

Die Operation des erworbenen Plattfußes

Surgical Correction of the Acquired Flat Foot

Hans-Jörg Trnka¹, Gerd M. Ivanic²

Zusammenfassung

Operationsziel

Korrektur des erworbenen Plattfußes mit Wiederherstellung einer möglichst normalen Form und schmerzfreien Funktion des Fußes.

Indikationen

Erworbener Plattfuß, bedingt durch Sehneninsuffizienz des Musculus tibialis posterior im Stadium II bei passiv korrigierbarer Abduktion des Vorfußes und Valgusstellung des Rückfußes sowie schmerzhaften Funktionsstörungen des Musculus tibialis posterior.

Kontraindikationen

Sehneninsuffizienz des Musculus tibialis posterior, Stadium III.
Passiv nicht mehr korrigierbare Fehlstellung.
Arthrose des Chopart'schen Gelenks und des unteren Sprunggelenks.

Operationstechnik

Medialisierende Kalkaneusosteotomie mit Schraubenfixation der Fragmente über einen lateralen Zugang. Exzision der teilweise oder vollständig rupturierten Sehne. Abtrennung der Sehne des Musculus flexor digitorum longus am Henry'schen Knoten. Verlagerung der Sehne durch einen Bohrkanaal im Os naviculare und Fixation mit transossären Nähten.

Ergebnisse

Es wurden 29 Patienten (30 Füße) operiert. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug 1–5 Jahre, durchschnittlich 1,5 Jahre. Die Resultate zeigten bei 28 der 29 Patienten eine deutliche Verbesserung der Form und Funktion des Fußes.

Schlüsselwörter

Erworbener Plattfuß · Kalkaneusosteotomie · Sehnenverlagerung · Sehneninsuffizienz des Musculus tibialis posterior

Abstract

Objective

Correction of the acquired flat foot, restoration of the aspect of the foot as much as possible, and regain of a pain-free function.

Indications

Acquired flat foot secondary to a tendon dysfunction stage II of the tibialis posterior muscle in the presence of a passively corrigible abduction of the forefoot and of valgus of the hindfoot.
Pain-induced functional disturbances of the tibialis posterior.

Contraindications

Tendon insufficiency stage III.
Rigid fore- and hindfoot deformity.
Osteoarthritis of Chopart's and subtalar joints.

Surgical Technique

Through a lateral approach, medial displacement osteotomy of calcaneal tuberosity and internal screw fixation. Excision of the partially or completely torn tendon. Detachment of the tendon of the flexor digitorum longus from Henry's knot. Transfer of the tendon through a bony tunnel in the scaphoid and fixation with transosseous sutures under moderate tension.

Results

Surgery was performed on 30 feet (29 patients). Average duration of follow-up 1.5 (1–5) years. A marked improvement of shape and function of the foot was seen in 28 patients.

Key Words

Acquired flat foot · Calcaneal osteotomy · Tendon transfer · Tibialis posterior tendon dysfunction

Operat Orthop Traumatol 2004;16:75–88

DOI 10.1007/s00064-004-1095-x

¹1. Abteilung, Orthopädisches KH Gersthof-Wien, Österreich,
²2 Allgemeines und Orthopädisches Krankenhaus Stolzalpe, Österreich.

Vorbemerkungen

Die Sehneninsuffizienz des Musculus tibialis posterior ist die häufigste Ursache des erworbenen Plattfußes [2, 3, 7, 8]. Die Funktionseinbuße des Musculus tibialis posterior führt zu einer Überlastung der plantaren und medialen Bandstrukturen am Fuß; sie werden sukzessive überdehnt, was wiederum zu einem progressiven „Kollaps“ des medialen Fußgewölbes mit vermehrtem Rückfußvalgus sowie Abduktion des Vorfußes und Steilstellung des Talus führt.

Als ursächlich für die Sehneninsuffizienz mit möglicher Ruptur werden verschiedene Faktoren angenommen: eine degenerative, sehr selten auch eine traumatische Ruptur der Sehne sowie eine inflammatorische Synovialitis. Am häufigsten sind übergewichtige Frauen im mittleren Lebensalter betroffen. Holmes & Mann [4] haben bei 60% ihrer Patienten einen oder mehrere der folgenden Faktoren nachgewiesen: Hypertonie, Adipositas, Diabetes mellitus, vorangegangene Operationen auf der Medialseite des Fußes sowie Cortisoninfiltrationen in diesem Bereich. Frey et al. [1] haben nachgewiesen, dass die Sehne des Musculus tibialis posterior eine schlecht durchblutete, gefäßarme Zone aufweist, die ca. 1–1,5 cm distal des medialen Malleolus beginnt und sich ca. 14 mm nach proximal ausdehnt; hier findet meist die Ruptur statt.

