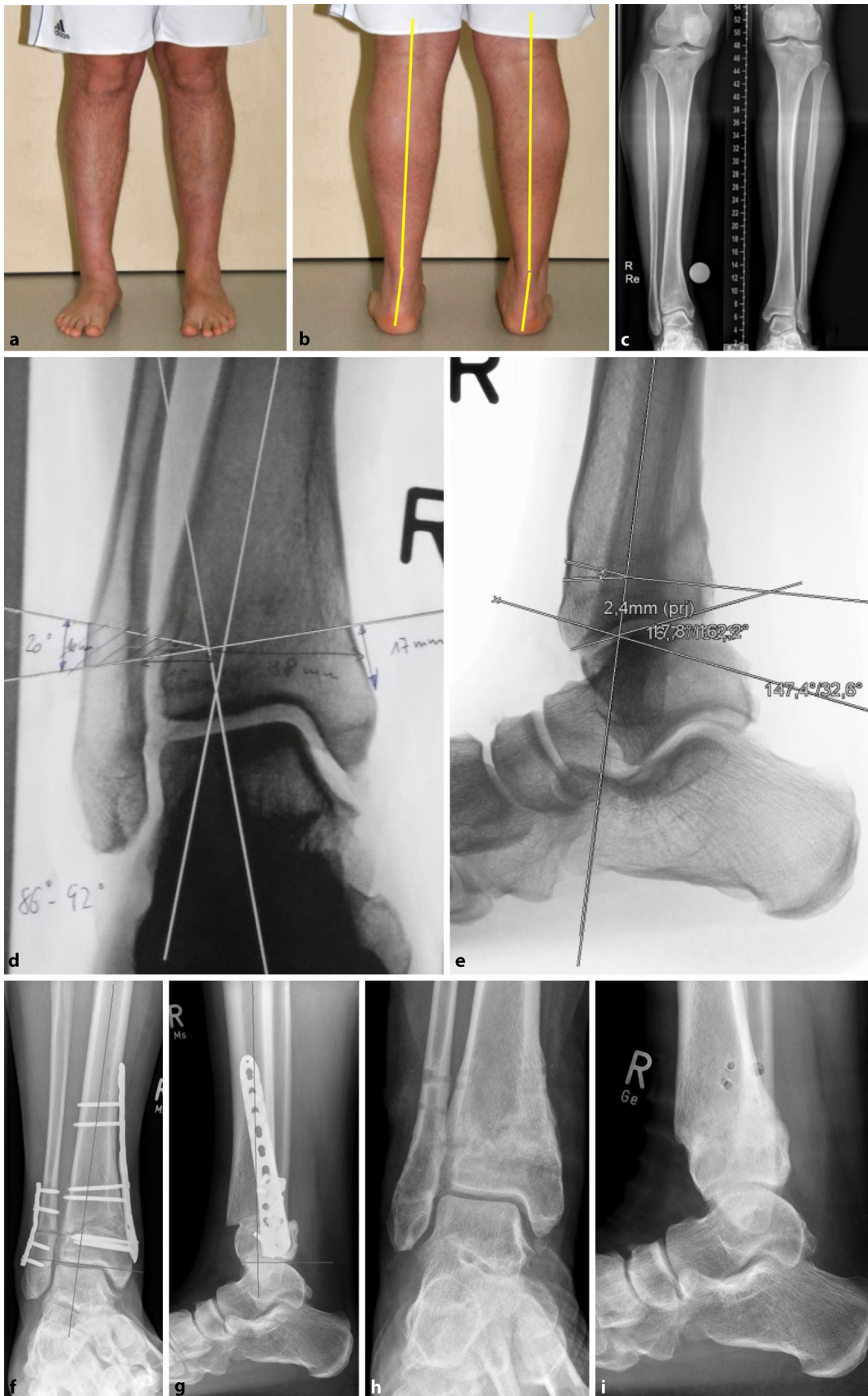
**Abb. 4** ▲ **a** Präoperative axiale Darstellung der Syndesmose mit deutlicher Aufweitung. **b** Intraoperative 3-D-Röntgendarstellung nach anatomischer Einstellung der Fibula in die tibiale Inzisur



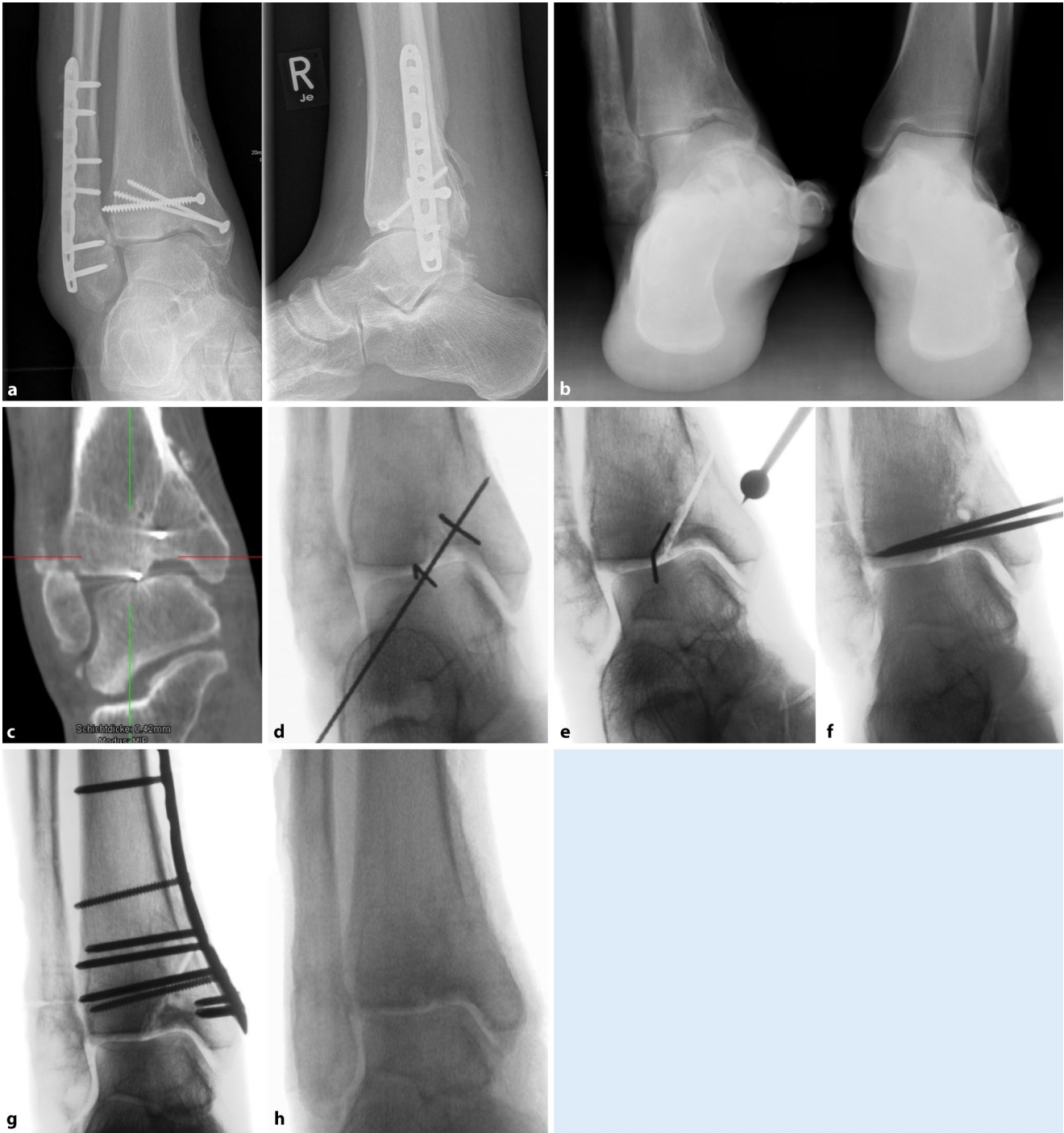
**Abb. 5** ▲ **a, b** Intraoperative 3-D-Röntgendarstellung des Repositionsmanövers mit Repositionszange auf den Außen- und Innenknöchel („tip to tip“) zur anatomischen Einstellung der Fibula in die tibiale Inzisur. Die Drittelrohrplatte wurde bei noch vollständig durchstrukturierter Fibulafrakture gegen eine kräftigere Kleinfragmentplatte ausgetauscht. **c** Ausheilungsergebnis 10 Wochen nach Revisionseingriff und erfolgter Metallentfernung



**Abb. 6** ◀ **a** Posttraumatische Varusachsfehlstellung oberes Sprunggelenk und Rückfuß. **b** Supramalleoläre Achskorrektur (SMOT) additiv („open-wedge“, grüner Keil). **c** Sekundärer Korrekturverlust durch Inversion des Rückfußes im unteren Sprunggelenk



**Abb. 7** ◀ a–c Präoperative klinische und radiologische Befunde. d, e Präoperative Achsvermessung und Planung. f, g Postoperatives radiologisches Ergebnis. h, i Ausheilungszustand nach 1 Jahr mit guter Funktion bei Beschwerdefreiheit



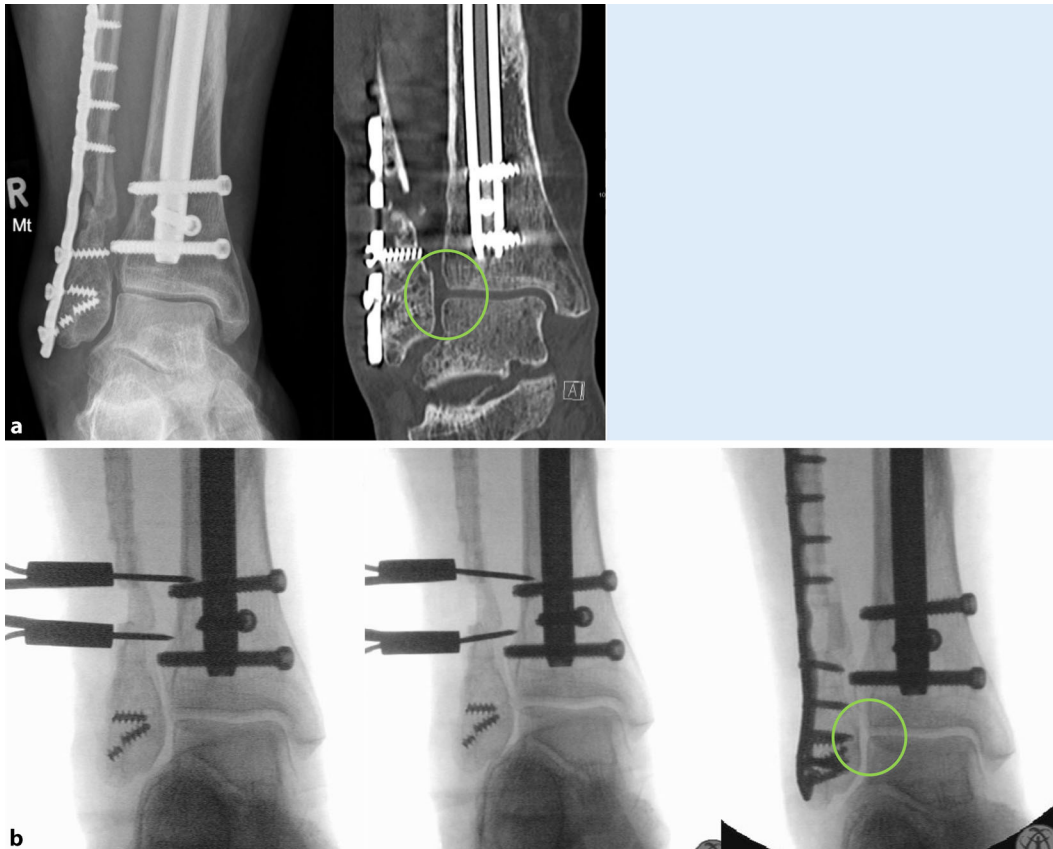
**Abb. 8** ▲ **a, b** Präoperative radiologische Befunde. **c–f** Intraoperative Schritte der Tibia- und Fibulaosteotomie mit 3-D-Röntgenkontrolle der eingebrachten K-Drähte als Zieldrähte in der Ebene der Fehlstellung. **g, h** Postoperatives radiologisches Ergebnis und Ausheilungszustand nach Metallentfernung

men des oberen Sprunggelenkes a. p. in 20° Innenrotationsstellung der Füße, Rückfußaufnahmen nach Saltzman und belastete seitliche Fußaufnahmen mit Sprunggelenk durchgeführt. Die Analyse erfolgt in Orientierung an der Literatur, wonach als Indikation zur supramal-

leolären Korrekturosteotomie Achsabweichungen  $\geq 10^\circ$  Valgus,  $\geq 5^\circ$  Varus,  $> 15\text{--}20^\circ$  Ante-/Retrokurvation sowie eine Maltorsion von  $\geq 10\text{--}20^\circ$  angegeben werden.

Die additiven („open-wedge“) und subtraktiven („close-wedge“) Osteoto-

mien sollten stabil mit 3,5 mm Kleinfragmentplattensystemen fixiert werden, um einen Korrekturverlust zu vermeiden und eine zeitnahe und sichere knöcherne Ausheilung zu gewährleisten. Für bestimmte Fälle können auch Fixateur-



**Abb. 9** ◀ **a** Präoperative radiologische Befunde. **b** Intraoperative Schritte der Fibulaosteotomie mit Längenwiederherstellung mithilfe eines Mittelfußspreizers, Einbolzen eines trikortikalen Beckenkammspanns und winkelstabile Plattenosteosynthese (Neuverplattung). Die anatomische Längeneinstellung der Fibula ist in Orientierung an der Weber-Nase und des Formschlusses des oberen Sprunggelenkes wieder erkennbar

systeme (z. B. Hexapod) zum Einsatz kommen.

In **Abb. 7** ist der klinische Fall eines 28-jährigen Patienten mit deutlich pathologischem distalem lateralem und anteriorem Tibiawinkel (20° Varus- und 30° Antekurvationsfehlstellung) nach distaler Tibiafraktur (Aitken I) im Jugendalter (15 Jahre) dargestellt.

Bei zunehmender Beschwerdesymptomatik wird die mehrdimensionale Achskorrektur des distalen Unterschenkels durchgeführt. Im Einzelnen eine Close-wedge-Korrektur der Fibula mit Resektion eines lateralbasigen Keils, der neben Eigenspongiosa in die Obenwedge-Korrektur der distalen Tibia eingesetzt wird. Die Antekurvationskorrektur wird bei der Osteotomie mit berücksichtigt. Die Osteosynthesen werden mit winkelstabilen Platten ausgeführt. Die pathologisch vorliegenden distalen Tibiawinkel werden anatomisch eingestellt.

### Revisionsoperation – partielle Korrektur

Auch bestimmte Fälle mit einer Fehlleistung der Gelenkfläche des talokruralen Gelenkes eignen sich zur operativen Korrektur mit dem Ziel der Funktionsverbesserung und Prävention der weiteren Arthroseentwicklung. Voraussetzungen sind eine korrekturwürdige Stufenbildung im Gelenk von  $\geq 2$  mm und die technische Machbarkeit, d. h. die erforderliche Osteotomie muss möglichst ein-dimensional und intraoperativ visualisierbar sein. Die posttraumatische Arthrose sollte allenfalls in geringer Ausprägung vorliegen.

In nicht wenigen Fällen zeigt die präoperative Analyse der Deformität eine Verkürzung des Außenknöchels, aus der eine Instabilität der Sprunggelenkgabel resultieren kann.

In **Abb. 8** ist der klinische Fall eines 45-jährigen Patienten mit fehlverheilten Innenknöchel- und Fibulafraktur und daraus resultierender Varusachsabweichung des Rückfußes dargestellt. Die Saltzman-Rückfußaufnahme zeigt das

„Eintauchen“ des Talus in den medialseitigen Pilondefekt.

### Revisionsoperation der Fibula

Die posttraumatische Verkürzung der Fibula kann für die Biomechanik des oberen Sprunggelenkes eine relevante Rolle spielen, da der Fibula als Stabilisator des Sprunggelenkes neben dem Innenknöchel und den medialen Kapselbandstrukturen die wesentliche Bedeutung zukommt [11]. Aus der Verkürzung resultieren dann eine Gelenkinstabilität und der Verlust des Formschlusses. Beträgt die Verkürzung mehr als 2–3 mm mit Beeinträchtigung der Gelenkstabilität, sollte eine Korrektur erfolgen. Die nicht selten als Begleitpathologie vorliegende Pseudarthrose der Fibula und Fehlstellungen der Achse und Torsion werden dabei mittherapiert. Die Verwendung von modernen, anatomisch geformten winkelstabilen Platten erleichtert die technische Durchführung der Operation auch bei kleinem distalem Fibulafragment und eingeschränkter Knochenqualität.

In **Abb. 9** ist der klinische Fall einer 33-jährigen Patientin mit fehlverheilte(r) Fibulafaktur, Pseudarthrose und Instabilität dargestellt.

Dieser Beitrag beinhaltet keine vom Autor durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

## Fazit für die Praxis

- Die operative Revision von posttraumatischen Folgezuständen und Fehlstellungen der Anatomie des oberen Sprunggelenkes bietet eine Reihe von Möglichkeiten zur Verbesserung der Gelenkfunktion und Prävention der weiteren Arthroseentwicklung.
- Klare diagnostische Schritte zur Analyse der Deformität dienen dazu, das operative Therapiekonzept festzulegen und das postoperative Ergebnis abzuschätzen.
- Für umschriebene Knorpelschäden sind Knorpelersatzverfahren etabliert.
- Der Längeneinstellung und Achsausrichtung der Fibula und ihrer Einstellung in der tibialen Inzisur kommt eine wichtige Bedeutung zu.
- Das Behandlungskonzept der supramalleolären Achskorrektur (SMOT) und additiver Eingriffe am Rückfuß erfordern umfassende Kenntnisse der physiologischen Achsen und Winkel am Bein. Die technische Ausführung dieser Operationen ist anspruchsvoll und aufwendig.
- Bei der Korrektur von partiellen Fehlstellungen im Sprunggelenk ist die intraoperative Röntgendarstellung mit 3-D-Visualisierung vorteilhaft, um eine anatomische Gelenkrekonstruktion sicherzustellen.

## Literatur

1. Kummer B (2005) Biomechanik – Form und Funktion des Bewegungsapparates. Deutscher Ärzteverlag, Köln
2. Andermahr J, Jubel A et al (2011) Erkrankungen und Verletzungen des Rückfußes. Deutscher Ärzteverlag, Köln
3. Benthien JP, Behrens P (2010) Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (AMIC): combining microfracturing and a collagen I/III matrix for articular cartilage resurfacing. *Cartilage* 1(1):65–68
4. Weber BG (1966) Verletzungen des oberen Sprunggelenkes. Aktuelle Probleme in der Chirurgie, Bd. 3. Huber, Bern
5. Takao M, Ochi M, Oae K et al (2003) Diagnosis of a tear of the tibiofibular syndesmosis. The role of arthroscopy of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 85(3):324–329
6. Rammelt S, Zwipp H, Grass R (2008) Injuries to the distal tibiofibular syndesmosis: an evidence-based approach to acute and chronic lesions. *Foot Ankle Clin* 13(4):611–633
7. Valderrabano V et al (2013) Die Valgusarthrose des OSG: Ätiologie, Diagnostik und endoproth. Ersatz. *Fuß Sprunggelenk* 11:207–218
8. Knupp M, Hintermann B (2011) Classification and treatment of supramalleolar deformities. *Foot Ankle Int* 32:1023–1031
9. Paley D (2002) Principles of deformity correction. Springer, Berlin
10. Walther M, Martin K (2013) Scaffold based reconstructions of focal full thickness talar cartilage defects. *Clin Red Foot Ankle* 1:115
11. Rammelt S, Grass R, Biewener A, Zwipp H (2004) Anatomie, Biomechanik und Klassifikation der Sprunggelenkfrakturen. *Trauma Berufskrankh* 6(Suppl 4):384–392

## Korrespondenzadresse

### J. Gabel

Abteilung für Fußchirurgie, BG-Unfallklinik Murnau  
Prof.-Küntschers-Str. 8, 82418 Murnau, Deutschland  
johannes.gabel@bgu-murnau.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** J. Gabel gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.