

Operative Orthopädie und Traumatologie

Elektronischer Sonderdruck für
M. Richter

Ein Service von Springer Medizin

Oper Orthop Traumatol 2014 · 26:385–400 · DOI 10.1007/s00064-012-0220-5

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

M. Richter

Arthrodesse (mit/ohne Korrektur) des oberen und unteren Sprunggelenks

A3-Nagel-Fixierung mit 3-facher Biegung und mechanischer Navigation

Diese PDF-Datei darf ausschließlich für nichtkommerzielle Zwecke verwendet werden und ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen – hierzu zählen auch soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Austauschplattformen.

Oper Orthop Traumatol 2014 · 26:385–400
DOI 10.1007/s00064-012-0220-5
Eingegangen: 29. November 2011
Überarbeitet: 17. April 2012
Angenommen: 9. August 2012
Online publiziert: 31. August 2013
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Redaktion

S. Rammelt, Dresden

Zeichner

J. Kühn, Heidelberg

M. Richter

Klinik für Fuß- und Sprunggelenkchirurgie Rummelsberg und Nürnberg,
Standort Krankenhaus Rummelsberg, Schwarzenbruck

Arthrodesese (mit/ohne Korrektur) des oberen und unteren Sprunggelenks

A3-Nagel-Fixierung mit 3-facher Biegung und mechanischer Navigation

Vorbemerkungen

Arthrosen und Deformitäten am oberen Sprunggelenk (OSG) und Rückfuß sind häufig [11, 13, 14, 15, 16]. Die degenerativen Veränderungen kombiniert mit den biomechanischen Auswirkungen der Deformitäten führen zu Symptomen wie Schmerz und Gangstörung [3, 18]. Die kombinierte Korrekturarthrodese des OSG und Subtalgelenks mit Fixation mit einem retrograden Marknagen ist inzwischen ein Standardverfahren [5, 14, 16]. Weitere Indikationen sind fehlgeschlagene (Korrektur-)Arthrodesese des OSG und Subtalgelenks, bereits versteiftes OSG und Arthrose des Subtalgelenks, fehlgeschlagene OSG-Endoprothese bei nur noch geringer Taluskörpersubstanz und/oder gleichzeitiger Arthrose des Subtalgelenks und massive Rückfußinstabilität mit oder ohne neurologische Defizite, diabetischer Fuß, Charcot-Arthropathie oder rheumatoide Arthritis [2, 8, 10]. Dabei ist die Korrektur der Deformitäten schwierig und verbleibende Deformitäten mit entsprechenden Beschwerden sind häufig [11, 14, 16]. Eine adäquate präoperative Planung ist Standard und das Erreichen der geplanten Korrektur ist das intraoperative Ziel der Korrektur [11]. Die präoperative Diagnostik mit Röntgenaufnahmen unter Belastung und Computertomographie (CT) erlaubt eine akkurater

Planung, die durch den Einsatz von Planungssoftware noch vereinfacht und verbessert werden kann [4, 14, 16]. Während der Operation ist das exakte Erreichen der geplanten Korrektur jedoch schwierig, da sich der Operateur nur mit den konventionellen Bildgebungstechniken, d. h. einem Röntgenbildverstärker orientieren kann [11]. Deshalb wurde hierfür die computernavigierte Korrektur erfolgreich eingesetzt [14, 16]. Bei orthograd ausgerichtetem Fuß und Sprunggelenk verläuft ein ungebogener oder distal nur nach lateral gebogener Nagel nur kurzstreckig im Kalkaneus mit daraus resultierender potentieller, geringer Fixierungsstabilität. Dies kann zum „Schwingen“ von Kalkaneus und Talus um den Nagel und konsekutiv zum Nichtverheilen der Arthrodesese(n) führen.

Der A3-Nagel beinhaltet neben einer distalen lateralen Biegung eine zusätzliche dorsale Biegung für einen langstreckigen Verlauf im Kalkaneus. Die Bohrung für den Nagel erfolgt mittels mechanischer Navigation, also unabhängig von einer Computernavigation. Die Platzierung der Verriegelungsschrauben wird über einen Zielbügel durchgeführt. Die Technik der Korrekturarthrodese des oberen und unteren Sprunggelenks mit A3-Nagel-Fixierung mit 3-facher Biegung mit mechanischer Navigation wird hier vorgestellt.

Hinweis des Autors

In diesem Beitrag wird ein spezielles Implantatesystem vorgestellt. Dabei geht es jedoch nicht darum, die Vor- und Nachteile zu vergleichbaren Systemen hervorzuheben und ein bestimmtes System zu propagieren, sondern vielmehr um spezielle anatomische Betrachtungen und technische Details.

Operationsprinzip und -ziel

Ziel der Korrekturarthrodese des oberen und unteren Sprunggelenks mit Fixierung mittels A3-Nagel mit 3-facher Biegung unter mechanischer Navigation ist die Wiederherstellung eines plantigraden belastbaren Fußes und Sprunggelenks bei Deformitäten am OSG und/oder Rückfuß und gleichzeitigen degenerativen Veränderungen am OSG und Subtalgelenk.

Vorteile

- Durch kombinierte Korrektur und Arthrodesese im OSG und Subtalgelenk wird die Stellung im OSG und Rückfuß gleichzeitig korrigiert. Diese gleichzeitige Korrektur an beiden Gelenken ist bei isolierten Korrektur-



Abb. 1 ◀ Schwerste arthrotische Veränderungen OSG und Subtalgelenk mit massiver Deformität nach 3° offener Kalkaneusfraktur. **a** Fuß mit OSG seitlich. **b** Koronare CT-Reformation

arthrosen des OSG oder Subtalgelenks nicht gegeben.

- Durch Fixation mit einem retrograden Marknagel wird die Stabilität im Vergleich zur Schrauben- und/oder Plattenosteosynthese erhöht [1].
- Durch spezielles Nageldesign mit distaler 2-facher Biegung wird der Nagelverlauf im Kalkaneus verlängert und die Stabilität der Fixierung potentiell erhöht. Dadurch sollen ein „Schwingen“ von Kalkaneus und Talus um den Nagel und ein konsekutives Nichtverheilen der OSG-Arthrose verhindert werden.
- Durch spezielles Nageldesign mit proximaler Biegung im Rekurvationssinne ist das Einbringen des Nagels in die Tibia einfach und der Stress auf den mittleren Tibiaschaft gering.
- Durch Nageleintrittspunkt dorsal und lateral der Verlängerung der Tibiaachse kommt es zu einer geringen Irritation der Weichteile.
- Hohe Stabilität der Verriegelungsschrauben in Kalkaneus und Talus wird durch den Verlauf im Bereich der Knochenachsen erzielt.
- Durch die mechanische Navigation wird die Implantatplatzierung vereinfacht und beschleunigt sowie eine hohe Genauigkeit der Implantatplatzierung erreicht.
- Durch die mechanische Navigation/ Zielbügel für die tibiale Verriegelung wird die Platzierung der tibialen Verriegelungsbolzen vereinfacht und beschleunigt sowie eine bildwandlergestützte tibiale Verriegelung vermieden.

Nachteile

- Kombinierte Korrekturarthrose von OSG und Subtalgelenk ist ein ausgedehnter Eingriff als die isolierte Korrekturarthrose von OSG oder Subtalgelenk.
- Fixation mittels retrograden Marknagels birgt das Risiko der Fehlstellung am OSG und Rückfuß bei nicht exakter Platzierung des Implantats.
- Eine kombinierte OSG/USG-Arthrose resultiert in einem nichtphysiologischen Gangbild und sollte daher, wenn möglich und sinnvoll, vermieden werden.
- Eine kombinierte OSG/USG-Arthrose kann zu einer schlechteren Funktion im Vergleich zu einer Monoarthrose führen.
- Der Einsatz des Nagels erfordert Verständnis für die komplexe Rückfußanatomie und ist kein Anfänger- oder Gelegenheitsverfahren.

Indikationen

- Arthrose im OSG und Subtalgelenk
- Deformität am OSG und/oder Rückfuß
- Fehlgelagerte Arthrose (mit/ ohne Korrektur) des OSG und Subtalgelenks
- Versteiftes OSG und Arthrose des Subtalgelenks
- Fehlgelagerte OSG-Endoprothese bei nur noch geringer Taluskörpersubstanz und/oder gleichzeitiger Arthrose des Subtalgelenks
- Massive Rückfußinstabilität
- Diabetischer Fuß

- Charcot-Arthropathie
- Rheumatoide Arthritis

Kontraindikationen

- Floride Infektion am OSG/Rückfuß
- Schwere periphere arterielle Verschlusskrankheit
- Möglichkeit des Gelenkerhalts von OSG oder Subtalgelenk (relative Kontraindikation)

Patientenaufklärung

- Übliche allgemeine Operationsrisiken
- Entnahme von kortikalem und/oder spongiosen Knochen an dorsalem Beckenkamm oder proximaler Tibia mit entsprechenden lokalen Beschwerden an der Entnahmestelle
- Risiko der persistierenden oder neuen Deformität
- Risiko der persistierenden oder neuen Funktionsstörung
- Risiko der verzögerten oder fehlenden Durchbauung des Arthrosesenbereichs
- Hinweis auf notwendige mindestens 6-wöchige Teilbelastung

Operationsvorbereitung

- Sorgfältige anamnestiche und klinische Evaluation von Beschwerden und Fehlstellung
- Überprüfung der Hautverhältnisse, Durchblutung und neurologischem Status
- Genaue Analyse der Fehlstellung anhand folgender Röntgenaufnahmen: Beinachsenaufnahme, OSG beidseits in 2 Ebenen mit Belas-

M. Richter

Arthrodesis (with/without correction) of the ankle and subtalar joint. A3 nail fixation with triple bending and mechanical navigation

Zusammenfassung

Operationsziel. Wiederherstellung eines plantigraden belastbaren Fußes bei Deformitäten an oberem Sprunggelenk (OSG) und/oder Rückfuß bei gleichzeitigen degenerativen Veränderungen am OSG und Subtalgelenk.

Indikationen. Arthrose im OSG und Subtalgelenk und Fehlstellung des OSG und/oder Rückfußes. Fehlgeschlagene (Korrektur-)Arthrodesis des OSG und Subtalgelenks. Versteiftes OSG und Arthrose im Subtalgelenk. Fehlgeschlagene OSG-Endoprothese bei nur noch geringer Taluskörpersubstanz und/oder gleichzeitiger Arthrose des Subtalgelenks. Massive Rückfußinstabilität.

Kontraindikationen. Floride Infektionen an OSG/Rückfuß oder schwere Durchblutungsstörung, möglicher Gelenkerhalt von OSG oder Subtalgelenk (relative Kontraindikation).

Operationstechnik. Bauchlage und posterolateraler Zugang zum OSG und USG (alter-

nativ Rückenlage/vorderer Zugang; Seitenlage/lateraler Zugang). Darstellen von OSG und USG und Entknorpelung. Optionale Korrekturosteotomien und/oder Knochentransplantation. Korrektur und optionale Fixation des Korrekturergebnisses mit 2,0-mm-Kirschnerdrähten. Mechanisch navigiertes Einbringen eines retrograden Zieldrahts in Verlängerung der Tibiaachse und eines zweiten Zieldrahts vom Eintrittspunkt des Nagels lateral und dorsal der Tibiaachse. Bohrvorgang und Einbringen des A3-Nagels mit doppelter distaler Biegung nach lateral und dorsal sowie proximaler Biegung im Rekurvationssinne. Verriegelung über den Standardzielbügel mit Einbringen der Verriegelungsschrauben in Kalkaneus, Talus und Tibia (2-mal mit optionaler statischer oder dynamischer Verriegelung). Optional Kompression zwischen Kalkaneus und Talus und zwischen Talus und Tibia. Optionale distale Verlängerung des Nagels. Ein-

lage einer Drainage und schichtweiser Wundverschluss.

Weiterbehandlung. Für 6 Wochen 15 kg Teilbelastung in Orthese. Danach Übergang zur Vollbelastung im festen Konfektionsschuh.

Ergebnisse. Im Oktober 2010 (n=2) und vom 15. Oktober 2011 bis 13. April 2012 (n=26) wurden 28 Arthrodesen (mit/ohne Korrektur) mit A3-Fixierung durchgeführt. In allen Fällen konnte eine genaue Nagelplatzierung erreicht werden. Nach 3–11 Monaten konnten 13 Fälle nachuntersucht und eine zeitgerechte Durchbauung und volle Belastbarkeit registriert werden.

Schlüsselwörter

Fußdeformitäten · Arthrodesis · Subtalgelenk · Knochennagel · Mechanische Navigation

Arthrodesis (with/without correction) of the ankle and subtalar joint. A3 nail fixation with triple bending and mechanical navigation

Abstract

Objective. Restoration of a stable and plantigrade foot in deformities of the ankle and/or hindfoot and concomitant degenerative changes at the ankle and subtalar joints.

Indications. Deformities at the ankle and/or hindfoot and concomitant degenerative changes at the ankle and subtalar joint. Failed (corrective) arthrodesis of the ankle and subtalar joints. Fused ankle and degeneration of the subtalar joint. Failed total ankle replacement with insufficient substance of talar body and/or degeneration of subtalar joint. Massive hindfoot instability.

Contraindications. Active local infection or relevant vascular insufficiency, possible preservation of the ankle or subtalar joint (relative contraindication).

Surgical technique. Prone position and posterolateral approach to ankle and subtalar

joints (alternative supine position/anterior approach; lateral position/lateral approach). Exposition of ankle and subtalar joints and removal of remaining cartilage. Optional corrective osteotomies and/or bone grafting. Correction and optional fixation of the corrected position with 2.0 mm K-wires. Mechanically navigated insertion of a retrograde guide wire in projection of the tibial axis and insertion of a second guide wire through the entry point of the nail lateral and dorsal to the tibial axis. Reaming and insertion of the A3 nail with a distal double bend; one posterior and one lateral, and a proximal bend corresponding to a slight recurvatum. Insertion of locking screws into the calcaneus, talus and tibia (twice with optional static or dynamic locking). Optional compression between calcaneus and talus, and between tib-

ia and talus. Insertion of a drainage and layer-wise closure.

Postoperative management. For the first 6 weeks 15 kg partial weight bearing in an orthosis, followed by full weight bearing in a stable standard shoe.

Results. In October 2010 (n=2) and from 15 October 2011 to 13 April 2012 (n=26) 28 arthrodeses (with/without correction) with A3 fixation were performed. In all cases, exact nail placement was achieved. Thirteen cases completed follow-up (3–11 months) and showed timely fusion and full mobilization.

Keywords

Foot deformities · Arthrodesis · Subtalar joint · Bone nail · Mechanical navigation

tung, Saltzman-View beidseits, Füße beidseits in 2 Ebenen mit Belastung (z. B.  Abb. 1a). Der Saltzman-View erfolgt im Stehen beidseits gleichzeitig im anteroposterioren Strahlengang mit um 20° nach dorsal-kaudal gekippter Röhre zur simultanen beid-

seitigen Darstellung der Tibia- und Rückfußachsen. Röntgen ohne Belastung nur wenn keine Stehfähigkeit vorhanden

- Computertomographie (z. B.  Abb. 1b)
- Bei nicht eindeutig tastbaren Fußpulsen Dopplersonographie und ggf. digitale Subtraktionsangiographie (DSA)

Instrumentarium

- Knochensieb nach Standard
- A3-Nagelsystem (SBI, Donaueschingen, Deutschland bzw. Morrisville, PA, USA)
- Gerade und gekröpfte Meißel
- Arthrodesenspreizer
- Ggf. Fräse zum Entknorpeln (z. B. Epen, Synthes, Umkirch)

A3-Nagelsystem

Da die hier vorgestellte spezielle Technik wesentlich auf dem verwendeten Implantatesystem beruht, wird dieses im Folgenden detailliert dargestellt.

Nagel

Die laterale Biegung des A3-Nagels berücksichtigt den physiologischen Rückfußvalgus. Dieser physiologische Rückfußvalgus ist durch eine Abwinkelung des Kalkaneus nach lateral im Verhältnis zur Tibiaachse verursacht. Folglich verläuft ein Nagel ohne laterale Biegung medial des Zentrums des Kalkaneus und hat somit nur einen intraossären Verlauf von 2 cm. Dagegen ermöglicht ein A3-Nagel mit lateraler Biegung einen doppelt so langen intraossären Verlauf im Kalkaneus (etwa 4 cm ohne zusätzliche posteriore Biegung). Die zusätzliche posteriore Biegung des A3-Nagels berücksichtigt das weit nach hinten verschobene Zentrum des Kalkaneus im Verhältnis zur Tibiaachse. Folglich verläuft ein Nagel mit alleiniger lateraler Biegung ohne zusätzliche posteriore Biegung ventral des Zentrums des Kalkaneus und hat somit nur einen intraossären Verlauf von maximal 4 cm bei bereits vorhandener lateraler Biegung. Dagegen ermöglicht der Nagel mit zusätzlicher dorsaler Biegung einen längeren intraossären Verlauf im Kalkaneus von etwa 6 cm. Gleichzeitig liegt der Eintrittspunkt weiter entfernt von Sehnen oder Nerven als bei geraden oder nur einfach lateral gebogenen Systemen. Dadurch soll beim A3-System das Risiko der Weichteilirritation oder gar Weichteilschädigung wie z. B. Nerven und Sehnen im Vergleich zu geraden oder einfach lateral gebogenen Systemen am Eintrittspunkt verringert werden.

Eine proximale Biegung des A3-Nagels, die an die anatomische Form des Tibiamarkraums im Sinne einer leichten Rekurvation angepasst ist, soll eine leichte Implantation ermöglichen und den Stress am Interface zwischen Implantat und Tibia minimieren. Die Position der tibialen Verriegelungsschrauben ist 10 cm proximal der Ebene des OSG gelegen und nicht prinzipiell am proximalen Nagelende. Dies erlaubt auch bei Verwendung eines längeren Nagels eine mittels Zielbügel navigierte tibiale Verriegelung und soll den mechanischen Stress am proximalen Nagelende im Vergleich zu Nägeln mit Verriegelungsschrauben am proximalen Nagelende verringern. Der Nagel wird proximal der tibialen Verriegelungsschrauben dünner, um den Stress am Interface zwischen Nagel und Tibia im Vergleich zu Nägeln mit gleichbleibendem Durchmesser zu verringern.

Das distale Ende des A3-Nagels ist im Verhältnis zur Nagelachse abgeschrägt und schließt damit bündig mit der kaudalen Oberfläche des Kalkaneus, die ebenfalls schräg verläuft, ab. Endkappen mit drei verschiedenen Längen erlauben eine exakte Längenanpassung des distalen Nagelendes an die individuelle Knochensituation und ermöglichen die maximale intraossäre Verlaufsänge des Nagels ohne störend überstehendes Implantat. Die Endkappe verhindert außerdem ein Einwachsen von Weichteilgewebe in den Nagel und erlaubt damit eine leichte Implantatentfernung.

Verriegelungsschrauben

Die Richtung der talaren und kalkanearen Verriegelungsschrauben wurde anhand von Röntgenbildern des Fußes mit Belastung an die Achsen von Talus und Kalkaneus angepasst, um die Stabilität der Verriegelung zu maximieren. Die Richtung der talaren Verriegelungsschraube ist im Verhältnis zur Tibiaachse um 15° plantarflektiert und im Verhältnis zur Sagittalebene um 10° innenrotiert und ist damit an die physiologische Achse des Talus angepasst. Die Richtung der kalkanearen Verriegelungsschraube ist 15° dorsalextenziert im Verhältnis zur Tibiaachse, sie berücksichtigt damit die physiologische Kalkaneusinkliniation und verläuft

im Verlauf der Knochenachse des Kalkaneus. Weiterhin verläuft damit die kalkaneare Verriegelungsschraube direkt unterhalb des Gissane-Winkels, wo durch eine feste lokale Knochenstruktur eine besonders stabile Schraubenlage gewährleistet ist, die insbesondere bei der optionalen mechanischen Kompression wirksam wird.

Die talaren und kalkanearen Verriegelungsschrauben haben keinen Schraubenkopf und können somit leicht komplett im Knochen versenkt werden. Alle Verriegelungsschrauben haben einen besonders großen inneren Durchmesser und einen geringen Unterschied zwischen äußerem und innerem Durchmesser und sind somit biegeungsstabil. Alle Verriegelungsschrauben sind selbstschneidend. Drei verschiedene Optionen für die tibiale Verriegelung sind möglich: permanent statisch, permanent dynamisch sowie zuerst statisch und anschließend dynamisch. Dynamisch bedeutet, dass eine dynamische Kompression zwischen Talus und Tibia bei Steh- und Gehbelastung erlaubt wird. Statisch bedeutet, dass keine Kompression zwischen Talus und Tibia bei Steh- und Gehbelastung erlaubt wird, sondern diese verhindert wird. Die dynamische Verriegelung ist in Situationen mit stabilen Knochenverhältnissen günstig, um eine beschleunigte Knochenheilung zu ermöglichen. Die statische Verriegelung ist bei geringerer Stabilität wie z. B. Osteoporose sinnvoll, um eine weitere Kompression, die eventuell sogar zu einer Verkürzung führen könnte, zu verhindern.

Kompressionsbolzen

Ein Kompressionsbolzen erlaubt eine mechanische Kompression zwischen Kalkaneus und Talus und zwischen Talus und Tibia. Dieser Kompressionsbolzen wird distal des Schlitzes für die kalkaneare Verriegelungsschraube in dem Nagel platziert, bevor dieser implantiert wird. Nachdem die tibialen, talaren und kalkanearen Verriegelungsschrauben implantiert sind, wird der Kompressionsbolzen weiter eingedreht. Dadurch wird der Kalkaneus gegen den Talus und der Talus gegen die Tibia gepresst. Dies wird dadurch möglich, dass die kalkaneare und

talare Verriegelungsschraube in einem Schlitz im Nagel nach proximal geschoben werden können. Am Ende des Kompressionsvorgangs erfolgt eine winkelstabile Fixierung der kalkanearen und talaren Verriegelungsschrauben mit dem Nagel dadurch, dass die Verriegelungsschrauben gegen den Nagel am Ende des entsprechenden Schlitzes gepresst werden. Eine andere Option ist eine statische Verriegelung ohne Kompression, die dadurch erreicht wird, dass die kalkaneare und talare Verriegelungsschraube direkt am proximalen Ende des entsprechenden Schlitzes des Nagels eingebracht werden und dann durch den Kompressionsbolzen nicht mehr geschoben, sondern nur noch winkelstabil verriegelt werden, wie oben beschrieben.

Zielgerät zur Präparation der A3-Nagelinsertion

Das Zielgerät für die Präparation der Nagelinsertion besteht u. a. aus 2 Zielbügeln, welche die Platzierung von Führungsdrähten für eine Aufbohrung unter Berücksichtigung der distalen doppelten Nagelbiegung erlauben. Ein erster Draht wird mit Hilfe des ersten Zielbügels in gerader Richtung von distal nach proximal mit einem Eintrittspunkt in distaler Verlängerung der tibialen Achse eingebracht. Ein zweiter Zielbügel wird auf den ersten Draht und den ersten Zielbügel gesetzt. Ein zweiter Draht wird durch den zweiten Zielbügel mit demselben Eintrittspunkt wie später der Nagel, d. h. lateral und dorsal der Tibiaachse, eingebracht. Der zweite Draht wird dann bis zum ersten Draht eingebracht, den dieser genau auf der Ebene des OSG trifft. Der zweite Draht dient als Führung für die Aufbohrung des Nagelkanals.

Zielbügel für Verriegelungsschrauben

Ein universeller Zielbügel, der nach der Nagelinsertion am Nagel befestigt wird, erlaubt die Platzierung aller Verriegelungsschrauben für alle Optionen der statischen, dynamischen oder komprimierenden Verriegelung. Der universelle Zielbügel wird nach der kalkanearen Verriegelung für die talare Verriegelung gedreht

und dann nochmals nach der talaren Verriegelung für die tibiale Verriegelung.

Anästhesie und Lagerung

- Allgemeinanästhesie oder Spinal-/Periduralanästhesie
- Bauchlagerung mit an der Tischkante überstehendem Fuß
- Optional Oberschenkelblutsperre/-leere
- Abkleben und Vorreinigen von ipsilateralem dorsalem Beckenkamm und komplettem Unterschenkel
- Alternativ Rückenlage mit an der Tischkante überstehender Ferse
- Alternativ Seitenlage auf der Gegenseite
- Bei Rücken- oder Seitenlage Abkleben und Vorreinigen von ipsilateralem ventralem Beckenkamm

Operationstechnik

(■ Abb. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)

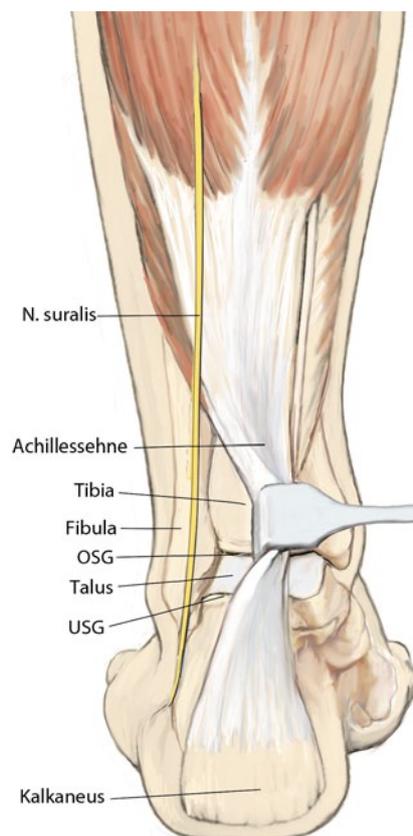


Abb. 2 ◀ Dorsolateraler Zugang zum oberen und unteren Sprunggelenk nach optionalem Auswickeln mit Esmarch-Binde und Insufflation der Blutleere mit 350 mmHg. Hierbei Schonung des N. suralis und der Achillessehne. OSG und Subtalargelenk liegen in unmittelbarer Nähe zueinander. Darstellen von OSG und Subtalargelenk sowie Entknorpelung u. ä. behindert. Einsetzen eines Arthrodesenspreizers. Hierfür ggf. Einsetzen eines 2,0-mm-Kirschner-Drähte als Widerlager in den benachbarten Knochen bewährt. So kann das ganze Gelenk exponiert werden, ohne dass der Arthrodesenspreizer im Gelenk selbst liegt und die Entknorpelung u. ä. behindert. Korrektur und optionale Transfixation des Korrekturergebnisses mit 1,6-mm-Kirschner-Drähten. Ggf. Auffüllen des Defekts im Gelenk mit trikortikalem Beckenkammspan (oder mehrere) sowie Spongiosa im OSG und im USG. Der Beckenkammspan (oder mehrere) wird so ausgemessen, dass er genau in den Defekt passt. Die Knochentransplantation kann optional bereits vor der Korrektur oder auch nach Implantation des Nagels erfolgen

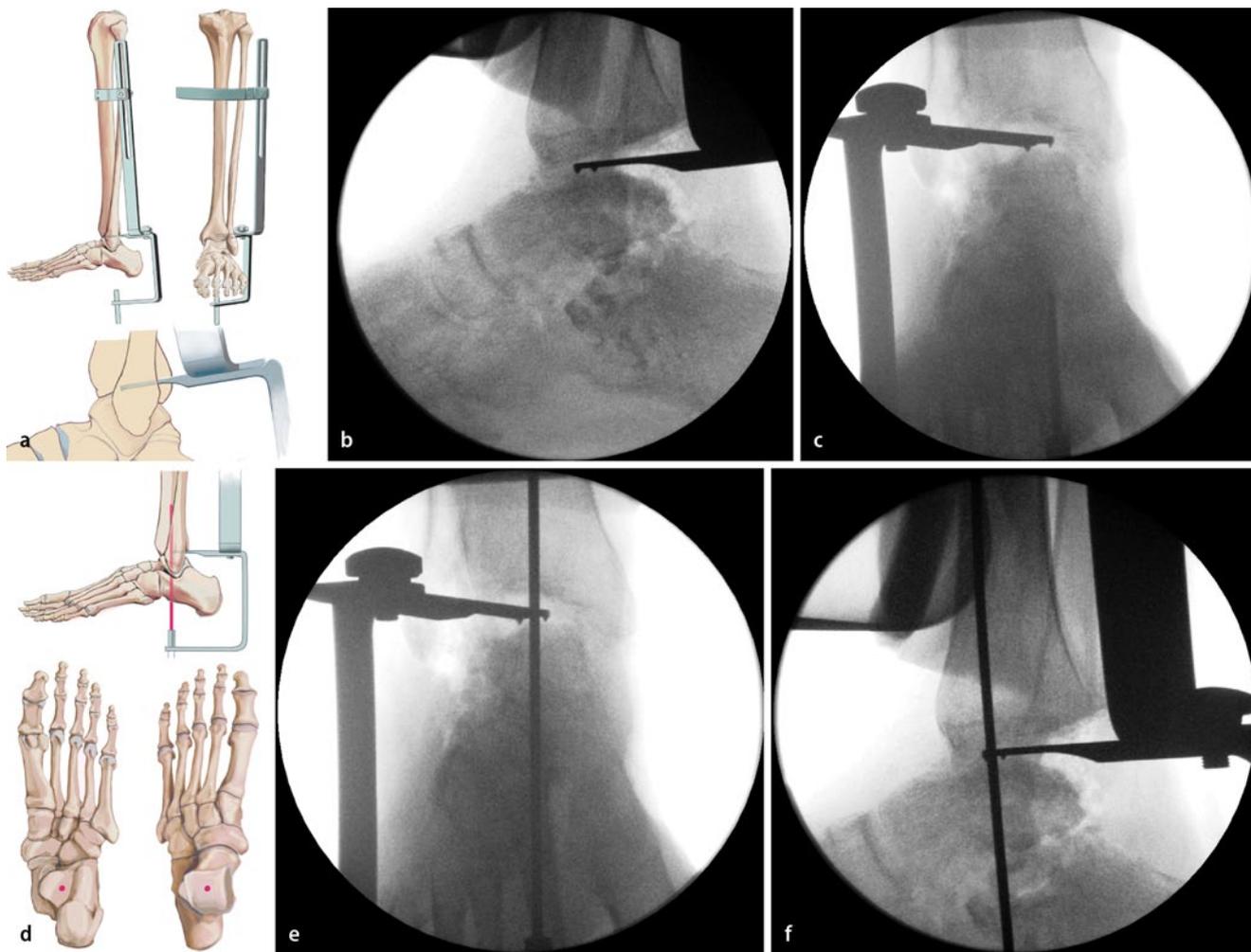


Abb. 3 ▲ a–f Einbringen des 1. Zielbügels für den 1. Führungsdraht in das OSG über den posteolateralen, posterioren, anterioren oder anterolateralen Zugang. Platzierung der Spitze des 1. Zielbügels für den 1. Führungsdraht unter Sicht und fluoroskopischer Kontrolle (a.-p.-Strahlengang, sog. Mortise-View, und seitlich) auf das Zentrum des talaren Doms (a–c). Einbringen des 1. Führungsdrahts durch den 1. Zielbügel für den 1. Führungsdraht in Kalkaneus, Talus, und Tibia. Der 1. Zielbügel für den 1. Führungsdraht sichert die korrekte Positionierung des 1. Führungsdrahts zentral am talaren Dom und in Deckung mit der tibialen Achse bzw. deren Verlängerung nach distal. Der Eintrittspunkt in den Kalkaneus liegt damit auch exakt in Verlängerung der Tibiaachse (d–f)

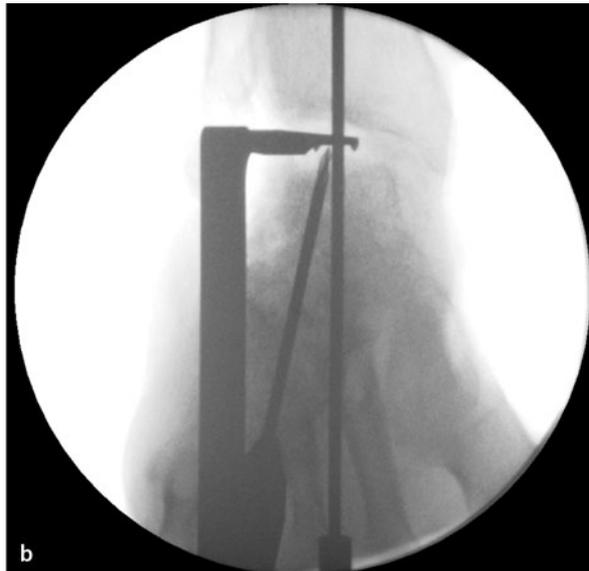
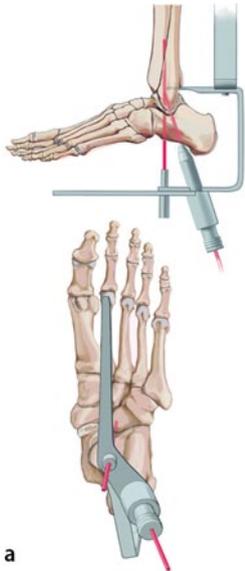


Abb. 4 ◀ **a, b** Platzierung des 2. Zielbügels für den 2. Führungsdraht mit auf 1. Zielbügel für 1. Führungsdraht. Der ventrale Arm des 2. Zielbügels für den 2. Führungsdraht sollte in Richtung des 2. Strahls zeigen. Einbringen des 2. Führungsdrahts durch den 2. Zielbügel, durch Kalkaneus in den Talus bis zum 1. Führungsdraht. Während dieser Platzierung sollte der 2. Zielbügel in festem Kontakt mit dem 1. Zielbügel sein. Die Platzierung des 2. Führungsdrahts sollte fluoroskopisch (a.-p.-Strahlengang, sog. Mortise-View, und seitlich) gesteuert und kontrolliert werden. Der Eintrittspunkt des 2. Führungsdrahts liegt an der anterioren Begrenzung des Tuber calcanei und zentral in parasagittaler Beziehung

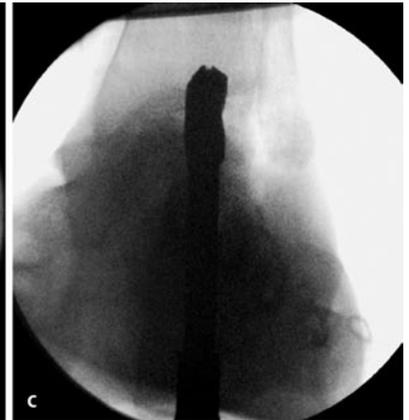


Abb. 5 ▲ **a–c** Vorbohren mit kanüliertem 13-mm-Bohrer über den 2. Führungsdraht durch die Bohrhülse durch den Kalkaneus bis in den Talus bis knapp unterhalb des Niveaus des OSG. Durchführen einer 15°-Dorsalextension und 10°-Varisierung im OSG mit Manipulator. Bohrung mit 13-mm-Bohrer 1 cm in die Tibia. Die Bohrung sollte fluoroskopisch (a.-p.-Strahlengang, sog. Mortise-View, und seitlich) gesteuert und kontrolliert werden. Aufbohren des Tibiaschafts mit flexiblem Markraumreager bis 1 mm mehr als der proximale Nageldurchmesser

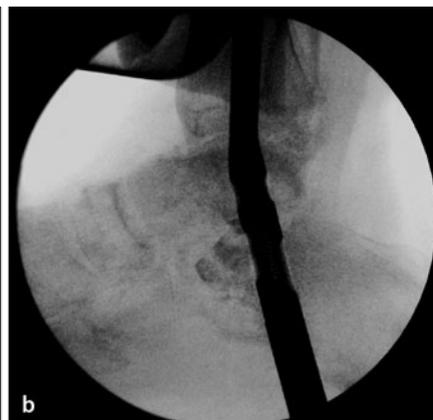


Abb. 6 ◀ **a, b** Einbringen des Nagels. Der Nagel soll soweit eingebracht werden, bis die distale Biegung auf Höhe des OSG liegt

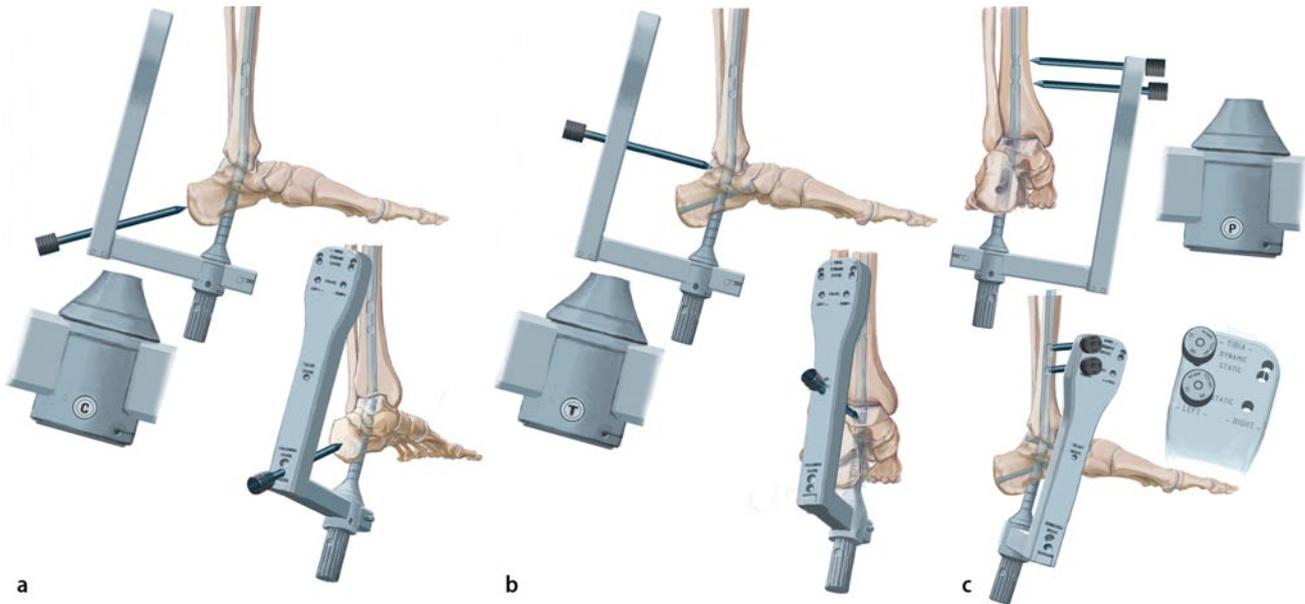


Abb. 7 ▲ a–c Anbringen des Zielbügels für die Verriegelungsschrauben und Orientierung auf „C“ für Kalkaneus am Fenster im Zielbügel (a). Wahl der Verriegelungsschraubenposition (Position 1: statische/proximale Position im Schlitz; Position 2: dynamische/distale Position im Schlitz). Bohrung mit 5-mm-Bohrer und stoppen des Bohrvorgangs knapp vor der Penetration des Kalkaneokuboidgelenks unter fluoroskopischer Kontrolle. Am Bohrer Ablesen der Bohrlänge, die der Schraubenlänge entspricht, wobei die Bohrhülse Knochenkontakt haben muss. Analoges Vorgehen für talare (b) und tibiale Verriegelung (c). Im Nagel befinden sich 2 Löcher für die tibiale Verriegelung. Drei Optionen für die tibiale Verriegelung sind möglich: statische Verriegelung, dynamische Verriegelung und zuerst statische Verriegelung mit späterer Dynamisierung zur dynamischen Verriegelung

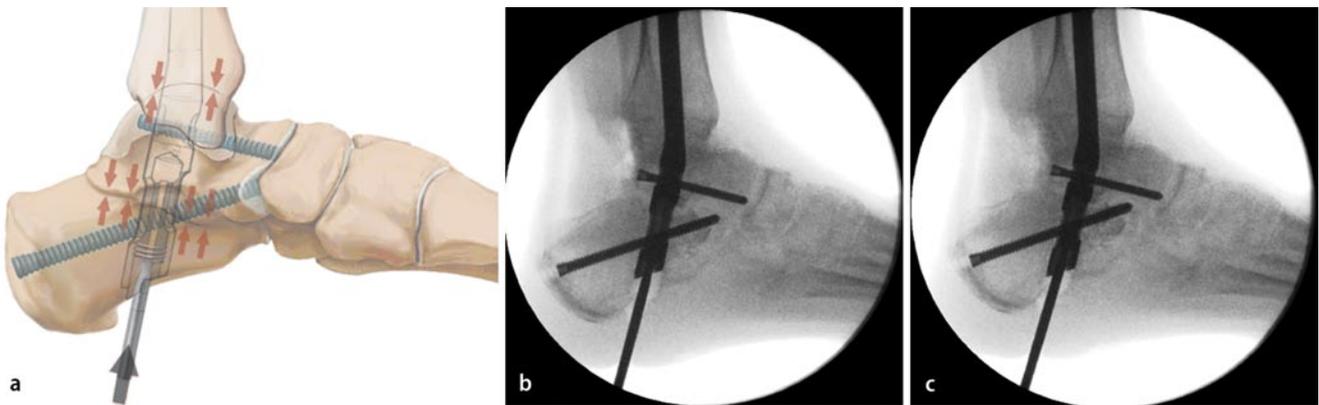


Abb. 8 ▲ a–c Zur Kompression zwischen Kalkaneus und Talus sowie zwischen Talus und Tibia Eindrehen des Kompressionsbolzens. Bei Platzierung der Verriegelungsschrauben in Position für Kompression (distal im Schlitz) führt das Eindrehen des Kompressionsbolzens zur Kompression zwischen Kalkaneus und Talus sowie zwischen Talus und Tibia und anschließend zur winkelstabilen Fixierung der Verriegelungsschrauben mit dem Nagel. Bei Platzierung der Verriegelungsschrauben in Position für die statische Verriegelung (proximal im Schlitz) zur winkelstabilen Fixierung der Verriegelungsschrauben mit dem Nagel.
a Schema. b Ohne Kompression. c Mit Kompression

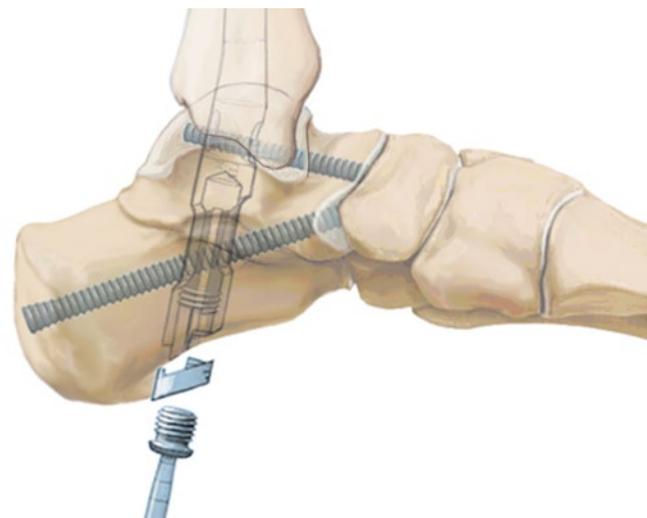


Abb. 9 ◀ Einbringen der optionalen Verlängerungs-/Abschlusskappe. Um eine maximale Länge des Nagelverlaufs im Kalkaneus zu erreichen, kann eine optionale Verlängerung eingebracht werden. Diese wird mit einer innenliegenden Schraube befestigt. In den bisherigen 70 Fällen wurde 6-mal eine Verlängerungskappe eingebracht. In allen anderen Fällen schloss der Nagel bereits ohne Verschlusskappe bündig mit der plantaren Kalkaneusoberfläche ab

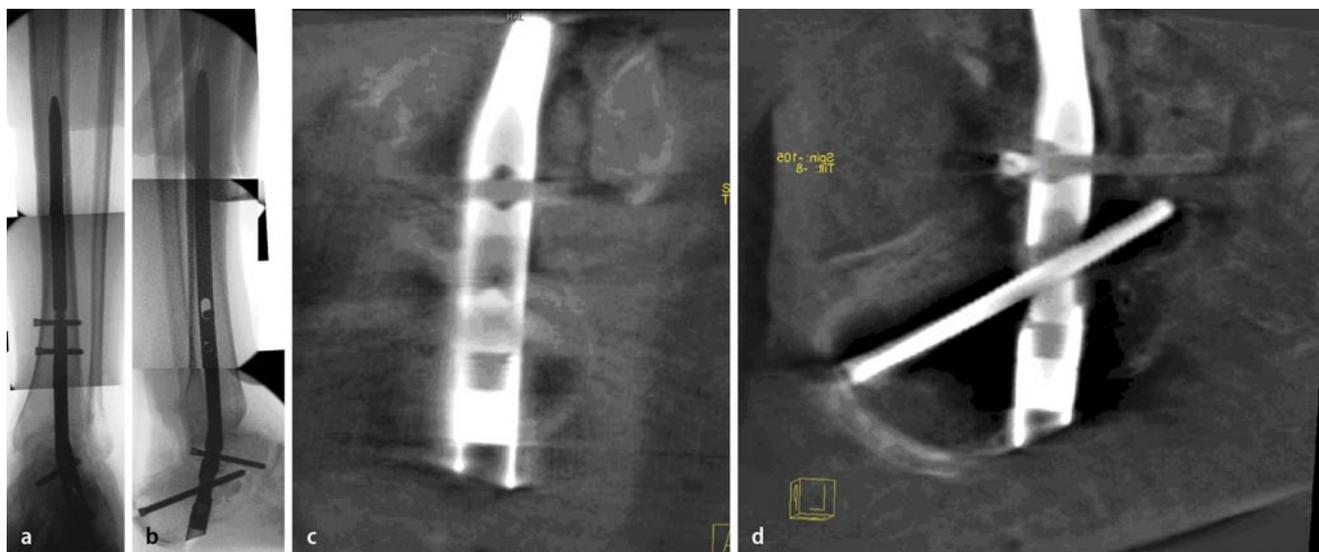


Abb. 10 ▲ Intraoperative Abschlussbildgebung. 2-D- und 3-D-Bilder nach Nagelinsertion. **a, b** 2-D-Bilder. **c** Koronare 3-D-Reformation. **d** Parasagittale 3-D-Reformation. Insbesondere die 3-D-Bilder zeigen das abgeschrägte Ende der Verlängerungskappe im Varus- (**c**) und Inklinationssinne (**d**). Bei korrekter Position Einlage einer Drainage und schichtweiser Wundverschluss

Postoperative Behandlung

- Anlage der Orthese noch im Operationssaal (z. B. Vacuaped, Oped, Valley)
- Hochlagerung
- Ab dem 1. postoperativen Tag Mobilisation mit Orthese mit 15 kg Teilbelastung möglich
- Postoperative Röntgenkontrolle am 1. oder 2. Tag
- Entfernung der Drainage am 2. postoperativen Tag
- Entfernung von Hautnahtmaterial am 11. postoperativen Tag
- Für 6 Wochen 15 kg Teilbelastung an Unterarmgehstützen in der Orthese
- Nach 6 Wochen, in Abhängigkeit des radiologischen Verlaufs, Weglassen der Orthese und Übergang zur Vollbelastung im festen Konfektionsschuh

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Verbleibende Deformität oder andere Deformität: Weitere nichtoperative Maßnahmen (z. B. Schuhzurichtung und/oder Einlagen) oder operative Maßnahmen erforderlich (erneute Korrekturoperation)
- Nichterreichen eines plantigraden Fußes: Weitere nichtoperative Maßnahmen (z. B. Schuhzurichtung und/oder Einlagen) oder operative Maßnahmen erforderlich (erneute Korrekturoperation)
- Verletzung des N. suralis kann zu einer irreversiblen Hypo- oder Asensibilität im Innervationsgebiet führen.
- Prominenter Nagel am Eintrittspunkt oder prominente Verriegelungsschrauben mit konsultierenden Schmerzen in diesen Bereichen: Ggf. spezielle Polsterung, Änderung der Implantatlage oder frühzeitige Implantatentfernung erforderlich
- Fissur der Tibia bei ungenügender Aufbohrung (Abb. 13, Fissur des Tibiaschafts nach Einbringen des Nagels ohne ausreichende Aufbohrung)

Röntgenbilder mit Belastung 3 Monate postoperativ des unter Operationstechnik (Abb. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) abgehandelten Falls ist in Abb. 11 gezeigt (De-

tails s. Abbildungslegende). Ein anderes Behandlungsbeispiel wird in Abb. 12 dargestellt (Details s. Abbildungslegende). Eine parasagittale Reformation einer intraoperativen 3-D-Bildgebung ist in Abb. 14 zu sehen.

Ergebnisse

Im Oktober 2010 (n=2) und vom 15. Oktober 2011 bis 13. April 2012 (n=26) wurden 28 Korrekturarthrodesen mit Fixierung mittels A3 durchgeführt. Ein Teil der erhobenen Daten und die Indikationen sind in Tab. 1 gezeigt. Insgesamt 18 Patienten waren männlich, das Durchschnittsalter betrug 55,9 Jahre. Die präoperativen Scores der Visual-Analog-Skala Fuß und Sprunggelenk (VAS-FA) betragen im Durchschnitt 36,5 Punkte (3–75 Punkte; [17]). Die Indikationen zur Arthrodesen von OSG und Subtalargelenk waren Arthrose, fehlgeschlagene Korrekturarthrodesen von OSG und Subtalargelenk mit und ohne Deformität, fehlgeschlagene OSG-Endoprothese, massive Rückfußinstabilität und Pilon-tibiale-Fraktur mit nichtrekonstruierbarem Gelenk in Kombination mit Osteoporose (Tab. 1). Ein Diabetes mellitus lag bei 4 Patienten vor, eine Charcot-Arthropathie wurde 2-mal registriert (Tab. 1).

Die Gesamtzeit für die Implantatplatzierung betrug im Durchschnitt knapp 20 min. Die gesamte Schnitt-Naht-Zeit betrug im Durchschnitt 98 min (55–165 min). Die Genauigkeit der Nagelplatzierung wurde vom Operateur mit 9,4 (Visual-Analog-Skala 1–10) subjektiv als sehr hoch beurteilt. In einem Fall trat eine Fissur der Tibia im Nagelbereich auf (Fall 8 aus Tab. 1, Abb. 13), die allerdings nur in axialen CT-Reformationen sichtbar war und deutlich distal des proximalen Nagelendes auslief, so dass keine weiteren Maßnahmen erfolgten. Bei diesem Fall wurde der Markraum nicht aufgebohrt, was offensichtlich mit geringer Hemmschwelle geschehen sollte. In allen anderen Fällen wurde bis 11 mm aufgebohrt, bei Verwendung eines Nagels mit einer proximalen Dicke von 10 mm. Weitere implantatbezogene Probleme wurden nicht registriert. In einem Fall (Fall 3 aus Tab. 1) bildete sich eine trockene Hautnekrose am lateralen Fußrand aus, die

4 Wochen postoperativ mit einmaligem Débridement und Anlage eines Saugverbands und zweizeitigem Wundverschluss adressiert wurde.

Es konnten 13 Fälle nach 3–11 Monaten nachuntersucht und eine volle Belastbarkeit registriert werden (Tab. 1) Die knöchernen Durchbauung war dabei nicht immer komplett (Tab. 1). Der VAS-FA betrug 83,5 Punkte (64–94 Punkte).

Der Nutzen der mechanischen Navigation für die Bohrung des Nagels soll aber in diesem Zusammenhang betont werden. Kein anderes System hat eine mechanische Navigation, so dass die laterale/valgische Krümmung des Nagels, die je nach System zwischen 6° und 11° liegt, frei Hand gebohrt werden muss. Bei Abweichungen von dem vom Implantat vorgegebenen Valgus resultiert zwangsläufig eine Varusfehlstellung, wenn zu wenig valgisch gebohrt wurde und eine Valgusfehlstellung, wenn zu weit valgisch gebohrt wurde. Ähnlich verhält es sich in der Sagittalebene: bei einem zu weit dorsal liegenden Eintrittspunkt der Bohrung resultiert eine Dorsalexensionsfehlstellung und bei zu weit ventral liegendem Eintrittspunkt eine Plantarflexionsfehlstellung. Dies ist in unseren Fällen nach Meinung des Autors durch die genaue Definition des Eintrittspunkts und Bohrrichtung durch die Zielbügel im Sinne einer mechanischen Navigation vermieden worden. Bisher wurden auch noch keine Probleme im Sinne eines Mismatch des Implantats mit der individuellen Anatomie wahrgenommen. Dies steht in deutlichem Gegensatz zur früheren persönlichen Erfahrung mit geraden bzw. nur nach lateral gebogenen Implantaten. Bezüglich der Score-Ergebnisse wurden unseres Wissens bisher keine Nachuntersuchungen mit einem validierten Score, wie dem in unserer Untersuchung verwendeten, publiziert. Die publizierten Ergebnisse des nichtvalidierten Scores der „American Orthopaedic Foot and Ankle Society“ (AOFAS) entsprechen etwa unseren Score-Werten und sind aus den genannten Gründen nur eingeschränkt vergleichbar [6, 7, 9].

Schlussfolgernd stellt das A3-System und die damit verbundene Operationstechnik nach den ersten Anwendungserfahrungen eine sinnvolle Option zu den bisher verfügbaren Systemen/Opera-

Hier steht eine Anzeige.



Tab. 1 Fallaufstellung											
Nr.	Geschlecht	Alter	Seite	Indikation	VAS-FA	Zeit (min)	Genauigkeit (VAS)	Probleme	FU (Wochen)	VAS-FA FU	Durchbauung
1	m	35	rechts	Fehlgeschlagene Arthrodeese mit Deformität	56	32	8,4		12	95	komplett
2	m	35	links	Arthrose/Deformität (Fall aus Abb. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11)	24	27	7,3		12	92	inkomplett
3	m	64	links	Arthrose/Deformität/Instabilität	54	22	9,3		3	78	komplett
4	m	54	rechts	Fehlgeschlagene OSG-Prothese/Instabilität nach Triplearthrodeese und Implantation OSG-Prothese (Fall aus Abb. 12)	22	31	9,2		3	84	inkomplett
5	m	56	rechts	Fehlgeschlagene Arthrodeese/Deformität	69	17	8,7		3	92	komplett
6	m	60	rechts	Arthrose/Deformität/Instabilität	26	14	10		3	88	komplett
7	w	53	rechts	Fehlgeschlagene OSG-Prothese, geringe Substanz Taluskörper, Arthrose Subtalargelenk (Fall aus Abb. 14)	48	24	9,8		3	93	komplett
8	m	58	rechts	Teilweise fehlgeschlagene Panarthrodeese Fuß, jetzt Rearthrodeese inkl. OSG indiziert (Fall aus Abb. 13)	42	15	7,5	Fissur Tibia	3	65	komplett
9	m	41	links	Fehlgeschlagene Arthrodeese	51	12	10		3	84	inkomplett
10	m	51	links	Arthrose	54	14	9,9		3	87	komplett
11	w	58	rechts	Fehlgeschlagene Arthrodeese	75	11	9,8		3	85	inkomplett
12	w	68	links	Arthrose	45	18	9,5		3	78	komplett
13	m	36	links	Valgus, Plattfuß, Lähmung, Asensibilität	40	19	9,8		3	64	komplett
14	m	72	links	Valgus, Plattfuß, Arthrose	38	21	10		-	-	
15	m	74	rechts	Charcot Sanders 4, Eichenholz 1b	9,9	26	9,7		-	-	
16	m	49	rechts	Infektion, Fistel, Defekt Tibia, Arthrose, Deformität	23	18	9,5		-	-	
17	m	59	links	Arthrose, Deformität (Varus, Equinus)	43	24	9,9		-	-	
18	w	69	links	Nicht verheilte Arthrodeese Synthes HAN	61	22	9,1		-	-	

Tab. 1 Fallaufstellung (Fortsetzung)

Nr.	Geschlecht	Alter	Seite	Indikation	VAS-FA	Zeit (min)	Genauigkeit (VAS)	Probleme	FU (Wochen)	VAS-FA FU	Durchbauung
19	m	33	rechts	Arthrose, Deformität (Varus, Equinus, Hohlfuß)	49	18	8,4	-	-	-	-
20	m	48	links	Arthrose, Deformität (Varus, Equinus, Hohlfuß), Spastik	9	17	9,6	-	-	-	-
21	m	47	links	Veraltete Pilon-tibiale-Fraktur (6 Wochen), Typ-1-Diabetes, Valgus, Ulkus Fußinnenseite	11	18	9,6	-	-	-	-
22	w	75	rechts	Equinovarus + Amputation transmetatarsal/Lisfranc + Ulkus über TA, Z. n. Débridement	13	17	9,3	-	-	-	-
23	w	22	rechts	Arthrose, Varus, Instabilität, Z. n. nach mehrfacher Operation	34	16	9,8	-	-	-	-
24	w	49	rechts	Arthrose, Varus, Instabilität, Z. n. nach mehrfacher Operation	54	18	10	-	-	-	-
25	w	71	rechts	Teilweise fehlgeschlagene Panarthrodese Fuß, jetzt Rearthrodese inkl. OSG indiziert	23	21	9,5	-	-	-	-
26	w	73	rechts	Charcot Sanders 4, Eichenholtz 1b, Arthrose, Varus, Instabilität (Fall aus Abb. 14a)	12	17	10	-	-	-	-
27	m	75	rechts	Arthrose, Deformität (Valgus, Plattfuß mit veringertem talokalkanearem Winkel; Fall aus Abb. 14b)	32	8	9,5	-	-	-	-
28	w	80	links	Arthrose, Instabilität nach Pilon-tibiale-Fraktur	3	19	9,5	-	-	-	-
	Mittelwert	55,9			36,5	19,1	9,4				
	Min	22			3	8	7,3				
	Max	80			75	32	10				
	Stab	15,2			19,6	5,5	0,7				

VAS Visual-Analog-Skala Fuß und Sprunggelenk, *Zeit* (min) Zeit für Einbringen des Implantats ab dem Beginn des Einbringens des 1. Zielbügels (**Abb.4a, b, c, d, e, f**) bis einschließlich Kompression bzw. Einbringen der Verlängerungskappe, *Genauigkeit* Beurteilung der Genauigkeit der Implantatlage mittels Visual-Analog-Skala (0–10) durch den Operateur, *FU* Zeitpunkt der Nachuntersuchung, *VAS FU* VAS zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, *Durchbauung* subjektive Einschätzung der Durchbauung anhand von Röntgenbildern, *Min* Minimum, *Max* Maximum, *Stab* Standardabweichung



Abb. 11 ◀ a, b Röntgenbilder mit Belastung 1 Jahr nach Versorgung (selber Fall wie in [Abb. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10](#)). Visual-Analog-Skala Fuß und Sprunggelenk (VAS-FA) liegt bei 92 Punkten. OSG-Spalt noch minimal einsehbar. Leichte Sinterung hat zum leichten Überstehen des distalen Nagelendes über den Kalkaneus geführt. Dort keine spontanen Belastungs- oder Druckschmerzen



Abb. 12 ▲ a–d Patientenbeispiel mit fehlgeschlagener OSG-Prothese/Instabilität nach Triplearthrodese und zweizeitiger Implantation einer OSG-Prothese (Fall 4 aus Tab. 1). OSG-Spalt nach 3 Monaten noch minimal einsehbar (d)

tionstechniken dar. Besonders günstig erscheint dabei die spezielle Nagelform mit 3-facher Biegung, die u. a. einen längeren Verlauf im Kalkaneus ermöglicht. Inzwischen liegt umfassendes 2-D- und sogar 3-D-Bildmaterial mit einliegendem Nagel vor, welches den langstreckigen Verlauf im Kalkaneus bestätigt (z. B. [Abb. 10c, d](#), [Abb. 14a, b](#)). Diese Nagellagen lassen sich nach Ansicht des Autors nicht mit geraden oder nur valgisch gebogenen Implantaten realisieren. Die rekurrierende proximale Biegung berücksichtigt den Verlauf der Tibia und eignet sich besonders gut in Kombination mit einer posterioren distalen Biegung, da durch die proximale rekurrierende Biegung der Nagel im Bereich des OSG weiter ventral liegt, wodurch sich der Verlauf im Kalkaneus bei fehlender distaler posteriorer Biegung kritisch verkürzen könnte. Auch wenn bisher keine Publikation das Problem des Eintritts eines geraden Nagels im Bereich von Sehnen, Gefäßen und Nerven unter dem Sustentakulum beschreibt, erscheint der Eintrittspunkt eines late-

ral und noch zusätzlich dorsal gebogenen Nagels weichteilschonender. Probleme bei der Anwendung durch Chirurgen, die nicht an der Entwicklung beteiligt waren und somit keinen Interessenkonflikt haben, wurden bisher nicht registriert (z. B. Fall 5 aus [Tab. 1](#)). Als Fehlerpotential der Technik wurde die Durchführen einer 15°-Dorsalexension und 10°-Varisierung im OSG vor dem Eintritt des 13-mm-Bohrers 1 cm in die Tibia angesehen ([Abb. 5](#)). Bislang hat dieser Teil der Technik nicht zu Problemen oder Fehlern geführt. Weiterhin war fraglich, wie die Kompression mit einem kurvierten Nagel auf schrägen und gekrümmten Gelenkflächen funktioniert. Auch dies scheint jedoch gut zu gelingen, wie z. B. [Abb. 8b](#) und [c](#) zeigen. Derzeit fehlen noch klinische Ergebnisse des mittel- und langfristigen Verlaufs sowie Vergleichsdaten von anderen Systemen. Die kurzfristigen Ergebnisse zeigen hinsichtlich des primären Behandlungsziels, nämlich der knöchernen Fusion, dass diese bei der Mehrzahl der bisher nach 3 Monaten

nachuntersuchten Fällen eingetreten ist. Bis zur Drucklegung ist noch eine biomechanische Testung an humanen Präparaten im Vergleich zu einem anderen System erfolgt und weitere klinische Daten mit längerem Nachuntersuchungszeitraum wurden erhoben (Stand 14.06.2013: n=75 Implantationen, n=47 nachuntersucht >6 Monate).

Korrespondenzadresse

M. Richter
Klinik für Fuß- und Sprunggelenkchirurgie
Rummelsberg und Nürnberg,
Standort Krankenhaus Rummelsberg
Rummelsberg 71,
90592 Schwarzenbruck
martinus.richter@sana.de

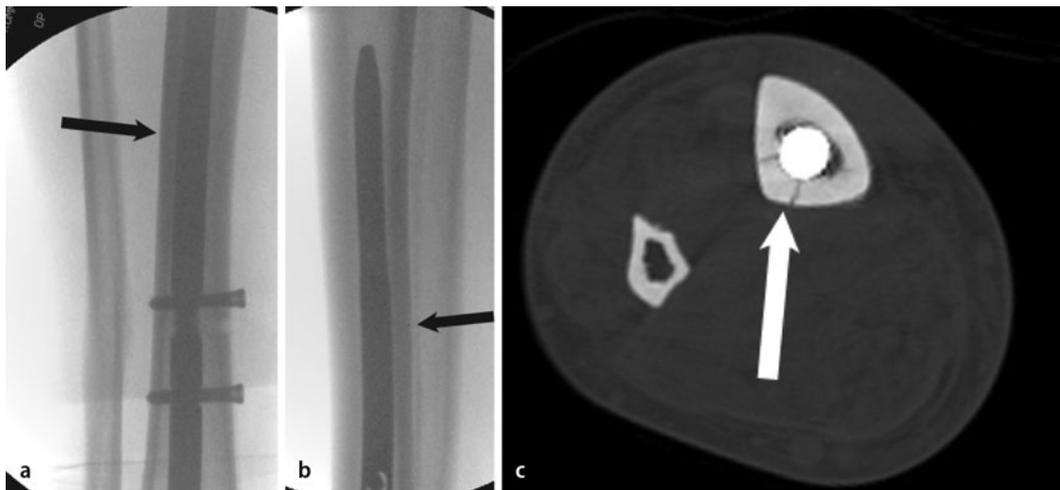


Abb. 13 ▲ a–c Fissur der Tibia im Nagelbereich (Fall 8 aus **Tab. 1**). Das a.-p.- (a) und seitliche (b) Röntgenbild-verstärkerbild lassen einen ausreichend weiten Markraum vermuten. Der Nagel ließ sich dann auch ohne Aufbohren relativ leicht einbringen. Die axiale CT-Reformation zeigt die tatsächliche, geringe Weite des Markraums, die anhand der 2-D-Bilder als ausreichend weit eingeschätzt wurde, und die Fissur. Bei diesem Fall wurde der Markraum nicht aufgebohrt, was aber offensichtlich mit geringer Hemmschwelle geschehen sollte. In allen anderen Fällen wurde bis 11 mm aufgebohrt, bei Verwendung eines Nagels mit proximalem Durchmesser von 10 mm. In keinem dieser Fälle wurde eine Fissur oder Fraktur der Tibia festgestellt. Der Pfeil zeigt jeweils die Lokalisation der Fissur

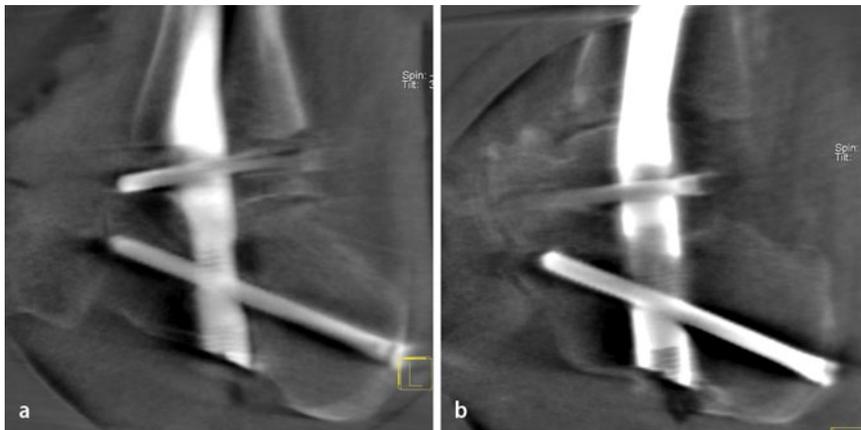


Abb. 14 ◀ a, b Intraoperative 3-D-Bildgebung mit ARCADIS-3D (Siemens, Erlangen), die den langstreckigen Verlauf des Nagels im Kalkaneus zeigt (a Fall 26, b Fall 27 aus **Tab. 1**)

Danksagung. Der Autor dankt folgenden Personen, die an der Implantatsystementwicklung beteiligt waren: Jim DeOrio (Durham, North Carolina, USA), Michael Pinzur (Chicago, Illinois, USA).

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor weist auf folgende Beziehungen hin: Mitentwickler des vorgestellten Implantatsystems; Beraterverträge mit SBI, Synthes, Intercus; Inhaber der Firma R-Innovation.

Literatur

- Berend ME, Glisson RR, Nunley JA (1997) A biomechanical comparison of intramedullary nail and crossed lag screw fixation for tibiototalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int* 18:639–643
- Budnar VM, Hepple S, Harries WG et al (2010) Tibiototalcaneal arthrodesis with a curved, interlocking, intramedullary nail. *Foot Ankle Int* 31:1085–1092
- Coetzee JC, Hansen ST (2001) Surgical management of severe deformity resulting from posterior tibial tendon dysfunction. *Foot Ankle Int* 22:944–949
- Dahlen C, Zwipp H (2001) Computer-assistierte OP-Planung 3D-Software für den PC. *Unfallchirurg* 104:466–479
- Grass R (2005) Tibiototalcaneal arthrodesis using a distally introduced femur nail (DFN). *Oper Orthop Traumatol* 17:426–441
- Grass R, Rammelt S, Heineck J et al (2005) Hindfoot arthrodesis resulting from retrograde medullary pinning. *Orthopade* 34:1138–1144
- Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS et al (1994) Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, mid-foot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 15:349–353
- Klos K, Drechsel T, Gras F et al (2009) The use of a retrograde fixed-angle intramedullary nail for tibiototalcaneal arthrodesis after severe loss of the talus. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 4:95–102
- Klos K, Drechsel T, Gras F et al (2009) Die tibiototalcaneale Arthrodesis mit einem winkelstabilen Marknagel mit Ruckfußvalgus und Kompressionsmöglichkeit. *Z Orthop Unfall* 147:445–451
- Pinzur MS, Noonan T (2005) Ankle arthrodesis with a retrograde femoral nail for Charcot ankle arthropathy. *Foot Ankle Int* 26:545–549
- Rammelt S, Grass R, Zawadzki T et al (2004) Foot function after subtalar distraction bone-block arthrodesis. A prospective study. *J Bone Joint Surg Br* 86:659–668

12. Richter M (2006) Computer based systems in foot and ankle surgery at the beginning of the 21st century. *Fuss Sprungg* 4:59–71
13. Richter M (2009) Navigierte Korrekturarthrodese des oberen Sprunggelenks. *Oper Orthop Traumatol* 21:313–322
14. Richter M (2010) Navigierte Korrekturarthrodese des oberen und unteren Sprunggelenks mit retrograder Marknagelfixierung. *Oper Orthop Traumatol* 23:141–150
15. Richter M (2010) Navigierte Korrekturarthrodese des unteren Sprunggelenks. *Oper Orthop Traumatol* 22:402–413
16. Richter M, Zech S, Bay R (2008) 3D-imaging (ARCA-DIS) based Computer Assisted Surgery (CAS) guided drilling for nail placement in combined ankle and subtalar fusion. *Foot Ankle Int* 29:1149–1152
17. Richter M, Zech S, Geerling J et al (2006) A new foot and ankle outcome score: questionnaire based, subjective, Visual-Analogue-Scale, validated and computerized. *Foot Ankle Surg* 11:191–199
18. Stephens HM, Sanders R (1996) Calcaneal malunions: results of a prognostic computed tomography classification system. *Foot Ankle Int* 17:395–401

Galenus-von-Pergamon-Preis 2014



Begehrte Auszeichnung für herausragende Arzneimittel-Innovationen

Alljährlich verleiht Springer Medizin Ärzte Zeitung den nationalen Galenus-von-Pergamon-Preis. Um den Preis können sich Arzneimittel-Innovationen bewerben, deren deutsche Zulassung und Markteinführung in der eingereichten Indikation nicht länger als drei Jahre zurückliegen. Dieses Jahr wurden 11 Bewerbungen eingereicht.

Erstmals wird der Preis nicht nur in den bereits etablierten Kategorien „Primary Care“ und „Specialist Care“ verliehen, sondern auch in der neu eingeführten Kategorie „Orphan Drugs“. Damit soll auch den Innovationen Rechnung getragen werden, die zur Therapie von Patienten mit seltenen Erkrankungen entwickelt werden.

Über die Zuerkennung des Galenus-von-Pergamon-Preises entscheidet ein Kollegium von 14 unabhängigen Experten. Die Verleihung findet im Rahmen einer festlichen Gala am 16. Oktober 2014 in Berlin statt.

Hier stellen wir Ihnen einen der Kandidaten vor:

NexoBrid® (aus Bromelain angereichertes Enzymkonzentrat)

Mit NexoBrid® von MediWound steht eine neue enzymatische Therapieoption zur Verfügung, die ein rasches, effizientes und atraumatisches Debridement bei schweren Verbrennungen ermöglicht. Dabei wird das umliegende vitale Gewebe geschont. Durch das schnelle Debridement kann die Diagnose beschleunigt und die Therapie frühzeitig begonnen werden.

Bei dem Arzneimittel handelt es sich um ein Konzentrat proteolytischer Enzyme, angereichert aus Bromelain, das aus dem Stamm der Ananas-Pflanze (*Ananas comosus*) gewonnen wird. Das Präparat wird als steriles Pulver zusammen mit einer Gelgrundlage zur Herstellung eines gebrauchsfertigen Gels angeboten. Das Gel wird für vier Stunden auf die Wunden aufgetragen, sodass sich der Eschar ablöst.

Das von der Europäischen Arzneimittelagentur (EMA) als Orphan Drug eingestufte und in Deutschland seit Dezember 2013 erhältliche Medikament ist zugelassen zur Entfernung des Verbrennungsschorfs (Eschar) bei Erwachsenen mit tiefen thermischen Verletzungen vom Grad IIb bis III.

Quelle und weitere Infos:
www.aerztezeitung.de



Kommentieren Sie diesen Beitrag auf springermedizin.de

► Geben Sie hierzu den Beitragstitel in die Suche ein und nutzen Sie anschließend die Kommentarfunktion am Beitragsende.