In den frühen Phasen der Erkrankung beschreiben die Patienten oft Schmerzen und Schwellungen im Verlauf der Sehne hinter dem medialen Malleolus. Häufig folgt ein symptomloses Intervall. Mit der Zeit beginnen die Verformung des Vorfußes und die Abflachung des medialen Gewölbes. In den späten Phasen, nach „Einbruch“ des medialen Gewölbes, kommt es durch ein Impingement der Fibulaspitze am Kalkaneus zu Schmerzen in diesem Bereich.

Johnson & Strom [5] haben das Krankheitsbild 1989 klassifiziert:

Im *Stadium I* besteht ein mäßiger retromalleolärer Schmerz mit Schwellung hinter dem Innenknöchel. Die Funktion der Sehne ist nur leicht herabgesetzt, so dass die Diagnose nur sehr selten gestellt wird. Die Stellung des Rück- und Vorfußes ist noch normal.

Im *Stadium II* ist die Sehne teilweise oder auch ganz gerissen. Die Muskelkraft des Musculus tibialis posterior ist deutlich herabgesetzt oder fehlt vollkommen. Der Patient kann auf der betroffenen Seite den Zehenstand nicht mehr ausführen. Außerdem können als sekundäre Veränderungen eine Pronation des Mittelfußes, Abduktion des Vorfußes und Abflachung des Längsgewölbes beobachtet werden. Zu diesem Zeitpunkt sind alle Veränderungen noch passiv korrigierbar.

Introductory Remarks

The insufficiency of the tibialis posterior tendon is the most frequent cause of an acquired flat foot [2, 3, 7, 8]. The functional loss of the tibialis posterior muscle leads to an excessive strain on the plantar and medial ligamentous structures of the foot. Their gradual stretching results in a collapse of the longitudinal arch accompanied by a hindfoot valgus, a forefoot abduction, and a vertically inclined talus.

Various factors have been implicated as causes for the insufficiency of the tibialis posterior muscle such as degenerative, and much less frequent traumatic, rupture of the tendon as well as an inflammatory synovitis. Middle-aged, overweight women are most often affected. In 60% of their patients, Holmes & Mann [4] found one or more predisposing factors: hypertension, obesity, diabetes mellitus, previous surgery on the medial aspect of the foot, and corticosteroid injections into this area. Frey et al. [1] documented a hypovascularity of the tendon that started 1–1.5 cm distal to the medial malleolus and ran proximally for an average of 14 mm; this zone corresponds to the site where ruptures usually occur.

During the early stages of the disease, patients frequently describe periods of pain and swelling of the tendon behind the medial malleolus. These periods are often followed by a symptom-free interval. Over time, the forefoot deforms and the longitudinal arch flattens. During the late stages, after complete collapse of the arch, an impingement between tip of lateral malleolus and os calcis leads to pain at this level.

In 1989, Johnson & Strom [5] proposed the following classification:

Stage I: moderate retromalleolar pain accompanied by swelling. The function of the tendon is only slightly impaired to a point where the diagnosis is rarely made. The position of fore- and hindfoot is preserved.

Stage II: the tendon is partially or completely torn. The power of the tibialis posterior is markedly reduced or abolished. The patient cannot perform a single heel rise. In addition, secondary deformities become apparent such as pronation of the midfoot, abduction of the forefoot, and flattening of the arch. During this stage, all deformities are passively corrigible.

Stage III: all above described deformities are more pronounced and cannot be corrected passively anymore.

The clinical diagnosis is based on inspection, palpation, and testing of function. A typical clinical finding is the “too many toes” sign: when viewing the foot from behind, more toes than normally seen become

Im *Stadium III* finden sich noch ausgeprägtere Veränderungen an Vor- und Rückfuß; sie können passiv nicht mehr korrigiert werden.

Die Diagnose wird klinisch gestellt: Hier sind vor allem die Inspektion, Palpation und Funktionsprüfung ausschlaggebend. Als typisches klinisches Zeichen wird das „too many toes“-Zeichen (zu viele Zehen) beschrieben, welches durch die Abduktion des Vorfußes entsteht. Man kann nämlich bei Betrachtung eines Patienten von hinten wegen der Abduktion seines Vorfußes mehr Zehen als die übliche fünfte Zehe sehen. Zudem besteht eine Schwäche im Zehenspitzenstand; der Rückfuß kann nicht mehr korrigiert werden, es verbleibt eine Valgusstellung [3]. Radiologisch sind Aufnahmen des Fußes dorsoplantar und seitlich jeweils stehend und im Seitenvergleich notwendig. Hier kann man das Tiefertreten des Talus sowie die Abduktion des Vorfußes erkennen.

visible due to the abduction of the forefoot. Single heel rise becomes difficult; the hindfoot malalignment cannot be corrected anymore and, consequently, valgus persists [3]. Standing dorsoplantar and lateral radiographs of both feet must be taken. They permit to detect a vertically inclined talus as well as the abduction of the forefoot.

Operationsprinzip und -ziel

Beseitigung von Schmerzen und Wiederherstellung einer möglichst normalen Form und Funktion des Fußes.

Durch die Kalkaneusosteotomie werden die Valgusstellung des Rückfußes, der Verlust des Längsgewölbes und die Abduktion des Vorfußes korrigiert [9], die Achse der unteren Extremität geändert und der Zug der Achillessehne medialisiert.

Durch die Verlagerung der Sehne des *Musculus flexor digitorum longus* wird die verloren gegangene Funktion des *Musculus tibialis posterior* teilweise ersetzt. Der Zehenspitzenstand wird danach wieder möglich.

Surgical Principles and Objective

Relief of pain and restoration of shape and function of the foot.

The goal of the calcaneal osteotomy is the correction of the valgus heel, the restoration of the arch, the correction of the abduction of the forefoot [9], the axial realignment of the lower limb, and the medialization of the pull of the Achilles tendon. The transfer of the tendon of the *flexor digitorum longus* aims to compensate in part for the lost function of the *tibialis posterior*. Following surgery, a single heel rise becomes possible.

Vorteile

- Die Schmerzen werden beseitigt.
- Der Zehenstand ist wieder möglich.
- Die Abduktion des Vorfußes wird korrigiert.
- Das Längsgewölbe wird wiederhergestellt.

Nachteile

- Die Sehne des *Musculus flexor digitorum longus* entspricht in Durchmesser und Kraft nicht der Sehne des *Musculus tibialis posterior*. Ein vollkommener Ersatz kann deshalb nicht erzielt werden.
- Radiologisch ist trotz klinischen Erfolgs eine vollständige Korrektur der Fehlstellungen nicht sichtbar.

Advantages

- Relief of pain.
- Restoration of single heel rise.
- Correction of forefoot abduction.
- Restoration of longitudinal arch.

Disadvantages

- Smaller diameter of *flexor digitorum tendon* and lesser power of the *flexor digitorum muscle* than that of *tibialis posterior tendon and muscle*.
- In spite of the clinical success, a complete correction of the malalignment is not visible radiologically.

Indikationen

- Auf konservativem Wege einschließlich Einlagenversorgung keine Linderung oder Beseitigung der Schmerzen am medialen oder lateralen Rand des Fußrückens.
- Fortbestehende Dysfunktion des Musculus tibialis posterior im Stadium II bei noch passiv korrigierbarer Fehlstellung mit Einsinken des Längsgewölbes und vermehrter Abduktion des Vorfußes.

Kontraindikationen

- Stadium III der Erkrankung.
- Schwere Allgemeinerkrankungen, wie z.B. Diabetes mellitus.
- Starke Adipositas.
- Passiv nicht korrigierbare Fehlstellung.
- Arthrose im Chopart'schen Gelenk oder im Subtalargelenk.

Patientenaufklärung

- Wundinfektion.
- Verletzung des Nervus suralis oder Ramus medialis nervi plantaris.
- Gefäßverletzungen.
- Thrombose.
- Schmerzhaft tastbare Schraube an der Ferse.
- Verzögerter Knochendurchbau; ungenügende Korrektur.
- Bewegungseinschränkung im oberen und unteren Sprunggelenk nach Fixation im Gipsverband.
- Dystrophie.
- Durchschnittlicher Krankenhausaufenthalt von 6–8 Tagen.
- 2 Wochen Liegegipsverband, weitere 4 Wochen entweder Gehgipsverband oder „Aircast Walker“.
- 6–12 Wochen Physiotherapie.
- Ab der 12. Woche volle Belastung möglich.
- Modelleinlagen nach Operation empfehlenswert.

Operationsvorbereitungen

- Röntgenaufnahmen beider Füße dorsoplantar und streng seitlich stehend.
- Fußreinigung, Nagelpflege.

Instrumentarium und Implantate

- Fußchirurgisches Instrumentarium.
- Oszillierende Säge.
- Bohrmaschine.
- Bohrer mit einem Durchmesser von 3,5–5,0 mm.
- Knochenspreizer.
- Klängenmeißel.

Indications

- Pain over the medial and lateral border of the dorsum of the foot not relieved by conservatives measures including arch supports.
- Persistence of tibialis posterior tendon dysfunction stage II (passively corrigible malalignment, flattening of the arch, and increased abduction of forefoot).

Contraindications

- Tendon dysfunction stage III.
- Serious health problems such as diabetes mellitus.
- Morbid obesity.
- Rigid malalignments.
- Osteoarthritis of Chopart's or subtalar joints.

Patient Information

- Risk of wound infection.
- Injury to sural nerve or medial branch of plantar nerve.
- Vessel injury.
- Thrombophlebitis.
- Proud screw head giving rise to pain.
- Delayed consolidation; insufficient correction.
- Decreased range of motion of ankle and subtalar joints secondary to immobilization in cast.
- Reflex sympathetic dystrophy.
- Duration of hospital stay 6–8 days.
- Below-knee, non-walking cast for 2 weeks followed by 4 weeks in walking cast or aircast walker.
- Physiotherapy for 6–12 weeks.
- Full weight bearing after 12 weeks.
- Arch supports recommended after surgery.

Preoperative Work Up

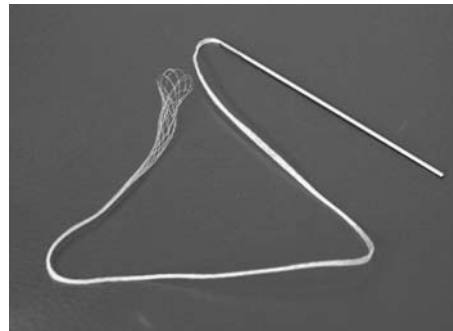
- Dorsoplantar and lateral radiographs of both feet in standing position.
- Cleansing of foot.
- Nail care.

Surgical Instruments and Implants

- Foot set.
- Oscillating saw.
- Drill.
- Drill bits, diameter from 3.5 to 5.0 mm.
- Bone spreader.
- Osteotome.
- Tendon trap “TENdone®” (Orthofil Sarl, Av. C.-S. Ramuz 80, 1009 Pully, Switzerland; Figure 1).
- Cannulated screws, diameter 6.5 or 7.3 mm.
- Image intensifier.

Abbildung 1
Sehnenfänger TENDone®.

Figure 1
Tendon trap TENDone®.



- Sehnenfänger „TENDone®“ (Orthofil Sarl, Av. C.-S. Ramuz 80, 1009 Pully, Schweiz; Abbildung 1).
- Kanülierte Schrauben der Größe 6,5 oder 7,3 mm.
- Bildwandler.

Anästhesie und Lagerung

- Lumbalanästhesie, Allgemeinnarkose oder sog. Knöchelleitungsanästhesie. Bei Letzterer werden der Nervus tibialis, Nervus suralis und Nervus peroneus communis gezielt mit einer Mischung aus 10 ml Xylocain® 1% (Lidocain) und 10 ml Carboesthesin® 0,5% (Bupivacain) umspritzt.
- Vakuummatratze. Für die Kalkaneusosteotomie wird der Patient zunächst streng seitlich auf die kontralaterale Seite, für die Sehnentransposition dann streng seitlich auf die ipsilaterale Seite gelagert.
- Blutleere und Blutsperre am Oberschenkel.
- Frei bewegliche Abdeckung des entsprechenden Beins.

Anesthesia and Positioning

- Regional, general anesthesia, or nerve block at ankle. The latter involves the tibial, sural, and common peroneal nerves; they are infiltrated with a mixture of 10 ml of Xylocaine® 1% (lidocaine) and 10 ml of bupivacaine 0.5%.
- Positioning on a gel mattress. For the calcaneal osteotomy exact lateral decubitus on the contralateral side and for the subsequent tendon transfer exact lateral decubitus on the affected side.
- Exsanguination and tourniquet at thigh.
- Free draping of the affected limb.

Operationstechnik

Abbildungen 2 bis 9

Surgical Technique

Figures 2 to 9

Abbildung 2

Schräger, dem Verlauf der Peronealsehnen folgender Hautschnitt von ca. 5 cm Länge, ca. 2 cm dorsal der Fibulaspitze.

Figure 2

Oblique skin incision, 5 cm in length, following the course of the peroneal tendons running 2 cm posterior to the tip of the lateral malleolus.

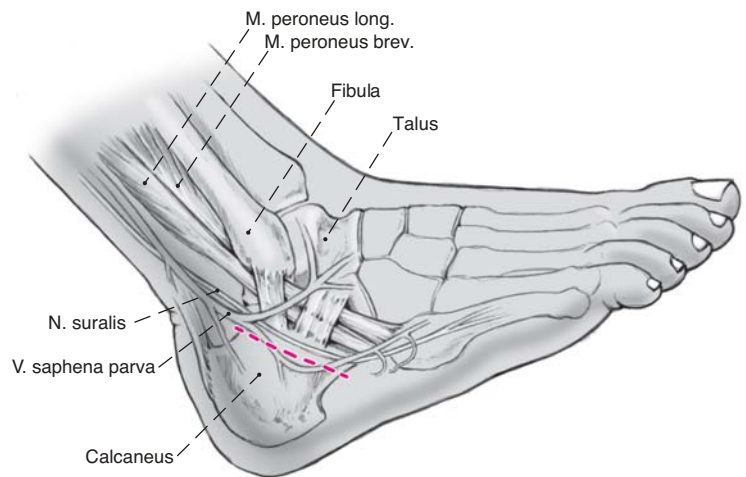


Abbildung 3

Peronealsehnen, Nervus suralis und Vena saphena parva werden dargestellt und stumpf mit Wundhaken nach ventral weggehalten. Das Periost des Kalkaneus wird in Höhe der geplanten Osteotomie inzidiert und vom Knochen abgeschoben. Im proximalen und distalen Wundwinkel werden subperiostal stumpfe Hohmann-Hebel um den Kalkaneus eingesetzt.

Figure 3

Exposure and, with a blunt wound hook, anterior retraction of peroneal tendons, sural nerve, and small saphenous vein. Incision and detachment of the calcaneal periosteum at the level of the planned osteotomy. Blunt Hohmann retractors are inserted around the calcaneus proximally and distally.

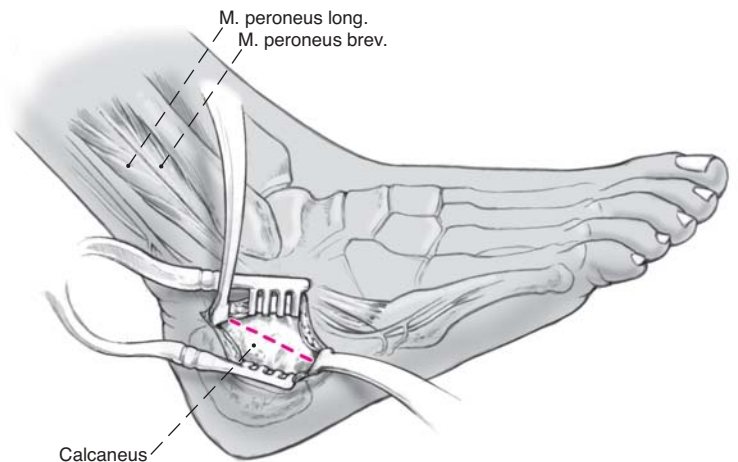
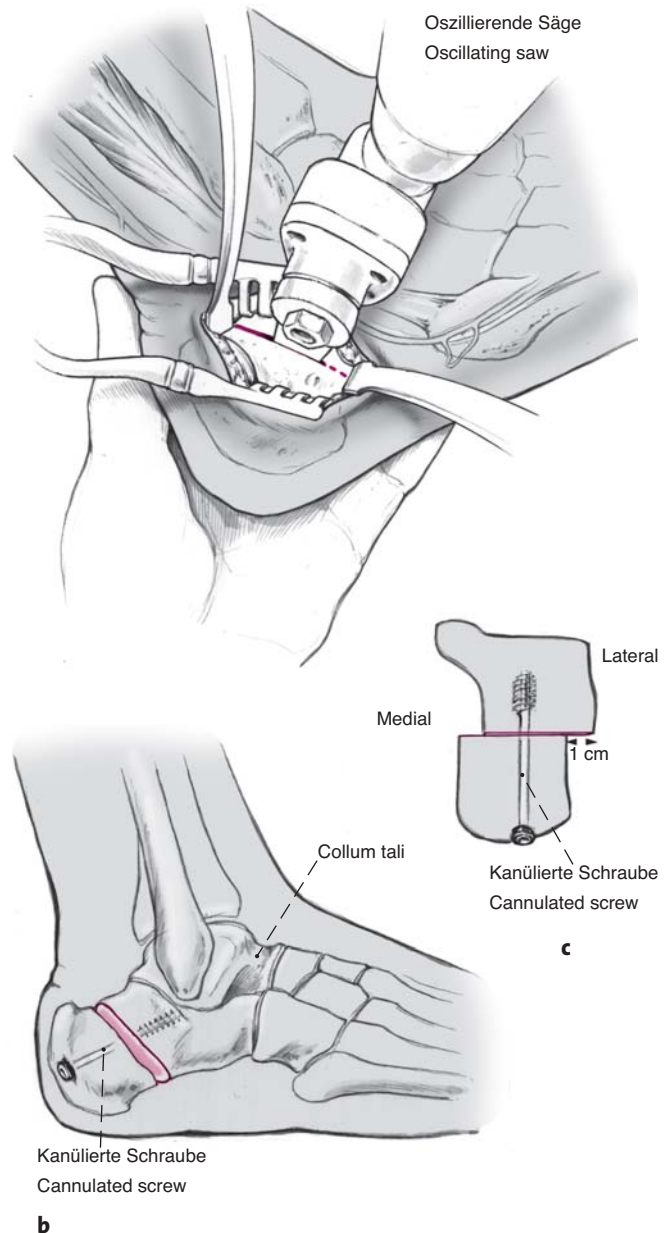


Abbildung 4

Mit der oszillierenden Säge wird das Corpus calcanei schräg von dorsal proximal nach plantar distal in einem Winkel von ca. 45° osteotomiert.

Figure 4

Oblique calcaneal osteotomy going from dorsal proximal to plantar distal at an angle of 45° with an oscillating saw.



a

b

Abbildungen 5a bis 5c

Das dorsale Fragment wird mobilisiert und um 1 cm nach medial verschoben (a). In korrigierter Stellung wird ein Führungsdraht für die kanülierte Spongiosaschraube vom Tuberculum calcanei von latero plantar über die Osteotomie in den ventralen Anteil des Calcaneus gebohrt; seine Lage wird mit dem Bildwandler kontrolliert. Der Draht liegt dorsal des Tuberculum calcanei im Übergang der Fußsohlenhaut zur normalen Haut in Richtung Talushals. Die Schraube wird ohne Vorbohren eingesetzt; ihr Kopf sollte plan zur Kortikalis des Tuberculum calcanei liegen (b, c). Glätten des Osteotomieandes am distalen Fragment auf der Lateralseite. Einlegen eines 10er Drains und schichtweiser Wundverschluss. Umlagerung des Patienten.

Figures 5a to 5c

The posterior fragment is mobilized and displaced medially by 1 cm (a). With the foot in the corrected position and under image intensification, a guide wire for the cannulated screw is inserted into the calcaneal tuberosity from latero plantar in direction of the talar neck. It crosses the osteotomy and ends in the anterior part of the calcaneus. The entry point lies at the posterior aspect of the tuberosity at the junction between the skin of the sole and normal skin. Insertion of the screw without predrilling; the screw head should be flush with the cortex (b, c). Image intensifier control of screw position. The lateral edge of the distal fragment created by the osteotomy is beveled. Insertion of a suction drain #10, wound closure in layers. Turning of the patient on the opposite side.

Abbildungen 6a und 6b

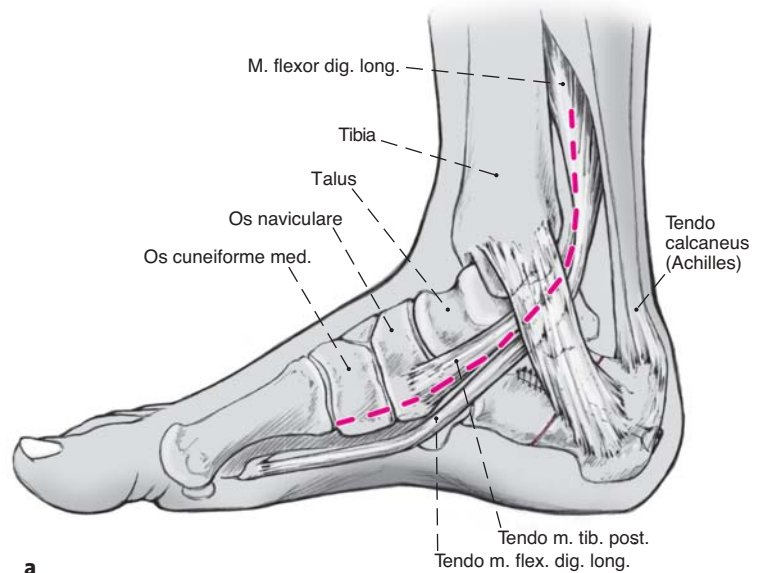
Die Haut wird im Verlauf der Sehne des Musculus tibialis posterior hinter dem Innenknöchel bis zum Os naviculare über eine Länge von 15 cm inzidiert (a).

Anschließend wird das Sehnenscheidenfach des Musculus tibialis posterior eröffnet; die Sehne wird inspiziert und bis auf einen 1 cm langen distalen Stumpf reseziert, und zwar selbst dann, wenn sie nur teilweise rupturiert ist. Auch eine teilweise rupturierte Sehne ist weitgehend funktionslos. Eine Raffung würde zu keinem Erfolg führen. Das Ligamentum calcaneonaviculare und die mediale Kapsel des Talonavikulargelenks werden in jedem Fall inspiziert. Sind diese Strukturen überdehnt oder gerissen, wird eine ovale „Streifen“ exzidiert, und/oder es werden Raffnähte vorgelegt (b).

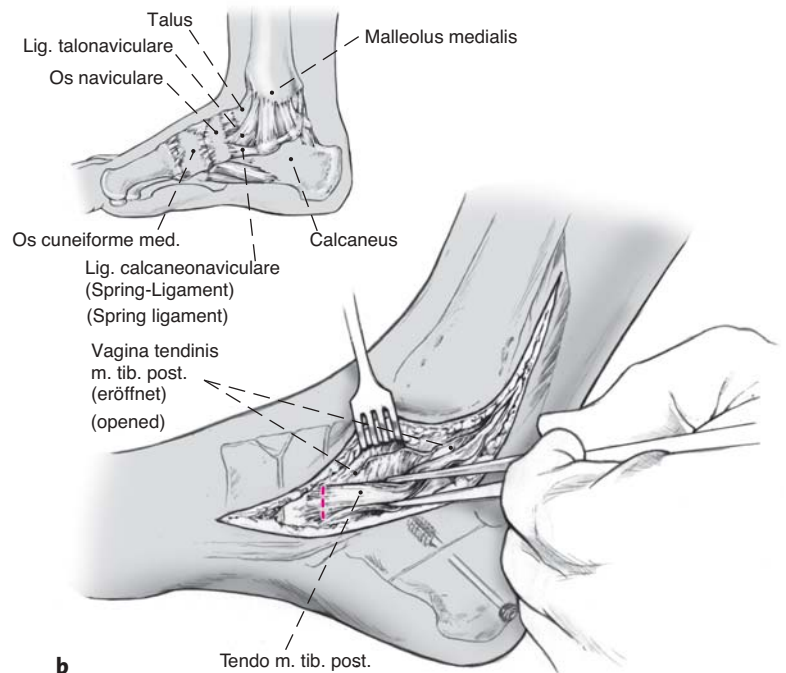
Figures 6a and 6b

Skin incision, 15 cm in length, following the course of the tibialis posterior behind the medial malleolus and ending at the scaphoid (a).

Opening of the tendon sheath of the tibialis posterior; inspection of the tendon and resection of the degenerative portion leaving a 1-cm distal stump. Even in the presence of a partial tear, the tendon is resected, as the damaged tendon has lost its function. