

#### Redaktion

M. Richter, Schwarzenbruck

#### Zeichner

R. Himmelhan, Heidelberg



#### Punkte sammeln auf...

#### springermedizin.de/ eAkademie

##### Teilnahmemöglichkeiten

Diese Fortbildungseinheit steht Ihnen als e.CME und e.Tutorial in der Springer Medizin e.Akademie zur Verfügung.

- e.CME: kostenfreie Teilnahme im Rahmen des jeweiligen Zeitschriftenabonnements
- e.Tutorial: Teilnahme im Rahmen des e.Med-Abonnements

##### Zertifizierung

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

##### Hinweis für Leser aus Österreich

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die auf CME.springer.de erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

##### Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH  
Springer Medizin Kundenservice  
Tel. 0800 77 80 777  
E-Mail: kundenservice@springermedizin.de

# CME Zertifizierte Fortbildung

R.A. Fuhrmann · T. Pillukat

Klinik für Fuß- und Sprunggelenkschirurgie, Rhön-Klinikum, Bad Neustadt

## Die Arthrodesese des Großzehengrundgelenks

### Zusammenfassung

**Operationsziel.** Wiederherstellung eines schmerzfrei belastbaren ersten Fußstrahls durch Versteifung des Großzehengrundgelenks, ggf. in Kombination mit einer Reorientierung der Großzehe.

**Indikationen.** Hallux rigidus Grad 3/4, Hallux valgus et rigidus, kontrakte Klauenzehendeformität der Großzehe, Rückzugsoperation nach Endoprothese oder Cheilektomie, Nekrose des ersten Mittelfußkopfs oder entzündliche Destruktion des Großzehengrundgelenks.

**Kontraindikationen.** Floride Infektion. Relative Kontraindikationen: Schmerzhaftes Arthrose des Großzehengrundgelenks und hochgradige Osteoporose.

**Operationstechnik.** Dorsaler Zugang zum Großzehengrundgelenk. Zirkumferentes Abtragen der Osteophyten und Durchführung eines Kapselrelease. Débridement der Sesambeine und des Gleitlagers. Knorpelresektion (planparallel oder mit „Cup-and-cone“-Fräsen) und Anbohren der subchondralen Sklerose. Ggf. Interposition eines kortikospöngiösen Knochentransplantats. Probreposition und Überprüfung der Großzehestellung. Stabilisation durch 2 Schrauben, eine interfragmentäre Schraube mit dorsaler Plattenosteosynthese oder alleinige dorsale Plattenosteosynthese. Schichtweiser Wundverschluss.

**Weiterbehandlung.** Schmerzadaptierte Vollbelastung im Vorfußentlastungsschuh bzw. Teilbelastung an Unterarmgehstützen im Lopresti-Slipper über 4–6 Wochen. Dann Röntgenkontrolle und bei zeitgerechter knöcherner Konsolidierung geschlossener Konfektionsschuh mit stabiler Sohle. Verordnung einer Sohlenversteifung und Ballenrolle über 3–6 Monate. Sportkarenz für Sprungbelastung über 3 Monate. Abschließende Röntgenkontrolle nach 6 Monaten.

**Ergebnisse.** Von 82 Füßen mit einer Versteifung des Großzehengrundgelenks konnten 70 Füße nach durchschnittlich 28 Monaten nachuntersucht werden. Postoperative Komplikationen waren 5 Wundheilungsstörungen (davon ein Patient mit Infektion) und revisionspflichtige Pseudarthrosen bei 7,3%. Der modifizierte AOFAS-Forefoot-Score (maximale Punktzahl 85) betrug präoperativ 43 (32–58) Punkte und postoperativ 82 (71–85) Punkte. Insgesamt 57 Zehen zeigten eine orthograde Stellung,

## Lernziele

Nach der Lektüre dieses Beitrags sind Sie in der Lage,

- eine medizinisch begründete Indikation unter Berücksichtigung der individuellen Befundkonstellation für die Arthrodesis des Großzehengrundgelenks zu stellen.
- den Ablauf der standardisierten Operationstechnik theoretisch nachzuvollziehen und ggf. auch praktisch umzusetzen.
- das Management der typischen intra- und postoperativen Komplikationsmöglichkeiten durchzuführen.
- die postoperative Nachbehandlung befundangemessen für den betreffenden Patienten festzulegen.

9 eine valgische ( $>20^\circ$ ) und 4 eine varische Achsenabweichung ( $>10^\circ$ ). Einen vollständigen Bodenkontakt der Großzehe wiesen 54 Füße auf; durch aktive Flexion des Endgelenks konnten 8 Patienten den Boden erreichen. Bei 8 Füßen war kein Bodenkontakt herbeizuführen. Röntgenologisch zeigte sich bei 64 Füßen eine sichere knöcherne Durchbauung (91,4%); bei 8 Füßen (8,6%) – davon 4 nach Interpositionsarthrodese – fanden sich Anhaltspunkte für eine unvollständige Knochenheilung ohne Implantatlockerung. Da diese unvollständige Knochenheilung nicht mit einer klinischen Symptomatik einherging, wurden die Patienten angehalten, eine jährliche Kontrolluntersuchung durchführen zu lassen.

## Schlüsselwörter

Hallux rigidus · Hallux limitus · Großzehengrundgelenk · Zehengelenk · Arthritis

## Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint

### Abstract

**Objective.** Fusion of the first metatarsophalangeal joint and realignment of the great toe in patients with painful arthritis to achieve pain-free walking.

**Indications** Hallux rigidus grade 3/4, hallux valgus et rigidus, claw toe deformity of the great toe, salvage after endoprosthesis or cheilectomy, avascular necrosis of the first metatarsal head arthritis of the first metatarsophalangeal joint.

**Contraindications.** Infection, painful arthritis of the interphalangeal joint (relative contraindication), and severe osteoporosis (relative contraindication).

**Surgical technique.** Dorsal approach to the first metatarsophalangeal joint. Removal of all osteophytes and circumferential capsular release. Debridement of the sesamoids. Cartilage resection (flat cuts or “cup and cone” reaming) and multiple drilling of the subchondral layer. In case of osseous defects, interposition of a corticocancellous bone graft. Trial reduction and assessment of the toe alignment. Fixation with two screws, one lag screw and dorsal plating, or dorsal plating only. Wound closure in layers.

**Postoperative management.** Full weight bearing in a postoperative shoe or partial weight bearing in a short cast for 4–6 weeks. If the X-ray reveals sufficient bone healing, patients are allowed to wear sneakers with a stiff sole for 3–6 months. Sport activities with impact loading are limited for at least 3 months. Final X-ray control after 6 months.

**Results.** A total of 70 feet with a fusion of the first metatarsophalangeal joint were followed up after 28 months. Postoperative complications (7.3%): 5 wound slough, 1 infection, and 6 painful delayed union. Modified AOFAS forefoot score (max. 85 points) was 43 (32–58) points preoperatively and 82 (71–85) points postoperatively. Great toe alignment was perfect in 57 feet. Nine toes showed a valgus ( $>20^\circ$ ) and 4 toes a varus malalignment. Fifty-four attained full ground contact. Eight patients reached the ground by flexion of the interphalangeal joint and 8 patients presented with dorsiflexion of the great toe. X-ray showed consolidation of the arthrodesis in 64 feet (91.4%), while 8 feet (4 with interposition of a bone graft) revealed signs of incomplete healing. These patients were advised to have an annual clinical and radiological reassessment performed.


### Keywords

Hallux rigidus · Hallux limitus · Metatarsophalangeal joint · Toe joint · Arthritis

**Tab. 1** Stadieneinteilung des Hallux rigidus [1]

Stadium	Dorsalextension	Röntgenbefund	Klinischer Befund
0	40–60°/10–20% Funktionseinschränkung im Vergleich zur Gegenseite	Normalbefund	Kein Schmerz Bewegungseinschränkung
1	30–40°/20–50% Funktionseinschränkung im Vergleich zur Gegenseite	Dorsale Osteophyten Geringe Verschmälerung des Gelenkspalts und subchondrale Sklerosierung Ggf. geringe Abflachung des 1. Mittelfußkopfs	Gelegentlicher belastungsabhängiger Schmerz und Bewegungseinschränkung Schmerzprovokation bei endgradiger Dorsalextension/Plantarflexion
2	10–30°/50–75% Funktionseinschränkung im Vergleich zur Gegenseite	Dorsale, laterale und ggf. mediale Osteophyten Abflachung des 1. Mittelfußkopfs Moderate Gelenkspaltverschmälerung des dorsalen Gelenkanteils (25%) Keine Beteiligung der Sesambeine	Dauerschmerz und Bewegungseinschränkung Schmerzprovokation bei submaximaler Dorsalextension/Plantarflexion
3	<10°/75–100% Funktionseinschränkung im Vergleich zur Gegenseite, Plantarflexion oft <10°	Wie Stadium 2, aber mit Gelenkspaltverschmälerung mehr als 25% des dorsalen Anteils Ggf. periartikuläre Zysten Strukturveränderungen der Sesambeine	Dauerschmerz und erhebliche Bewegungseinschränkung Schmerzprovokation bei endgradiger Dorsalextension/Plantarflexion, jedoch nicht im mittleren Sektor
4	Wie Stadium 3	Wie Stadium 3	Wie Stadium 3, jedoch zusätzlich Schmerzprovokation bei Bewegung im mittleren Sektor

## Vorbemerkungen

Degenerative Veränderungen des Großzehengrundgelenks führen zu einer schmerzhaften Bewegungseinschränkung, die sich für den Patienten insbesondere in der späten Phase des **Gangzyklus** (Zehenabstoßphase) bemerkbar macht. Kompensatorisch verlagern die Patienten die Belastung beim Abrollen des Fußes oft auf die Außenseite, so dass sekundäre **Metatarsalgien** oder Beschwerden in der peronealen Muskelgruppe angegeben werden. Die Klassifikation des **Hallux rigidus** orientiert sich an klinischen und röntgenologischen Befunden ([1],  Tab. 1).

Wenn konservative Maßnahmen (Physiotherapie, lokale und systemische Antiphlogistika, Injektionen, Sohlenversteifung und Ballenrolle) ausgeschöpft sind, kommen operative Verfahren infrage. Je nach Ursache und Stadium der Erkrankung sind bei einem Hallux rigidus gelenkerhaltende (Korrekturosteotomie, Cheilektomie) oder gelenkresezierende (Arthrodese, Resektionsarthroplastik, Endoprothese) Eingriffe möglich. Die Differenzialindikation richtet sich dabei maßgeblich nach dem klinischen und röntgenologischen Befund.

Die Versteifung des Großzehengrundgelenks wurde im Jahr 1894 erstmals von Clutton [2] beschrieben und stellt seitdem eine Standardbehandlung der fortgeschrittenen Degeneration des Großzehengrundgelenks dar. Die Operationstechnik (Entknorpelung) und die Stabilisation (Schrauben, Plattenosteosynthese) kann je nach intraoperativem Befund und persönlicher Expertise des Operateurs variiert werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass durch die Kombination von interfragmentärer Schraube und dorsaler Plattenosteosynthese die biomechanisch stabilste Montage zu erzielen ist [3].

Bei einem Hallux rigidus kann gelenkerhaltend oder gelenkresezierend operiert werden

Biomechanisch am stabilsten ist eine Kombination aus interfragmentärer Schraube und dorsaler Plattenosteosynthese

## Operationsprinzip und -ziel

### Wiederherstellung eines schmerzfrei belastbaren ersten Strahls durch Versteifung des Großzehengrundgelenks, ggf. in Kombination mit einer Reorientierung der Großzehe. Vorteile

- Dauerhaft schmerzfrei belastbares Großzehengrundgelenk
- Verlässliche Achsenkorrektur der Großzehe

### Nachteile

- Aufhebung der Beweglichkeit im Großzehengrundgelenk
- Reduktion der Bodenreaktionskraft in der Zehenabstoßphase
- Einschränkung in der Wahl des Schuhwerks (Absatzhöhe)

Bei floriden Infektionen im Operationsgebiet ist der Eingriff kontraindiziert

Bei Infektion, Wund- und Knochenheilungsstörung oder Implantatbruch wird ggf. eine Revisionsoperation nötig

## Indikationen

- Hallux rigidus Grad 3/4 nach Coughlin und Shurnas [1]
- Hallux valgus et rigidus
- Kontrakte Klauenzehendeformität (neurologisch determiniert)
- Rückzugsoperation bei Versagen einer Endoprothese oder nach **Cheilektomie**
- Nekrose des ersten Mittelfußkopfs

## Kontraindikationen

### Absolute Kontraindikationen

- Floride Infektion der periartikulären Weichteile bzw. des Großzehengrundgelenks

### Relative Kontraindikationen

- Begleitende Arthrose des Großzehenendgelenks
- Hochgradige Osteoporose
- Diabetische Neuroosteoarthropathie
- Klinisch relevante arterielle Durchblutungsstörung
- Immunsuppression
- Kontinuierlicher Nikotinabusus

## Patientenaufklärung

### Operativer Eingriff

- Versteifung des Großzehengrundgelenks durch Einbringen von Schrauben und/oder einer Platte
- Ggf. Knochentransplantation von der Ferse oder dem gleichseitigen Beckenkamm

### Allgemeine Risiken

- Infektion mit der Notwendigkeit einer Revisionsoperation
- Thrombose und Lungenembolie
- Nervenschäden mit Sensibilitätsstörung der Großzehe
- Wundheilungsstörung mit der Notwendigkeit einer Revisionsoperation
- Schwellung des Fußes über mehrere Wochen
- Chronisch regionales Schmerzsyndrom mit lang anhaltenden Schwellungs- und Schmerzzuständen

### Spezielle Risiken

- Verzögerte oder ausbleibende Knochenheilung (Pseudarthrose) mit der Notwendigkeit einer Revisionsoperation
- Achsenfehlstellung und Verkürzung der Großzehe
- Bruch der eingebrachten Implantate; ggf. erneute Operation erforderlich

### Nachbehandlung

- Eingeschränkte Mobilisation mit einer Orthese (Vorfußentlastungsschuh) oder einem **Lopresti-Slipper** (Teilbelastung) an Unterarmgestützen
- Nach 6 Wochen bei zeitgerechter Knochenheilung Versorgung mit einer Schuhzurichtung (Sohlenversteifung und Ballenrolle) oder Tragen eines Konfektionsschuhs mit entsprechender Sohlengestaltung

- Sportkarenz für Laufsportarten und Sprungbelastungen mindestens 3 Monate. Bei sportlicher Aktivität Karbon-Einlagen über 6–12 Monate empfehlenswert
- Materialentfernung möglich (frühestens nach 6 Monaten)

## Operationsvorbereitungen

- Standardisierte klinische Untersuchung der unteren Extremitäten
- Röntgenaufnahmen des belasteten Vorfußes in 2 Ebenen
- Bei Verdacht auf Vorliegen einer **Osteonekrose** Durchführung einer Magnetresonanztomographie (mit Kontrastmittel) zur Abgrenzung der Nekrosezone

## Operationsplanung

- Erster intermetatarsaler Winkel: Bei einem Winkel über 15° (Hallux rigidus et valgus) ist zur Korrektur einer begleitenden Spreizfußdeformität die Durchführung einer Korrekturosteotomie zusätzlichen erforderlich.
- Kleinzehendeformitäten: Eine transversale Achsenfehlstellung der 2. Zehe (insbesondere mediale Deviation) muss in gleicher Sitzung unter Berücksichtigung der Großzehenstellung korrigiert werden, um einem schmerzhaften Zehenkonflikt vorzubeugen.
- Zehenlänge: Eine Überlänge der 2. Zehe sollte vermieden werden, da hierdurch sekundäre Zehenfehlstellungen (Hammer-, Krallenzehe) induziert werden können. Je nach Befund kann der Längenausgleich über eine Verlängerung der Großzehe (**Knocheninterposition**) oder eine Verkürzung der 2. Zehe (Grundglied) erfolgen.
- Länge des ersten Strahls: Nach Resektionsarthroplastiken oder vorausgegangenem endoprothetischen Ersatz kann die Interposition eines Knochentransplantats erforderlich sein. Beträgt die Defektstrecke mehr als 2 cm ist eine diaphysäre Verlängerung des ersten Mittelfußstrahls (**Schrägoosteotomie** oder **Z-förmige Osteotomie**) zu erwägen, um die Größe des Knochenspanns zu reduzieren.
- Bereitstellung geeigneter Implantate: Schrauben (3,0–3,5 mm) und Platten (bevorzugt winkelstabil), die so beschaffen sein müssen, dass jedes Fragment mit mindestens 3 Schrauben sicher gefasst wird.

## Instrumentarium

- Fußchirurgisches Grundinstrumentarium
- Oszillierende Säge
- Implantate (Schrauben 3,5 mm und/oder Platten unterschiedlicher Länge mit Schraubendimension 2,5 mm, Kirschner-Drähte 1,0–1,8 mm)
- Ggf. Hohlfräse zur Knochenentnahme Ggf. „Cup-and-cone“-Fräse [4]
- Bildwandler

## Anästhesie und Lagerung

- Regionalanästhesie, Spinalanästhesie oder Intubationsnarkose
- Rückenlage, ggf. Unterpolsterung des gleichseitigen Beckens, um eine orthograde Ausrichtung des Fußes zu erreichen
- Mobile Abdeckung des Fußes, die ein intraoperatives Aufstellen des Fußes ermöglicht

Das Ausmaß der Nekrose wird mittels MRT plus Kontrastmittel definiert

Die sofortige Korrektur einer transversalen Achsenfehlstellung der 2. Zehe verhindert Schmerzen

Eine Überlängungskorrektur der 2. Zehe beugt sekundär induzierten Hammer- oder Krallenzehen vor

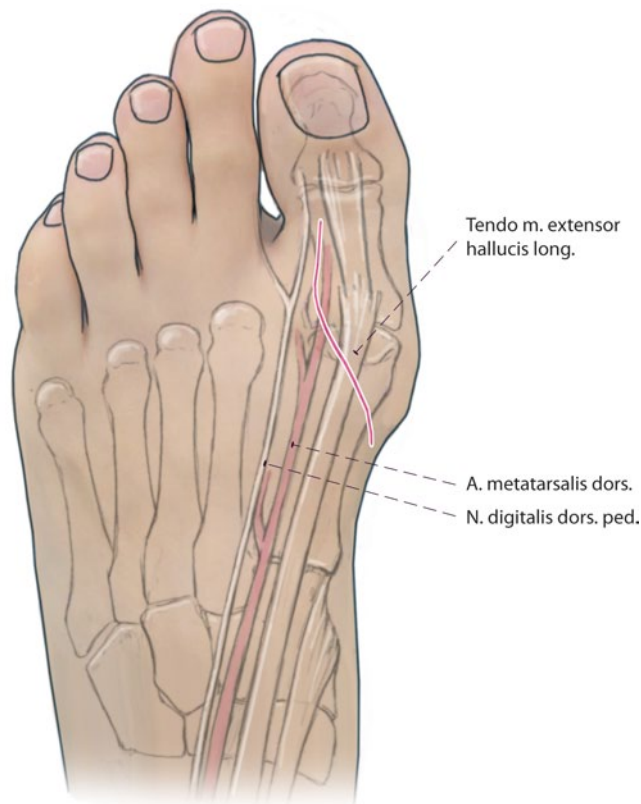
Für jedes Fragment sollten mindestens 3 Schrauben verwendet werden



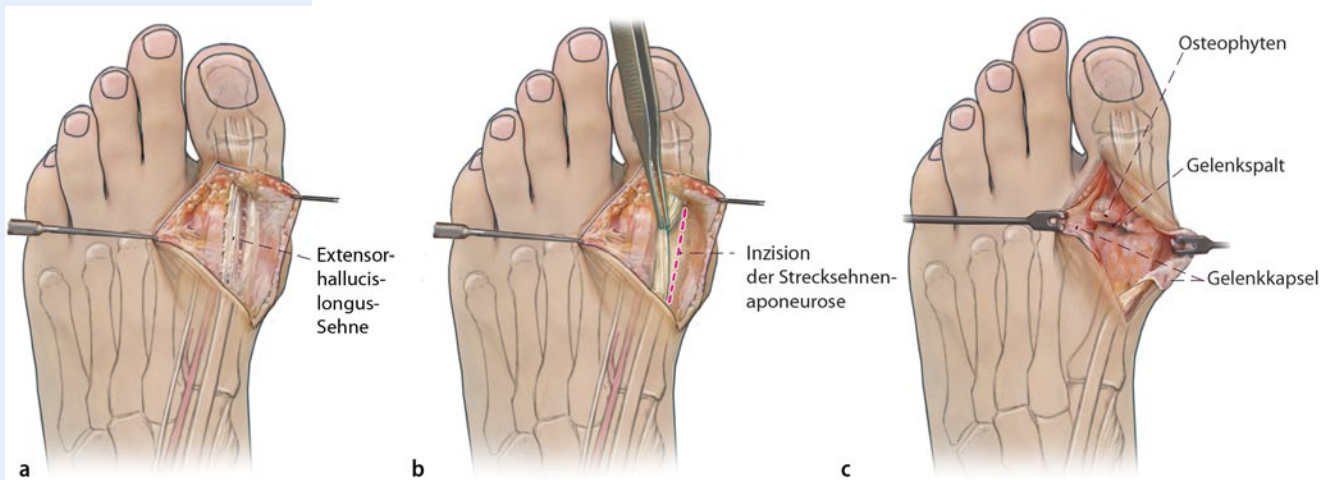
Eine Z-förmige Tenotomie mit Readaptation unter Verlängerung hilft bei extrem vorgespannter Extensor-hallucis-longus-Sehne

## Operationstechnik

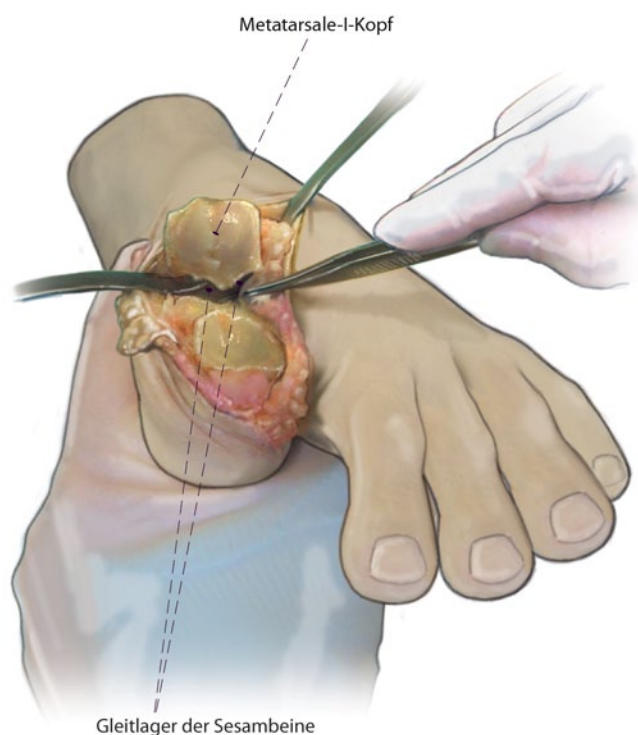
▣ Abb. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)



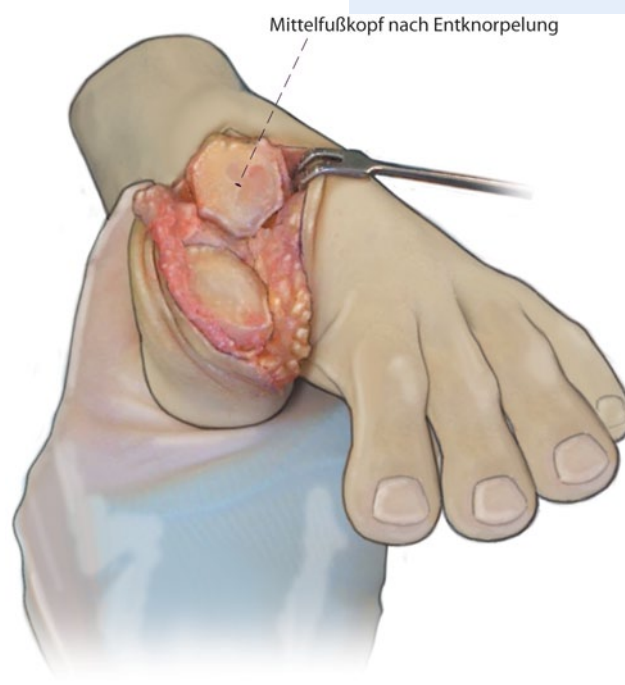
**Abb. 1** ◀ S-förmige Hautinzision über dem dorsalen Großzehengrundgelenk, ggf. unter Einbeziehung bereits vorhandener Narben. Optional mediodorsaler Zugang bei geplanter planparalleler Knochenresektion



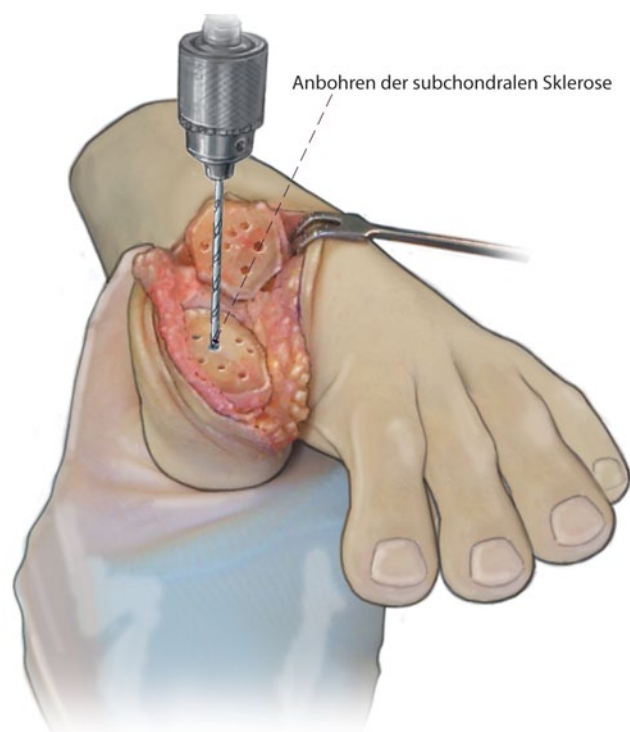
**Abb. 2** ▲ Darstellung der Strecksehnenaponeurose (a) und Einkerbungen medial der Extensor-hallucis-longus-Sehne (b; bei Hallux valgus Eingehen lateral der Sehne). Lösen der Sehne von der darunter liegenden Gelenkkapsel. Längs verlaufende Inzision von Gelenkkapsel und Periost (c). Anmerkung: Bei übermäßiger Vorspannung der Extensor-hallucis-longus-Sehne empfiehlt sich eine Z-förmige Tenotomie der Sehne mit abschließender Readaptation unter Verlängerung



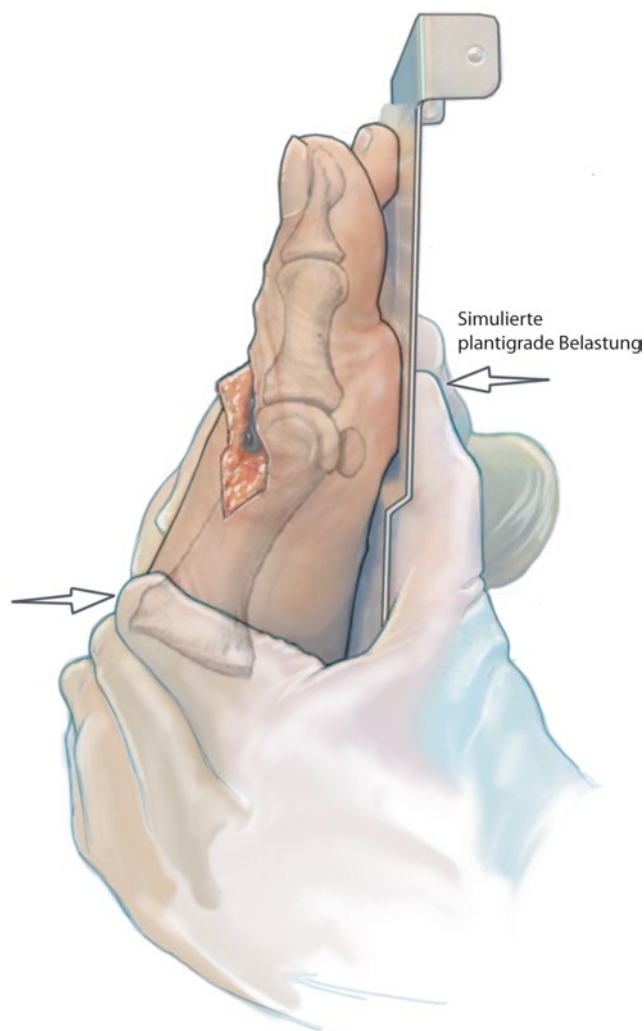
**Abb. 3** ▲ Subperiostale Darstellung des Mittelfußkopfs und des Großzehengrundglieds bis zur Diaphysenregion. Abtragung der Osteophyten (Lüer, Meißel). Mobilisation des Grundglieds, bis eine plantarseitige Subluxation möglich ist. Ggf. Entfernung plantarseitiger Osteophyten an der Grundgliedbasis. Bei begleitender Spreizfußdeformität Darstellung der medialen Pseudoexostose am ersten Mittelfußkopf, die mit der oszillierenden Säge reseziert wird



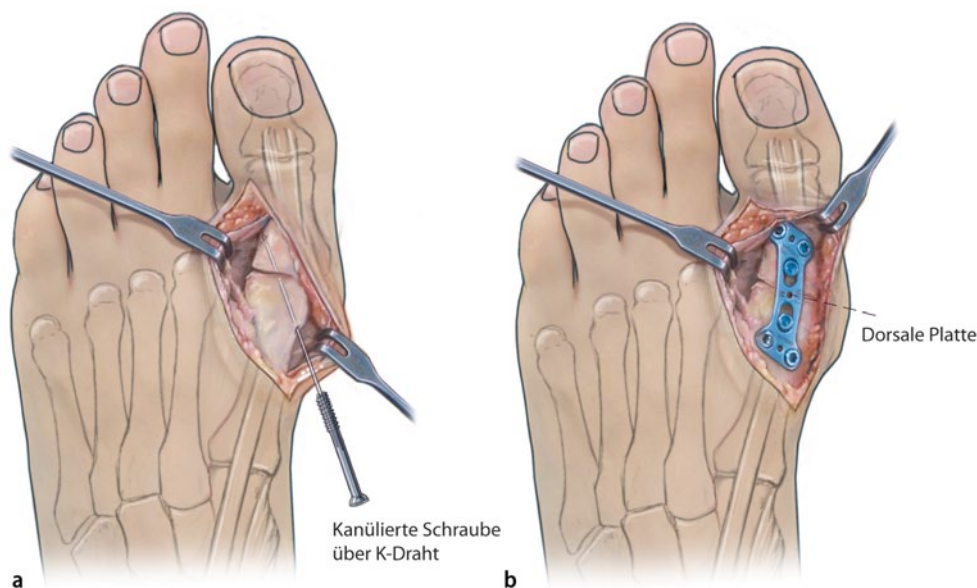
**Abb. 4** ▲ Zur Entknorpelung sind unterschiedliche Methoden möglich. Entknorpelung mittels Lüer und Meißel unter Erhalt der physiologischen Gelenkconfiguration (bei weicher Knochensubstanz, z. B. rheumatoider Arthritis). *Planparallele Knorpelresektion mit der oszillierenden Säge*: Sparsame Resektion mit Erhalt der subchondralen Sklerose zur Vermeidung einer übermäßigen Verkürzung der Großzehe bei gleichzeitiger Berücksichtigung notwendiger Achsenkorrekturen. „Cup-and-cone“-Fräsen: Nach Größenbestimmung der Fräsen und Einbohren des Führungsdrahts schrittweise Entknorpelung des Mittelfußkopfs (konkave Fräse) und der Grundgliedbasis (konvexe Fräse; [4])



**Abb. 5** ▲ Unabhängig von der Technik der Entknorpelung abschließendes Anbohren der subchondralen Sklerose mit einem Bohrer (1,5–2 mm) oder Kirschner-Draht. Bei zystischer Destruktion des Mittelfußkopfs Entnahme von Knochenmaterial aus der lateralen Ferse (Hohlfräse) oder Interposition von allogenem Knochenersatzmaterial



**Abb. 6** ◀ Probereposition (ggf. temporäre Kirschner-Draht-Fixation des Gelenks) und Überprüfung der Großzehenstellung unter simulierter plantigrader Belastung (Aufstellen des Fußes auf eine feste Unterlage auf dem Operationstisch oder Anpressen eines flachen Gegenstands gegen die Fußsohle). Es müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein: 10°- bis 15°-Dorsalextension im Großzehengrundgelenk in Relation zur Belastungsebene des Fußes. Das Endglied kann bei freier Plantarflexion bis zu 5 mm von der Auflage entfernt sein. 5°- bis 25°-Valgusstellung. Die Großzehe sollte parallel zur 2. Zehe orientiert sein. Der Abstand der beiden Zehen im ersten Zehenzwischenraum sollte am belasteten Fuß nur wenige Millimeter betragen. Neutrale Rotationsstellung (erkennbar an der Ausrichtung des Zehennagels). Ausgeglichenes Längenverhältnis der ersten beiden Zehen



**Abb. 7** ▲ Interfragmentäre Schraube und dorsale Plattenosteosynthese. Nach Platzierung der interfragmentären Schraube vom medioplantaren Mittelfußkopf nach distal lateral (a) dorsale Montage der Platte (bevorzugt winkelstabil; 3 Schrauben im Grundglied bzw. Mittelfußkopf; b). Die alleinige dorsale Plattenosteosynthese (■ Abb. 9) ist wegen der fehlenden interfragmentären Kompression biomechanisch unterlegen





**Abb. 8** ▲ Alternativ Schraubenosteosynthese (3,5–4,0 mm). Erste Schraube von der medioplantaren Region am meta-diaphysären Übergang des Metatarsale nach distal lateral bis zum mittleren Grundglieddrittel. Zweite Schraube vom mediadorsalen Grundglied in den proximal lateralen Bereich des Mittelfußkopfs (oder umgekehrt). **a, b** Präoperative Röntgenbilder einer 54-jährigen Frau mit einem Hallux rigidus Stadium 4. **c, d** Postoperative Röntgenbilder nach Arthrodese des Großzehengrundgelenks mit 2 Schrauben und eingetretener Knochenheilung



**Abb. 9** ▲ **a** Präoperatives Röntgenbild einer 48-jährigen Frau mit einem Hallux rigidus Grad 3. **b, c** Postoperative Röntgenbilder nach dorsaler Plattenosteosynthese (winkelstabil) und eingetretener Knochenheilung

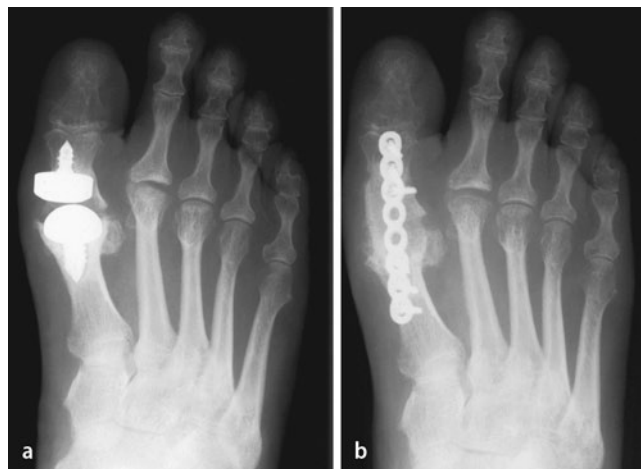
Anschließend erfolgt die Eröffnung der Blutsperre/-leere und Blutstillung. Ggf. ist das Einlegen einer Redondrainage (8 ch) nötig. Ein schichtweiser Wundverschluss wird mit Naht an der Gelenkkapsel und der **Strecksehnenaponeurose** durchgeführt. Abschließend wird ein Kompressionsverband angelegt. Kanülierte Schrauben erleichtern die genaue Platzierung der Schrauben. Fluoroskopisch ist sicher zu stellen, dass sich die Schrauben nicht im ehemaligen Gelenkbereich überkreuzen. Bei unverhältnismäßig hoher Weichteilspannung beim Hautverschluss (z. B. nach Interpositionsarthrodese) ist das Anlegen einer Z-Plastik zur Entspannung der Hautverhältnisse hilfreich.

**Eine Z-Plastik erleichtert bei hoher Weichteilspannung den Hautverschluss**

Bei Resektionarthroplastik oder Ausbau einer Endoprothese erfolgt die Interposition von kortikospongiosen Knochenspan

Am 1. Tag nach der Operation beginnt die schmerzadaptierte Vollbelastung im Vorfußentlastungsschuh

Mit Sohlenversteifung und Ballenrolle versehene Schuhe sollten über 3–6 Monate getragen werden



**Abb. 10** ◀ **a** Präoperatives Röntgenbild einer 64-jährigen Frau mit einer gelockerten Endoprothese. **b** Postoperatives Bild 9 Monate nach Interpositionsarthrodesse und dorsaler Plattenosteosynthese

## Besonderheiten

Nach vorausgegangenen Resektionarthroplastiken oder Ausbau einer Endoprothese ist in aller Regel die Interposition eines autogenen oder allogenen kortikospongiosen Knochenspanns erforderlich (**Abb. 10**):

- Nach Anfrischung der Gelenkpartner manuelle Distraktion der Großzehe zur Festlegung der Distraktionsstrecke unter Beachtung einer ausreichenden Weichteildeckung Herstellung eines entsprechend dimensionierten **Knocheninterponats** und Interposition
- Temporäre Fixation der Arthrodesse mit einem Kirschner-Draht und Überprüfung der Großzehenausrichtung
- Definitive Stabilisation mit Schrauben und/oder einer dorsal angelegten Platte (Dimension 2,4 mm)

Anmerkung: Bei Verwendung der „Cup-and-cone“-Fräsen kann das Interponat ebenfalls mit den korrespondierenden Fräsen zugerichtet werden.

## Postoperative Behandlung

- 24 h konsequente Hochlagerung und **Kryotherapie**
- 1. postoperativer Tag: Verbandswechsel. Beginn mit aktiven Bewegungsübungen im oberen Sprunggelenk. Schmerzadaptierte Vollbelastung im Vorfußentlastungsschuh, über 4–6 Wochen (ggf. mit Unterarmgehstützen). Nach **Interpositionsarthrodesen** bzw. unsicherer Compliance des Patienten Anpassung eines Lopresti-Slippers über 4–6 Wochen und hiermit 30-kg-Teilbelastung über 6 Wochen
- Nach 4–6 Wochen Röntgenkontrolle und bei zeitgerechter knöcherner Konsolidierung Übergehen auf einen geschlossenen Konfektionsschuh mit stabiler Sohle und erleichtertem Einstieg (z. B. weit zu öffnender Schnürschuh). Verordnung einer Sohlenversteifung und Ballenrolle für ein Paar Konfektionsschuhe. Tragen der zugerichteten Schuhe über 3–6 Monate
- Sportkarenz für Sprungbelastung über 3 Monate. Bei sportlicher Aktivität Verordnung von Karbon-Einlagen
- Abschließende Röntgenkontrolle nach 6 Monaten
- Materialentfernung nur bei lokaler Weichteilirritation durch das Osteosynthesematerial, frühestens 1 Jahr nach dem operativen Eingriff

## Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Läsion der Sehne des M. extensor hallucis longus oder des M. flexor hallucis longus: Naht mit monofilem Nahtmaterial

- Unmittelbar postoperativ unzureichende Durchblutung der Großzehe (vor allem bei Interpositionsarthrodese): Systemisch rheologische Maßnahmen, ggf. Längenreduktion des Knocheninterponats
- Unzureichende Stabilisierung durch die interfragmentäre Schraube: Neue Positionierung der Schraube von distal dorsal (Eintritt von der dorsalen Grundphalanx) oder distal plantar (Technik nach McKeever; [5])
- Wundheilungsstörung/Wundinfektion: Frühzeitige operative Revision mit Entnahme eines Wundabstrichs, Débridement, Spülung und ggf. Einlegen eines antibiotikahaltigen Medikamententrägers. Beginn mit einer kalkulierten Antibiose, die der Resistenztestung angepasst werden muss.
- Bei persistierendem Infekt Entfernung des Osteosynthesematerials, ggf. **Fixateur externe** und Vacuumversiegelung
- Verzögerte Knochenheilung: Verordnung von niedrig gepulstem Ultraschall (1,5 MHz; Pulsdauer 200 µs; 30 mW/cm<sup>2</sup>)
- **Pseudarthrose** (symptomatisch): Materialentfernung, Ausräumung der Pseudarthrose. Anfrischen des Knochens. Interposition eines kortikospongiösen Knocheninterponats und Reosteosynthese
- Sensibilitätsstörungen: Ergotherapeutische Desensibilisierung, therapeutische Lokalanästhesie. Operative Revision nur in Ausnahmefällen erforderlich
- Fehlender Bodenkontakt der Großzehe: Anpassung einer Einlage mit Erhöhung im Großzehenbereich. Bei Entwicklung einer **Transfermetatarsalgie** Stellungskorrektur im ehemaligen Großzehengrundgelenkbereich (dorsal öffnende Osteotomie)
- Valgusstellung der Großzehe (>25°): Bei Ausbildung sekundärer Kleinzehendeformitäten Stellungskorrektur der Großzehe (medial schließende Osteotomie in Höhe des ehemaligen Großzehengrundgelenks) indiziert
- Symptomatische Varusstellung der Großzehe mit Schuhkonflikt: Tragen von Schuhen mit ausreichend weitem Vorfußbereich. Bei persistierenden Beschwerden Stellungskorrektur im ehemaligen Großzehengrundgelenkbereich (lateral schließende Osteotomie)
- Schmerzhafte Arthrose im Großzehenendgelenk: Konservative Therapie (Sohlenversteifung und Ballenrolle). Bei nicht beherrschbaren Beschwerden sind Resektionsarthroplastik oder Arthrodese indiziert

## Ergebnisse

Im Zeitraum 2005–2009 wurde bei insgesamt bei 78 Patienten (82 Füße) eine Versteifung des Großzehengrundgelenks durchgeführt. Bei 62 Patienten (66 Füße) bestand ein Hallux rigidus Grad 3/4 [5]. Insgesamt 38 Füße zeigten eine physiologische Ausrichtung des ersten Strahls, 18 Füße eine moderate Spreizfußkonfiguration (erster intermetatarsaler Winkel 10–15°) mit Hallux-valgus-Deformität (>25°), 6 Füße eine schwere Spreizfußkonfiguration (erster intermetatarsaler Winkel >16°) und 4 Füße eine Hallux-varus-Fehlstellung. Bei 13 Patienten wurde die Arthrodese als Rückzugsoperation nach Endoprothesenimplantation indiziert und bei 3 Patienten bestand eine Nekrose des ersten Mittelfußkopfs nach vorausgegangener distaler Korrekturosteotomie.

Als Begleit Eingriffe erfolgten bei 23 Füßen die Interposition von autogenem/allogenen Knochenmaterial, bei 6 Füßen eine proximale Korrekturosteotomie am ersten Mittelfußstrahl und bei 22 Füßen ein Eingriff an den Kleinzehen (Arthrodese des Kleinzehenmittelfußgelenks, Arthrolyse des Kleinzehengrundgelenks mit Verlängerung der Extensor-digitorum-longus-Sehne, verkürzende und elevierende metatarsale Osteotomie).

Die Stabilisation der Arthrosen erfolgte entweder mit 2 Schrauben (n=46; ■ **Abb. 8**), mit einer interfragmentären Schraube und einer dorsalen Platte (n=18) oder mit einer alleinigen dorsalen Platte (n=18; ■ **Abb. 9**).

Bei 5 Füßen mit einer Interpositionsarthrodese (■ **Abb. 10**) kam es postoperativ zu einer Wundheilungsstörung (3 davon revisionspflichtig), bei einem Fuß entwickelte sich eine Infektion. Bei 6 Füßen (7,3%) kam es zur Ausbildung einer Pseudarthrose (3 nach Interpositionsarthrodese, 2 bei alleiniger dorsaler Plattenosteosynthese, 1 nach vorausgegangener Nekrose des Mittelfußkopfs). Durch operative Revision konnte bei 5 Füßen eine Ausheilung erreicht werden; bei einem Fuß kam es erneut zur Pseudarthrose.

Bei persistierender Infektion ist das Osteosynthesematerial zu entfernen

Niedrig gepulster Ultraschall kann bei verzögerter Knochenheilung helfen

Bei Valgusstellung ist eine Korrekturosteotomie in Höhe des ehemaligen Großzehengrundgelenks möglich

Bei erfolgloser konservativer Pseudarthrosetherapie folgt eine Resektionsarthroplastik oder Arthrodese

Die Nachuntersuchung erfolgte nach durchschnittlich 28 (13–52) Monaten bei 70 Füßen (85,3%). Der **AOFAS-Forefoot-Score** [6] wurde modifiziert. Das Bewegungsausmaß und die Stabilität im Großzehengrundgelenk wurden nicht berücksichtigt, so dass eine maximale Punktzahl von 85 erreicht werden konnte. Der durchschnittliche präoperative Score betrug 43 (32–58) Punkte und verbesserte sich bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt auf 82 (71–85) Punkte. Die Achsenausrichtung der Großzehe zeigte folgende Befunde: orthograd (n=57), Valgus >20° (n=9), Varus >10° (n=4). Einen vollständigen Bodenkontakt der Großzehe wiesen 54 Füße auf. Insgesamt 8 Patienten konnten durch aktive Flexion des Endgelenks den Boden erreichen, bei 8 Füßen war kein Bodenkontakt herbeizuführen. Über eine Gefühlstörung an der Großzehe berichteten 12 Patienten. Zugerichtetes Schuhwerk bzw. Einlagen trugen 47 Patienten.

Röntgenologisch zeigte sich bei 64 Füßen eine sichere knöcherne Durchbauung (91,4%); bei 8 Füßen (8,6%) – davon 4 nach Interpositionsarthrodese – fanden sich Anhaltspunkte für eine unvollständige Knochenheilung ohne Implantatlockerung. Da diese unvollständige Knochenheilung nicht mit einer klinischen Symptomatik einherging, wurden die Patienten angehalten, eine jährliche Kontrolluntersuchung durchführen zu lassen.

Auch in der Literatur werden in Abhängigkeit von der Operationstechnik vergleichbare Ergebnisse retrospektiver Studien präsentiert: AOFAS-Score durchschnittlich 41 Punkte präoperativ und 82 (76–89) Punkte postoperativ. Die Pseudarthrosenrate wird zwischen 1,3% und 14,3% angegeben [1, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

## Korrespondenzadresse

**PD Dr. R.A. Fuhrmann**

Klinik für Fuß- und Sprunggelenkschirurgie,  
Rhön-Klinikum  
Salzburger Leite 1, 97616 Bad Neustadt  
info@fusschirurgie-bad-neustadt.de

**Interessenkonflikt.** Die korrespondierende Autorin gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

1. Coughlin MJ, Shurnas PS (2004) Hallux rigidus: grading and long term results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 85:2072–2088
2. Clutton HH (1894) The treatment of hallux valgus. *St Thom Hosp Rep* 22:1–12
3. Politi J, John H, Njus B et al (2003) First metatarso-phalangeal joint arthrodesis: a biomechanical assessment of stability. *Foot Ankle Int* 24:332–337
4. Kundert HP (2010) Das besondere Instrument: Cup & Cone-Fräsen zur Arthrodesis des Großzehengrundgelenks. *Oper Orthop Traumatol* 22:431–439
5. McKeever DC (1952) Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux valgus, hallux rigidus and metatarsus primus varus. *J Bone Joint Surg* 34:129–134
6. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS et al (1994) Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 15:349–353
7. Aslam N, Ribbans WJ (2005) First metatarsophalangeal joint arthrodesis using a vitallium plate with a mean two year follow up. *Foot Ankle Surg* 11:197–201
8. Beertema W, Draijer WF, Os JJ van et al (2006) A retrospective analysis of surgical treatment in patients with symptomatic hallux rigidus: long-term follow-up. *J Foot Ankle Surg* 45:244–251
9. Bennett GL, Sabetta J (2009) First metatarsophalangeal joint arthrodesis: evaluation of plate and screw fixation. *Foot Ankle Int* 30:752–757
10. Goucher NR, Coughlin MJ (2006) Hallux metatarsophalangeal joint arthrodesis using dome shaped reamers and dorsal plate fixation: a prospective study. *Foot Ankle Int* 27:869–876
11. Kumar S, Pradhan R, Rosenfeld PF (2010) First metatarsophalangeal arthrodesis using a dorsal plate and a compression screw. *Foot Ankle Int* 31:797–801
12. Raikin SM, Ahmad J, Pour AE et al (2007) Comparison of arthrodesis and metallic hemiarthroplasty of the hallux metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Am* 89:1979–1985

# CME-Fragebogen

Bitte beachten Sie:

- Teilnahme nur online unter: [springermedizin.de/eAkademie](http://springermedizin.de/eAkademie)
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

? Welche Behandlung ist die Therapie der Wahl einer fortgeschrittenen Arthrose im Grundgelenk der Großzehe (Stadium 4) mit schmerzhafter Bewegungseinschränkung und eingeschränkter Gehleistung?

- ☐ Verordnung eines Vorfußentlastungsschuhs
- ☐ Arthrodese des Großzehenendgelenks
- ☐ Regelmäßige Physiotherapie
- ☐ Anlage eines Salbenverbands
- ☐ Intraartikuläre Injektion eines Hyaluronsäurepräparats

? Die Arthrodese des Großzehengrundgelenks ist kontraindiziert bei:

- ☐ Hallux rigidus Grad 3 und Grad 4
- ☐ Kontrakter Klauenzehendeformität
- ☐ Florider periartikuläre Weichteilinfektion
- ☐ Nekrose des ersten Mittelfußkopfs
- ☐ Hallux valgus et rigidus

? Eine typische Komplikationsmöglichkeit nach Großzehengrundgelenkarthrodese ist:

- ☐ Verzögerte/ausbleibende Knochenheilung
- ☐ Anschlussarthrose im oberen Sprunggelenk
- ☐ Entwicklung eines Digitus quintus varus
- ☐ Sensibilitätsstörung im Vorfußbereich
- ☐ Muskelatrophie der Wade

? Welche Maßnahme ist zur unmittelbaren postoperativen Nachbehandlung einer Arthrodese des Großzehengrundgelenks geeignet?

- ☐ Schmerzadaptierte Vollbelastung im Vorfußentlastungsschuh
- ☐ Vollbelastung im Walker mit 15°-Spitzfußstellung

- ☐ Entlastung des Beins im Oberschenkelgipsverband
- ☐ Anlegen eines elastischen Verbands
- ☐ Tragen eines weichen Klettverschlussturnschuhs

? Eine 64-jährige Patientin berichtet über gelegentliche, belastungsabhängige Schmerzen im linken Großzehengrundgelenk. In der klinischen Untersuchung zeigt sich eine positive Schmerzprovokation bei endgradiger Dorsalextension. Diese ist bei 35° endgradig eingeschränkt. Desweiteren findet sich eine Funktionseinschränkung im Vergleich zur Gegenseite. Im durchgeführten Röntgenbild zeigt sich eine geringe Gelenkspaltverschmälerung, sowie subchondrale Sklerosierung. In welchem Stadium des Hallux rigidus befindet sich die geschilderte Patientin nach der Klassifikation von Coughlin und Shurnas?

- ☐ 0
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4

? Welche Position ist bei der Achsenausrichtung der Großzehe im Rahmen einer Arthrodese des Grundgelenks anzustreben?

- ☐ Varische Position
- ☐ Plantarflexion 10–20°
- ☐ Valgische Position >20°
- ☐ Dorsalextension >20°
- ☐ Neutrale Rotation

? Welche Stabilisationsmethode eignet sich zur Fixation einer Großzehengrundgelenkarthrodese?

- ☐ Drahtzerklage
- ☐ Plantare Plattenosteosynthese
- ☐ Schraubenosteosynthese
- ☐ Interossäre Nähte
- ☐ Axialer Kirschner-Draht

? Welche besondere Maßnahme ist bei einer Großzehengrundgelenkarthrodese nach Resektionsarthroplastik oder Ausbau einer Endoprothese medizinisch sinnvoll?

- ☐ Belassen der Hautnaht über mehr als 4 Wochen
- ☐ Frühzeitige Bewegungsübungen im Großzehengrundgelenk
- ☐ Verlängerung der Flexor-hallucis-longus-Sehne
- ☐ Interposition von autogenem/allogenen Knochenmaterial
- ☐ Kutane Syndaktylie mit der 2. Zehe

? Welche Behandlungsmöglichkeit besteht bei valgischer Einstellung der Großzehe mit räumlicher Bedrängung der 2. Zehe nach der Großzehengrundgelenkarthrodese?

- ☐ Korrekturosteotomie in Höhe des Großzehengrundgelenks
- ☐ Amputation der 2. Zehe
- ☐ Tragen von offenem Schuhwerk (Sandalen)
- ☐ Resektionsarthroplastik im Großzehenendgelenk
- ☐ Proximale Korrekturosteotomie des ersten Metatarsale

> Für Zeitschriftenabonnenten ist die Teilnahme am e.CME kostenfrei



**? Was ist die Behandlung der Wahl bei einer symptomatischen Pseudarthrose nach Arthrodese des Großzehengrundgelenks?**

- ☐ Anpassung eines Lopresti-Slippers mit Teilbelastung über 6 Wochen
- ☐ Tragen eines Vorfußentlastungsschuhs bei schmerzadaptierter Vollbelastung
- ☐ Materialentfernung und Reosteosynthese mit Knocheninterposition
- ☐ Injektionsbehandlung mit Hyaluronsäurepräparaten
- ☐ Ergotherapeutische Desensibilisierung, therapeutische Lokalanästhesie

**Diese zertifizierte Fortbildung ist 12 Monate auf [springermedizin.de/eAkademie](http://springermedizin.de/eAkademie) verfügbar. Dort erfahren Sie auch den genauen Teilnahmeabschluss. Nach Ablauf des Zertifizierungszeitraums können Sie diese Fortbildung und den Fragebogen weitere 24 Monate nutzen.**



## e.Akademie – Teilnehmen in 3 Schritten

Als Zeitschriftenabonnent stehen Ihnen in der e.Akademie alle zertifizierten Fortbildungskurse Ihrer Zeitschrift als e.CME (Beitrags-PDF plus CME-Fragebogen) zur Verfügung. Darüber hinaus können Sie Kurse Ihrer Zeitschrift, deren Zertifizierungszeitraum abgelaufen ist, weiterhin für Ihre Fortbildung und persönlichen Wissenscheck nutzen.

So einfach geht's:

### ➤ 1. Registrieren und einloggen

Um Fortbildungseinheiten in der e.Akademie bearbeiten zu können, müssen Sie sich einmalig mit Ihrer Abonummer registrieren. Sind Sie bereits registriert, können Sie unter *Meine Daten > Abo hinzufügen* Ihre Abonummer hinterlegen. Sie finden diese auf Ihrem Adressetikett.

### ➤ 2. Beitrag auswählen

*Kursübersicht > Kurse meiner Fachzeitschriften* auswählen und

den gewünschten Kurs merken oder gleich starten. Der Kurs kann jederzeit unterbrochen und später fortgesetzt werden.

### ➤ 3. CME-Punkte sammeln

Zu jedem Beitrag gehört ein Fragebogen mit 10 CME-Fragen. Mit 7 richtigen Antworten haben Sie bestanden und erhalten umgehend eine Teilnahmebescheinigung!

**Teilnehmen und weitere Informationen unter:**  
[springermedizin.de/eAkademie](http://springermedizin.de/eAkademie)

**Unser Tipp:** Noch mehr Fortbildung bietet das e.Med-Komplettpaket. Hier stehen Ihnen in der e.Akademie alle Kurse der Fachzeitschriften von Springer Medizin zur Verfügung.

**Testen Sie e.Med gratis und unverbindlich unter**  
[springermedizin.de/eMed](http://springermedizin.de/eMed)