

Osteotomien zur Entlastung der Varusarthrose im oberen Sprunggelenk

Markus Knupp¹, Geert Pagenstert¹, Victor Valderrabano², Beat Hintermann¹

Zusammenfassung

Operationsziel

Gelenkerhaltende Achsenkorrektur bei symptomatischer varischer Fehlstellung im Rückfußbereich mittels korrigierender Osteotomien des Kalkaneus oder des distalen Unterschenkels. Durch die Normalisierung der Krafteinwirkung auf das Gelenk soll der degenerative Prozess im oberen und unteren Sprunggelenk aufgehalten werden.

Indikationen

Varusfehlstellungen des oberen Sprunggelenks unterschiedlicher Ätiologie mit noch partiell erhaltenem Knorpel.

Kontraindikationen

Schwere neurovaskuläre Erkrankungen.
Nicht korrigierbare Instabilität des Rückfußes.
Ubiquitäre Knorpeldegeneration im oberen Sprunggelenk Grad 3–4 nach Outerbridge.

Operationstechnik

Varusdeformität des distalen Unterschenkels: Medial aufklappende oder lateral schließende Korrekturosteotomie. Bei der medial aufklappenden Osteotomie wird die Korrektur durch Einbringen eines Platzhalters, bei der zu klappenden durch entsprechende Keilentnahme erreicht. Die lateral zuklappende Technik erfordert eine Osteotomie der Fibula.
Varusdeformität des Rückfußes: Lateralisierende Kalkaneusosteotomie, z.B. über eine Z-förmige Osteotomie. Der Kalkaneus wird durch einen lateralen Zugang Z-förmig

osteotomiert, durch laterale Keilentnahme valgisiert und zusätzlich lateralisiert.

Neben den Osteotomien sind bei allen Varusdeformitäten ergänzende knöcherne Eingriffe (z.B. am ersten Mittelfußknochen) und Weichteileingriffe zu erwägen.

Weiterbehandlung

Ruhigstellung im Unterschenkelgipsverband für 6–8 Wochen mit Bodenkontakt. Anschließend Beginn mit physiotherapeutisch begleitetem Belastungsaufbau und Kräftigung der gelenkübergreifenden Muskulatur.

Ergebnisse

Zwölf Patienten mit einer Varusarthrose des oberen Sprunggelenks und Achsenkorrektur am distalen Unterschenkel zeigten einen signifikanten Rückgang der Schmerzen auf der visuellen Analogskala ($p = 0,0001$) und der radiologischen Arthrosezeichen (Takakura-Score) und berichteten über eine funktionelle Verbesserung in der Bewältigung des Alltags mit einer objektivierbaren Zunahme des Bewegungsmaßes von präoperativ 33° ($5\text{--}55^\circ$) auf postoperativ 39° ($25\text{--}50^\circ$). Alle 18 Patienten mit Korrekturosteotomie des Kalkaneus zeigten eine Besserung der präoperativ bestehenden Beschwerden und eine radiologische Konsolidierung nach spätestens 6 Monaten.

Schlüsselwörter

Rückfuß · Varusdeformität OSG · Korrekturosteotomie · Kalkaneusosteotomie

Oper Orthop Traumatol 2008;20:262–73

DOI 10.1007/s00064-008-1308-9

¹Orthopädische Klinik, Kantonsspital Liestal, Schweiz.

²Universitätsspital, Basel, Schweiz.

Osteotomies in Varus Malalignment of the Ankle

Abstract

Objective

Joint-preserving osteotomies in patients with symptomatic varus malalignment of the ankle. Osseous procedures together with soft-tissue rebalancing are performed at the level of the distal tibia/fibula or calcaneus. Realignment of the joint line will subsequently reduce intraarticular forces at the ankle and thereby slow down the degenerative process.

Indications

Varus malalignment of the ankle with remaining cartilage in the tibiotalar joint.

Contraindications

Severe neurovascular deficiencies.
Severe instability of the hindfoot.
Severe cartilage lesions of the entire ankle (grade 3–4 according to Outerbridge).

Surgical Technique

Varus deformities of the distal tibia: medial opening-wedge osteotomy or lateral closing-wedge osteotomy. The lateral closing procedure requires an osteotomy of the fibula.
Varus deformity of the hindfoot: valgization by lateral closing-wedge osteotomy of the calcaneus and lateral shift of

the calcaneal tuberosity, i.e., Z-shaped osteotomy. Additional procedures at the first metatarsal and soft-tissue procedures must be considered in all these patients.

Postoperative Management

Immobilization in a non-weight-bearing cast for 6–8 weeks. Thereafter, increase in weight bearing as tolerated. Physiotherapy for muscular strengthening and restoration of gait pattern.

Results

Twelve patients with an osteotomy of the distal tibia presented with a significant reduction of pain on a visual analog scale ($p = 0.0001$) and an increased range of motion of 33° ($5\text{--}55^\circ$) preoperatively compared to 39° ($25\text{--}50^\circ$) postoperatively. Radiologic assessment also revealed an improvement of preexisting arthritic signs. All 18 patients treated with a Z-shaped calcaneal osteotomy reported pain relief with osseous consolidation after 6 months.

Key Words

Hindfoot · Varus deformity of the ankle · Osteotomy

Vorbemerkungen

Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass Achsenfehlstellungen im Bereich der unteren Extremität degenerative Veränderungen des oberen Sprunggelenks und der Rückfußgelenke hervorrufen können; dies ist wohl nicht zuletzt der hohen Belastung dieser Gelenke zuzuschreiben [7, 9, 15]. Im Gegensatz zu den routinemäßig durchgeführten Achsenkorrekturen am Knie- und Hüftgelenk ist den Achsenkorrekturen am distalen Unterschenkel und Rückfuß erst in den letzten Jahren zunehmend Beachtung geschenkt worden [3, 5, 7, 12–14]. Ohne Berücksichtigung der Achsenfehlstellung wurden bislang Behandlungsoptionen wie das arthroskopische Débridement, Knochen-Knorpel-Transplantationen

sowie die endgültigen Lösungen Arthrolyse oder Prothese durchgeführt. Ermutigt durch erste gute Erfahrungsberichte über die Umstellungsosteotomien am distalen Unterschenkel, werden diese Korrekturen bei asymmetrischer Arthrose des oberen Sprunggelenks heute in zunehmendem Maß mit guten Resultaten durchgeführt [1, 3, 7, 9, 12–14]. Dies geschieht oft im Rahmen einer Zwei-Stufen-Behandlung der Arthrose, bei der zunächst durch eine Korrekturosteotomie die Achsenfehlstellung behoben wird. Je nach verbleibenden Beschwerden sind dann die Voraussetzungen gegeben, um in einem zweiten Schritt die definitive Versorgung mittels Arthrolyse oder Prothese durchzuführen (Tabelle 1).

Operationsprinzip und -ziel

Schmerzreduktion und Funktionsverbesserung des oberen Sprunggelenks durch:

1. Korrektur der Achsenfehlstellung im oberen Sprunggelenk und damit Verschiebung der Hauptbelastung in eine Zone mit noch weitgehend erhaltenem Knorpel.

2. Verbesserung der Gelenkkongruenz und damit der Gelenkmechanik. Aus der Erhöhung der Kontaktfläche resultiert eine Verminderung des intraartikulären Spitzendrucks.
3. Entlastung der Zonen mit fortgeschrittener Knorpeldegradation. Dies beeinflusst die Schmerzentwicklung günstig und fördert möglicherweise auch die Knorpelregeneration.

Vorteile

- Hinausschieben der definitiven „Lösung“ (Prothese/Arthrodeese) bei Arthrosen im oberen Sprunggelenk.
- Entlastung der Zonen mit verstärkter Knorpeldegradation und Verlagerung der Belastung in eine Gelenkregion mit noch weitgehend erhaltenem Knorpel [15].
- Wiederherstellung einer orthograden Rückfußorientierung, was später die Durchführung einer Arthrodeese/Prothese erleichtert.
- Verlangsamung bzw. Aufhalten der Knorpeldegradation mit Verbesserung der klinisch-radiologischen Parameter [1, 14].

Nachteile

- Spätere Folgeeingriffe (Prothese/Arthrodeese).
- Bei einigen Patienten subjektiv nur geringe Beschwerdelinderung.
- Schwierige Indikationsstellung und anspruchsvolle Operationstechnik bei der Korrektur komplexer Varusdeformitäten.
- Verlängerte Rehabilitationsphase mit Teilbelastung der betreffenden Extremität.
- Zusätzliche Weichteileingriffe erforderlich.

Indikationen

Absolut

- Mediale Arthrose des oberen Sprunggelenks.
- In Varusfehlstellung verheilte distale Tibiafraktur oder Arthrodeese des oberen Sprunggelenks.
- Varusfehlstellung des distalen Unterschenkels oder Rückfußes bei später geplanter Prothese/Arthrodeese des oberen Sprunggelenks (Zwei-Stufen-Therapie).

Relativ

- Osteochondrose im medialen Anteil des tibiotalaren Gelenks.
- Varusdeformitäten aufgrund neurologischer Erkrankungen (z.B. Charcot-Marie-Tooth-Erkrankung). Eine muskuläre Restaktivität ist Voraussetzung. In der Regel sind aufwendige Weichteileingriffe erforderlich.

Kontraindikationen

Absolut

- Kritische Weichteilverhältnisse (z.B. adhärenente Narbenregionen).
- Ausgeprägte, nicht zu stabilisierende Rückfußinstabilität („floppy hindfoot“).
- Schwere periphere vaskuläre oder neurologische Erkrankungen.
- Neuropathische Erkrankungen (z.B. „Charcot-Fuß“).
- Schwere sensomotorische Defizite in der entsprechenden Extremität.

Relativ

- Varusdeformitäten aufgrund von zentralen und peripheren Nervenerkrankungen (z.B. zerebrovaskulärer Insult, intramedulläre Neoplasien, Poliomyelitis) [6].
- Eingeschränkte knöcherne Stabilität:
 - Schwere Osteopenie/Osteoporose.
 - Ausgedehnte periartikuläre Knochennekrosen oder Zysten.

Tabelle 1

Schematische Darstellung der operativen Stufentherapie am oberen Sprunggelenk.

Stufe 1	Korrektur der Achsenfehlstellung <ul style="list-style-type: none"> • Korrekturosteotomie • Eventuell zusätzlich <ul style="list-style-type: none"> – Arthroskopie – Gelenkdébridement – Bandrekonstruktion – Knorpel­eingriffe – Mikrofrakturierung – Mosaikplastik
Stufe 2	Beschwerdearmes Intervall
Stufe 3	Definitive Therapie <ul style="list-style-type: none"> • Arthrodeese • Prothese

- Medikamente, die den Knochenstoffwechsel beeinflussen (z.B. Langzeit-Steroidmedikation).
- Hohes Alter (> 70 Jahre).
- Insulinpflichtiger Diabetes mellitus.
- Hoher Nikotinkonsum.
- Erkrankungen aus dem rheumatologischen Formenkreis.

Patientenaufklärung

- Allgemeine Operationsrisiken.
- Wundheilungsstörungen, Pseudarthrose, Materialbruch, chronisch-regionales Schmerzsyndrom.
- Stationärer Aufenthalt: 4–8 Tage.
- Risiken einer möglichen Knochenentnahme am Beckenkamm.
- Veränderung der Beinlänge bei größeren Korrekturen.
- Verminderte Kraft des Musculus triceps surae bei Keilentfernungen von > 7 mm [3].
- Postoperative Behandlung:
 - Belastung: Bodenkontakt für 6–8 Wochen im gespaltenen Softcast oder in einer Orthese, dann Belastungsaufbau über 2 Wochen.
 - Physiotherapie: Gangschulung, aktive Übungsbehandlung der benachbarten Gelenke während der ersten 6–8 Wochen, anschließend Muskelaufbau.
- Röntgenkontrollen: Postoperativ und nach 6–8 Wochen (vor Belastungsaufbau).
- Wiederaufnahme der Arbeit:
 - Sitzende Tätigkeiten: Nach 3–4 Wochen.
 - Leichte stehende Tätigkeiten: Nach 8–10 Wochen.
 - Schwere physische Arbeit: In der Regel nicht vor 3 Monaten.
- Erfolgchancen: Je nach Ausgangsbefund sind die Aussichten auf eine dauerhafte Verbesserung unsicher.
- Zweiteingriffe:
 - Materialentfernung: Je nach verwendetem Material (Plattendicke) und Lokalisation (mediale Tibia und Fibula: subkutane Plattenlage) ist eine Materialentfernung bei störendem Implantat notwendig.
 - Sekundäre Prothese/Arthrodesen gemäß Planung (Zwei-Stufen-Therapie) oder bei ausbleibender Beschwerdebesserung.

Operationsvorbereitungen

- Ambulante Voruntersuchungen:
 - Klinik:
 - Ausmaß/Rigidität der Varusdeformität.
 - Stabilität des oberen Sprunggelenks.
 - Peronealsehnenfunktion.

Tabelle 2

Takakura-Score. Der Arthrosegrad wird hierzu anhand anteroposteriorer Aufnahmen des oberen Sprunggelenks unter Belastung beurteilt [14].

Grad 0	Parallele Gelenklinien, keine Anzeichen einer Arthrose
Grad I	Parallele Gelenklinien ohne tibiotalare Verkippung Zeichen von subchondraler Sklerose oder Osteophyten
Grad II	Tibiotalare Verkippung mit Varus- oder Valgusachse Kein Kontakt mit dem subchondralen Knochen
Grad III	Tibiotalare Verkippung mit Varus- oder Valgusachse Kontakt mit dem subchondralen Knochen
Grad IV	Vollständige Dehiszenz im tibiotalaren Gelenk Ausgedehnte Kontaktzone mit dem subchondralen Knochen

- Coleman-Block-Test zur Abgrenzung eines vorfußbedingten Rückfußvarus [10].
- Röntgenaufnahmen:
 - Belasteter Fuß in zwei Ebenen: Stressreaktionen am Metatarsale V? Hyperaktivität des Musculus tibialis posterior mit talonavikularer Subluxation? Verstärkte Flexion des ersten Strahls?
 - Oberes Sprunggelenk in zwei Ebenen unter Belastung, Saltzman-Aufnahme [11]: Grad der Arthrose nach Takakura (Tabelle 2). Ausmaß der Achsabweichung.
- Optional SPECT-CT:
 - Aktivitätsbelegung der degenerativ veränderten Areale sowie der gelenknahen Zysten. Bipolare, also beidseits der Gelenklinie liegende aktive Läsionen haben häufig eine schlechtere Prognose.
- Optional CT, MRT bei speziellen Fragestellungen wie
 - Osteochondrosis dissecans,
 - Peronealsehnenruptur,
 - Beurteilung der Ligamente (laterale Insuffizienz, mediale kontrakte Narben?).
- Genaue Planung der Osteotomie unter Berücksichtigung der Lokalisation der Fehlstellung (Abbildungen 1 und 2). Eine leichte valgische Überkorrektur von 2–3° wird von den meisten Autoren empfohlen [1, 7, 13, 14]. Bei posttraumatischer Fehlstellung sind bereits bestehende Zugänge in die Planung einzubeziehen.
- Pedobarographische Untersuchung: Beurteilung der Druckverteilung unter dem Fuß.
- Unmittelbar vor der Operation: lokale Rasur, Antibiotikaprophylaxe entsprechend den hausinternen Richtlinien (z.B. Cephalosporine der zweiten Generation wie Cefuroxim [Zinacef®] 1,5 g i.v.).

Abbildung 1

Planung der Osteotomie: Für die Höhe der Basis des zu resezierenden Keils an der Tibia gilt annäherungsweise $x = y \times \tan \alpha$. Bei der Osteotomie resultiert somit etwa eine Winkelkorrektur von 1° bei einer Resektion von 1 mm (bei geringen Korrekturen weniger).

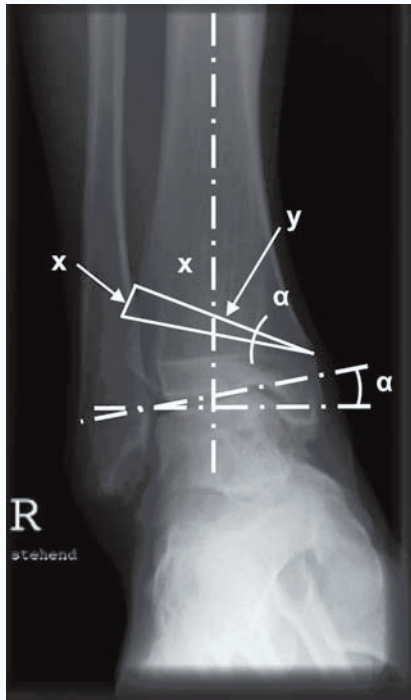
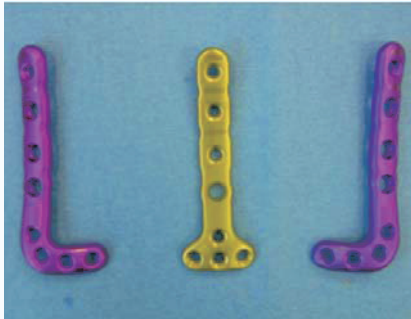


Abbildung 3

Durch anatomisch vorgeformte winkelstabile Platten kann eine gute Primärstabilität erreicht werden.



Instrumentarium und Implantate

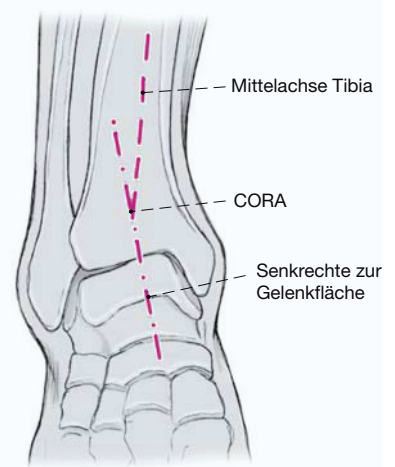
- Osteosynthese: Nach Möglichkeit winkelstabile Implantate, z.B. Korrekturosteotomieplatten für die distale Tibia (Newdeal, Lyon, Frankreich, Abbildung 3)
- DBX (Demineralized Bone Matrix, Synthes, Oberdorf, Schweiz) als Interponat bei aufklappenden Osteotomien.

Anästhesie und Lagerung

- Wahl der Anästhesieform entsprechend den Komorbiditäten. Vorzugsweise Spinalanästhesie. Eventuell peripherer Schmerzkatheter.
- Lagerung entsprechend dem gewählten Zugang:

Abbildung 2

CORA („center of rotation and angulation“): Bei posttraumatischen Deformitäten sollte die Osteotomie auf der Höhe der Achsabweichung geplant werden, da sonst eine Translation des distalen Fragments mit entsprechender Verschiebung der mechanischen Achse des Gelenks resultiert.



- Ventraler Zugang: Rückenlagerung, flaches Kissen unter dem Unterschenkel. Fuß bündig mit dem Tischende abschließend.
- Lateraler Zugang: Leichte Seitenlagerung mit einem Keilkissen unter dem ipsilateralen Becken und einem flachen Kissen unter dem zu operierenden Unterschenkel. Seitenstütze am kontralateralen Becken, damit der Tisch bei Bedarf gekippt werden kann.
- Medialer Zugang: Rückenlagerung mit leicht angewinkeltem ipsilateralen Knie und flachem Kissen unter dem zu operierenden Fuß. Seitenstützen am ipsilateralen Becken, damit der Tisch bei Bedarf gekippt werden kann.

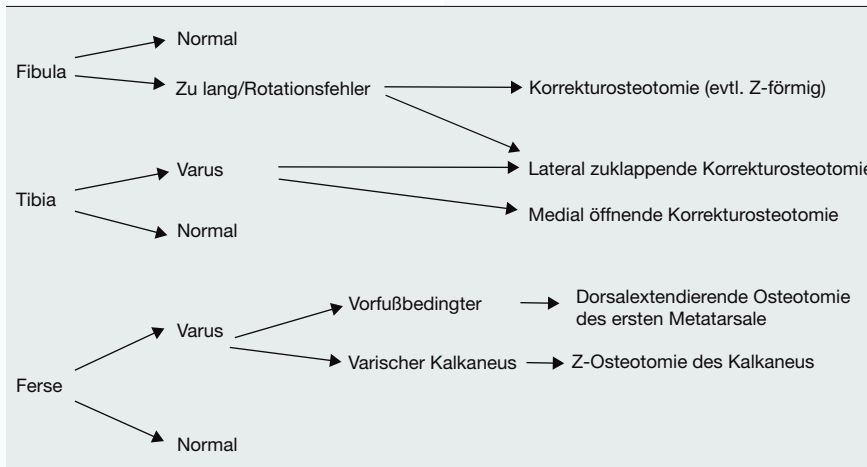
Operationstechnik

Abbildungen 4 bis 13

Die Korrekturosteotomie wird in Höhe der Deformität (Unterschenkel und/oder Rückfuß) durchgeführt (Tabelle 3).

Tabelle 3

Algorithmus für die Korrekturosteotomien bei Varusdeformitäten am Rückfuß (modifiziert nach Pagenstert et al. [7]).



Korrekturosteotomie am Unterschenkel

Die korrigierenden Osteotomien an der distalen Tibia können entweder durch eine laterale Keilentnahme („closing wedge“) oder durch eine medial öffnende Osteotomie („opening wedge“) durchgeführt werden.

Medialer Zugang (öffnende Osteotomie)

Abbildung 4

Bogenförmiger Hautschnitt über dem medialen Malleolus, der distal nach ventral über die Malleolenspitze hinaus verlängert wird. Darstellung der distalen Tibia unter Schonung des Periosts, des Nervus saphenus und des distalen Ausläufers der Vena saphena magna, die in der Regel ventral der Inzision liegen. Inzision der Sehnenscheide des Musculus tibialis posterior proximal des medialen Malleolus. Einsetzen eines Hohmann-Retractors unter die Sehne zur Darstellung der distalen Tibia. Nach Möglichkeit sollte die Sehnenscheide im distalen Anteil der Inzision nicht eröffnet werden.

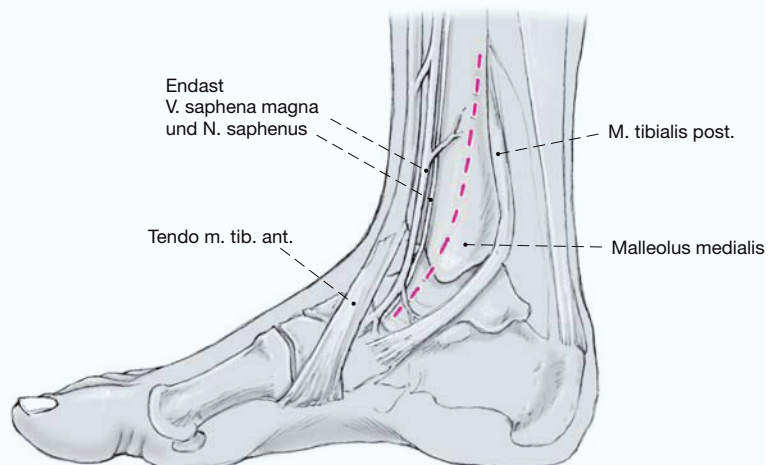


Abbildung 5

Unter Bildwandlerkontrolle Markierung der Osteotomieebene mit Hilfe eines Kirschner-Drahts, der von der medialen Metaphyse bis nach lateral in den Bereich der ehemaligen Wachstumsfuge eingebracht wird. Bei posttraumatischen Deformitäten wird der Kirschner-Draht im Bereich der Pseudarthrose oder im Scheitel der Deformität („center of rotation and angulation“ [CORA]) eingebracht [8]. Sparsames Abschieben an der Stelle der Osteotomie. Überprüfung der korrekten Positionierung des Hohmann-Retraktors, um eine Verletzung der Tibialis-posterior-Sehne zu vermeiden. Durchführen der Osteotomie mit einem breiten Sägeblatt (ständige Spülung) oder einem breiten Meißel parallel zum eingebrachten Kirschner-Draht. Visuelle Kontrolle optional unter Durchleuchtung. Es muss darauf geachtet werden, dass die Korrektur nur in der gewünschten Ebene (bei Varusfehlstellungen nur in der Frontalebene) erfolgt. Die laterale Kortikalis sollte nicht durchtrennt werden, um unerwünschte Rotations-, Translations- oder Flexions-/Extensionsfehlstellungen der distalen Tibia zu vermeiden. Unter Belassung der lateralen Kortikalis als Scharnier wird die Osteotomie nun behutsam mit einem Spreizer geöffnet. Einpassen eines synthetischen (z.B. Tutoplast® Spongiosa, Tutogen Medical GmbH, Neunkirchen) oder autogenen (z.B. Beckenkamm) Platzhalters. Optional sind das Einbringen demineralisierter Knochenmatrix (z.B. DBX, Synthes) und die Verwendung spezieller Implantate (z.B. Puddu-Platte, Arthrex, Naples, FL, USA) möglich. Abschließende Bildwandlerkontrolle.

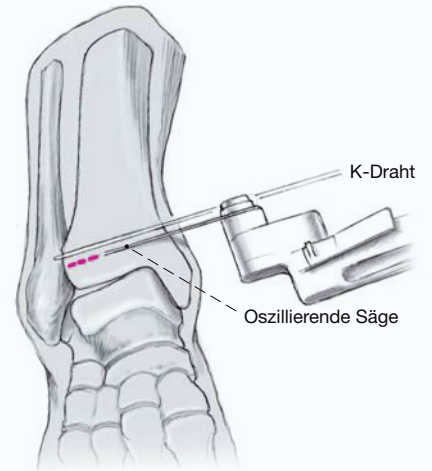


Abbildung 6

Osteosynthese durch winkelstabiles Implantat (s. Abbildung 3). Periostverschluss über der Osteotomie mit einem resorbierbaren Faden der Stärke 2-0. Adaptation der Sehnenscheide des Musculus tibialis posterior. Optional Einbringen einer Drainage. Wundverschluss mit Subkutan- und Hautnähten.

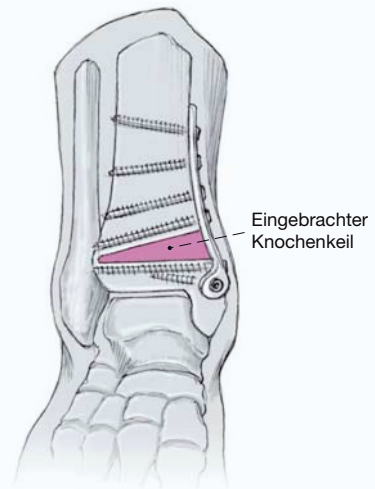


Abbildung 7

Gepolsterter Watteverband und Ruhigstellung des Gelenks in einer Schiene (z.B. Fußlagerungsschiene, Salzmann AG, St. Gallen, Schweiz) oder im Gipsverband.



Lateraler Zugang (zuklappende Osteotomie)

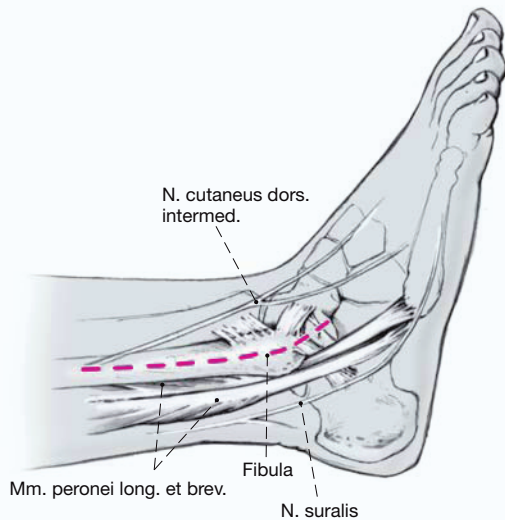


Abbildung 8

Bei lateral zuklappender Osteotomie muss meist die Fibula verkürzt werden, um die Kongruenz im oberen Sprunggelenk zu wahren. Hautschnitt über der anterioren Hälfte der distalen Fibula. Darstellung der lateralen Fibula mit Schonung des Periosts sowie der Äste des Nervus peroneus und des Nervus suralis. Gelegentlich müssen Äste der Rami malleolares laterales durchtrennt werden.

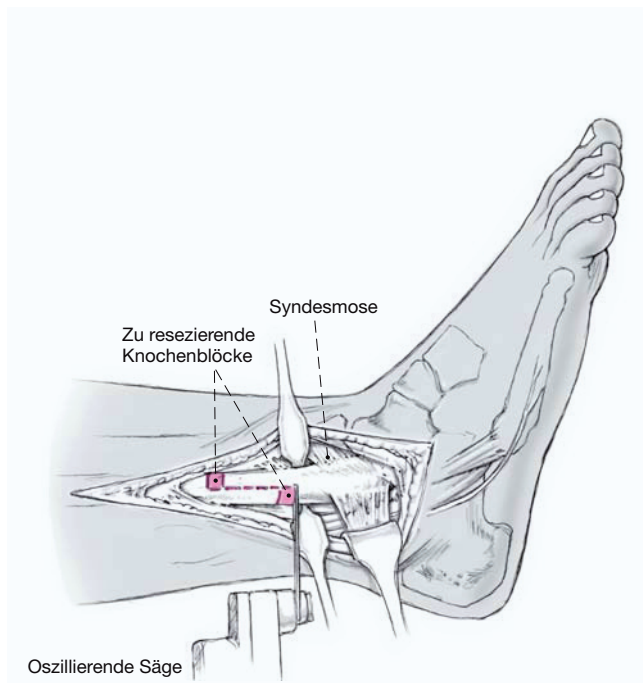


Abbildung 9

Z-förmige Osteotomie der Fibula über eine Länge von 8–10 cm, wobei der distale vertikale Schnitt proximal der Syndesmose liegt. Optional Markierung der Eckpunkte der Osteotomie mit Kirschner-Drähten und visuelle Bildwandlerkontrolle. Alternativ zur Z-förmigen Osteotomie ist eine einfache Osteotomie in der Horizontalebene der Fibula mit Knochenresektion möglich (cave: verminderte Primärstabilität und Risiko einer Fehlpositionierung, insbesondere Rotationsfehlstellung).

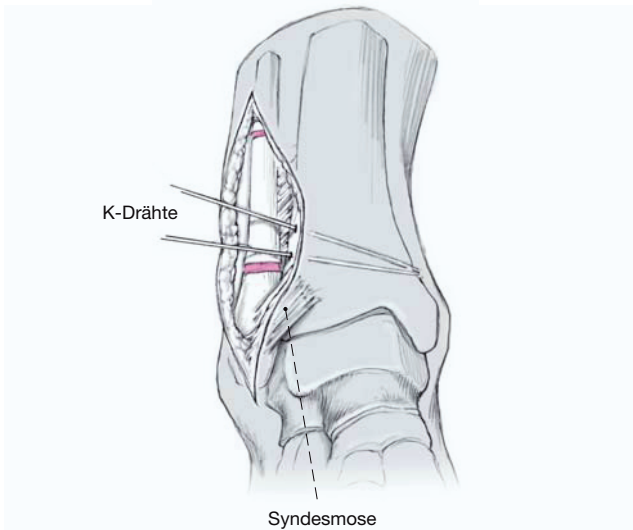


Abbildung 10
Darstellung der distalen Tibia sowie Markierung der Osteotomieebene und des ermittelten Knochenkeils mit Kirschner-Drähten, die von der lateralen Metaphyse in Richtung ehemalige Wachstumszone auf der medialen Seite eingebracht werden. Anzustreben ist, dass sich die Kirschner-Drähte unmittelbar medial der medialen Kortikalis kreuzen, um eine unbeabsichtigte vollständige Osteotomie zu verhindern. Bestehen Vernarbungen hinter dem medialen Malleolus, empfiehlt sich die Darstellung der Tibialis-posterior-Sehne über eine kleine Hilfsinzision, um eine Verletzung zu vermeiden.



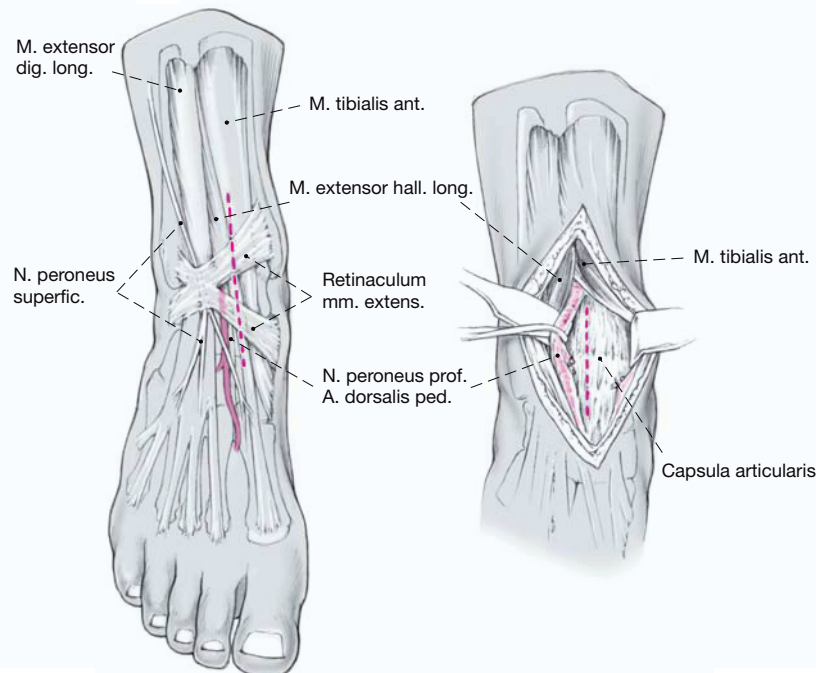
Abbildung 11
Plattenosteosynthese mit ausreichender Kompression des Osteotomiespalts über einen Plattenspanner (z.B. Plattenspanner der Fa. Newdeal oder AO-Plattenspanner) oder durch exzentrisches Bohren. Optional Einbringen demineralisierter Knochenmatrix. Anschließend Verkürzung der Fibula und Überprüfung der Position unter Bildwandlerkontrolle. Bei ausgedehnten Korrekturen ist ggf. die Mobilisation der Syndesmose erforderlich, um ein kongruentes Gelenk zu erreichen. Hierzu Ablösen der Syndesmose im Bereich der distalen Fibula mit einer knöchernen Schuppe und Refixation nach der Osteosynthese mittels Schraube oder transossärer Nähte. Osteosynthese der Fibula mit einzelnen Schrauben (bei Z-förmiger Osteotomie) oder einer Drittelrohrplatte. Wundverschluss.

Vorderer Zugang

Die Vorteile dieses Zugangs liegen darin, dass die gleiche Inzision für eine spätere Sekundärversorgung mittels Prothese oder Fusion verwendet werden kann. Nachteilig ist, dass die Fibula durch diesen Zugang nicht erreicht werden kann. Aus diesem Grund eignet er sich vor allem für kleine Achsenkorrekturen.

Abbildung 12

Hautinzision zwischen den Sehnen des Musculus tibialis anterior unter Erhalt der Sehnenscheide medial und des Musculus extensor hallucis longus lateral. Darstellung und Schonung des Nervus peroneus superficialis. Eröffnen des Retinaculum musculorum extensorum und Verziehen des neurovaskulären Bündels nach lateral. Darstellung der distalen Tibia. Durchführung der Osteotomie entsprechend der Planung nach Markierung mit Kirschner-Drähten.

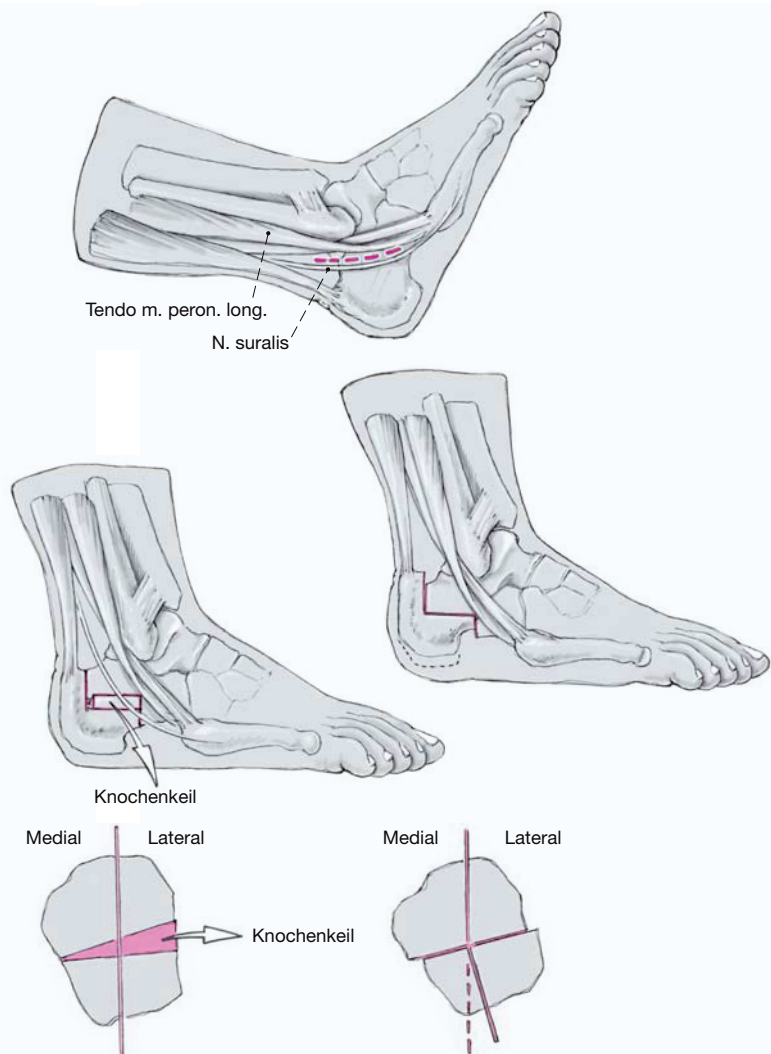


Korrekturosteotomie des Kalkaneus

Neben der Dwyer-Osteotomie [2] erlaubt die Z-förmige Osteotomie des Kalkaneus eine bessere Korrektur durch Lateralisierung des Tuber calcanei und zusätzliche laterale Keilentnahme. Hierbei wird auch eine bessere Primärstabilität erreicht, und zudem wird der Hebelarm der Achillessehne nicht verkürzt [4, 6, 16].

Abbildung 13

Leicht gebogene Inzision parallel und etwa 1 cm posterior der Peroneus-longus-Sehne. Schonung des Nervus suralis. Markierung der Eckpunkte der Osteotomie mit Kirschner-Drähten. Die Osteotomie sollte etwa 2 cm lang sein und parallel zur Fußsohle verlaufen. Der vordere vertikale Schnitt liegt in Höhe des Sustentaculum tali, der hintere Schnitt läuft vor der Achillessehne in die konkave superiore Fläche des Tuber calcanei aus. Schonung der Achillessehne mit einem Hohmann-Retractor. Osteotomie mit der oszillierenden Säge bis zur medialen Kortikalis und Vervollständigung mit Meißeln zur Weichteilschonung. Resektion eines lateralbasigen Knochenkeils von 3–6 mm Höhe (entsprechend der Fehlstellung). Anschließend laterale Verschiebung des Tuber calcanei. Optional Verlängerung des Kalkaneus durch posteriores Verschieben des Tuber calcanei möglich. Sicherung der Osteotomie mit ein oder zwei Kirschner-Drähten und Bildwandlerkontrolle. Stabilisierung über ein oder zwei kanülierte Schrauben (6–7,5 mm). Wundverschluss.



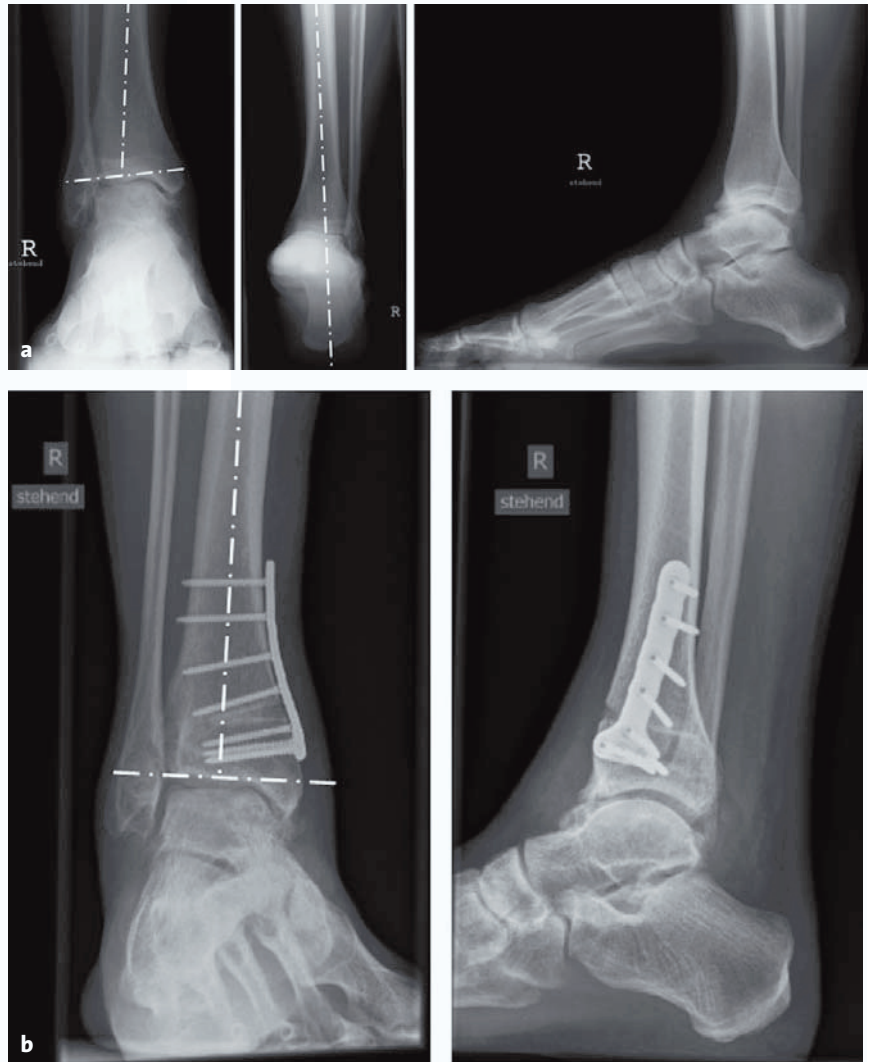
Postoperative Behandlung

- Steriler Watteverband mit ausreichender Polsterung. Ruhigstellung des oberen Sprunggelenks in einer Orthese oder Gipsschiene.
- Strenge Bettruhe für 24 h, anschließend gelockerte Bettruhe (kurzes Aufstehen/Sitzen).
- Erster Verbandswechsel nach 48 h; dabei Anlage eines gespaltenen Softcast.
- Nach Anlage des Softcast Beginn mit der Mobilisation an Unterarmgehstützen unter physiotherapeutischer Anleitung mit Bodenkontakt für 6–8 Wochen.

- Bei gesicherter Wundheilung wird ein geschlossener, zirkulärer Gipsverband angelegt, der bis zur klinisch-radiologischen Kontrolle nach 6–8 Wochen getragen wird.
- Bei röntgenologisch fortgeschrittener Konsolidierung nach 6–8 Wochen sukzessiver Übergang zur Vollbelastung über weitere 2 Wochen.
- Physiotherapeutische Behandlung: Gangschulung, muskuläre Kräftigung insbesondere der Peronealmuskulatur.

Abbildungen 14a und 14b

a) Röntgenbilder eines 29-jährigen männlichen Patienten mit einer isolierten Varusfehlstellung im Tibiotalargelenk, die sich auch in der Medialisierung in der Saltzman-Aufnahme zeigt.
 b) Röntgenbilder 3 Monate nach medial aufklappender Osteotomie der distalen Tibia mit einer Normalisierung der Winkel im tibiotalaren Gelenk.



Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Über- oder Unterkorrektur an der Tibia: Erneute Korrektur, prothetische Versorgung oder Arthrolyse des oberen Sprunggelenks.
- Durchtrennen der Tibialis-posterior-Sehne: Beim medialen Zugang sollte am Ende der Operation die Kontinuität überprüft werden. Beim lateralen Zugang ist die Prüfung schwieriger: Perkutan kann die Sehne meist getastet werden. Bei zweifelhaften Befunden ist die Sehne durch eine kleine Inzision freizulegen. Bei einer Läsion sollte eine primäre Sehnennaht durchgeführt werden.
- Laterales Impingement bei der medial öffnenden und der lateral zuklappenden Osteotomie: Lokal antiinflammatorische Maßnahmen (Ultraschall, lokal aufgetragene Antiphlogistika, Infiltrationen) oder Schuhanpassung (Fußbettung zur Verminderung der

Pronationsbewegung). Bei Beschwerdepersistenz: Chirurgisches Débridement, ggf. sekundäre Osteotomie der Fibula.

- Durchtrennen der Gegenkortikalis bei der Osteotomie mit dem Risiko einer Dislokation durch die relative Rotations- und Translationsinstabilität: Sicherung der Osteotomie durch eine zweite Platte.
- Fehlpositionierung der Fibula bei lateral zuklappenden Osteotomie mit lateralem Impingement, intraartikulärer Fehlbelastung und/oder ligamentärer Instabilität: Gegebenenfalls muss hier eine sekundäre Korrekturosteotomie erwogen werden.
- Verletzung der medialen Strukturen (Arteria tibialis posterior, Nervus tibialis, Flexorensehnen) bei der Kalkaneusosteotomie: Im Zweifelsfall Exploration und ggf. Rekonstruktion.

- Aufgrund der nur wenig verschieblichen Haut über dem Kalkaneus können bei ausgedehnten Korrekturen Wundheilungsstörungen durch Anspannung der Weichteile entstehen: Bei ausgedehnten Korrekturen sollte deshalb eine größere Keilentnahme erwogen werden.
- Pseudarthrose: Revisionsoperation mit erneuter Osteosynthese, ggf. mit Spongiosaplastik.
- Chronisch-regionales Schmerzsyndrom: Interdisziplinäre Therapie (Analgesie, Therapie des Knochenkatabolismus, Physiotherapie).

Ergebnisse

In einer eigenen Serie wurden insgesamt zwölf Patienten mit einer Varusarthrose des oberen Sprunggelenks über einen Zeitraum von 5 Jahren (3–10,5 Jahre) klinisch und radiologisch nachkontrolliert (Abbildungen 14a und 14b). Wie von anderen Autoren berichtet [1, 13, 14], wurde ein signifikanter Schmerzrückgang auf der visuellen Analogskala (VAS) von 7 (4–10) auf 3 (1–6) beobachtet ($p = 0,0001$) [7]. Analog zu den Literaturangaben [1, 14, 15] zeigten alle Patienten eine Funktionssteigerung mit verbesserter Gehfähigkeit, erhöhter Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk mit präoperativ 33° ($5\text{--}55^\circ$) im Vergleich zu 39° ($25\text{--}50^\circ$) postoperativ und allgemein erhöhter körperlicher Aktivität [7]. Der Takakura-Score (s. Tabelle 2) zeigte bei insgesamt neun Patienten (75%) einen radiologischen Rückgang der Arthrosezeichen von 2,2 (1–3) präoperativ auf 1,4 (1–2) postoperativ. Bei drei Patienten war der Takakura-Score unverändert.

Seit 2001 wurde die Z-förmige Osteotomie am Kalkaneus bei insgesamt 18 Patienten (elf weiblich, sieben männlich, Alter 47 Jahre [19–67 Jahre]) mit varischer Rückfußkonfiguration durchgeführt. Die Patienten wurden über einen Nachuntersuchungszeitraum von 17 Monaten (6–50 Monate) nachkontrolliert. Alle Patienten zeigten nach 6 Monaten eine radiologisch durchbaute Osteotomie [4]. Bei einem Patienten wurde die Korrektur als ungenügend beurteilt, wobei jedoch subjektiv das Resultat besser als der präoperative Zustand empfunden wurde. Ein weiterer Patient klagte über persistierende Hypästhesien im Narbenbereich und ein Patient über eine knöcherne Prominenz am lateralen Rückfuß, die jedoch die Peronealsehnen nicht beeinflusste [4].

Literatur

1. Cheng YM, Huang PJ, Hong SH, et al. Low tibial osteotomy for moderate ankle arthritis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001;121:355–8.
2. Dwyer FC. Osteotomy of the calcaneum for pes cavus. *J Bone Joint Surg Br* 1959;41:80–6.
3. Harstall R, Lehmann O, Krause F, et al. Supramalleolar lateral closing wedge osteotomy for the treatment of varus ankle arthrosis. *Foot Ankle Int* 2007;28:542–8.
4. Knupp M, Horisberger M, Hintermann B. A new Z-shaped calcaneal osteotomy for 3-plane correction of severe varus deformity of the hindfoot. *Tech Foot Ankle Surg* 2008: in press.
5. LaClair SM. Reconstruction of the varus ankle from soft-tissue procedures with osteotomy through arthrodesis. *Foot Ankle Clin N Am* 2007;12:153–76.
6. Malerba F, De Marchi F. Calcaneal osteotomies. *Foot Ankle Clin* 2005;10:523–40, vii.
7. Pagenstert G, Hintermann B, Barg A, et al. Realignment surgery as alternative treatment of varus and valgus ankle osteoarthritis. *Clin Orthop* 2007;462:156–68.
8. Paley D. Frontal plane mechanical and anatomic axis planning. In: Paley D, ed. *Principle of deformity correction*, 3rd edn. Berlin–Heidelberg–New York: Springer, 2005:67–8.
9. Radin EL, Burr DB, Caterson B, et al. Mechanical determinants of osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 1991;21:Suppl 2:12–21.
10. Sage FP. Inheritable progressive neuromuscular diseases. In: Canales ST, ed. *Campbell's operative orthopaedics*, 7th edn. St. Louis: Mosby, 1987:3082.
11. Saltzman CL, El-Khoury GY. The hindfoot alignment view. *Foot Ankle Int* 1995;16:572–6.
12. Stamatis ED, Cooper PS, Myerson MS. Supramalleolar osteotomy for the treatment of distal tibial angular deformities and arthritis of the ankle joint. *Foot Ankle Int* 2003;24:754–64.
13. Takakura Y, Takaoka T, Tanaka Y, et al. Results of opening-wedge osteotomy for the treatment of a post-traumatic varus deformity of the ankle. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80:213–8.
14. Takakura Y, Tanaka Y, Kumai T, et al. Low tibial osteotomy for osteoarthritis of the ankle. Results of a new operation in 18 patients. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77:50–4.
15. Tarr RR, Resnick CT, Wagner KS, et al. Changes in tibiotalar joint contact areas following experimentally induced tibial angular deformities. *Clin Orthop* 1985;199:72–80.
16. Weil LS Jr, Roukis TS. The calcaneal scarf osteotomy: operative technique. *J Foot Ankle Surg* 2001;40:178–82.

Korrespondenzanschrift

Dr. Markus Knupp
 Orthopädische Klinik
 Kantonsspital Liestal
 4410 Liestal
 Schweiz
 Telefon (+41/61) 925-2226, Fax -2808
 E-Mail: markus.knupp@ksli.ch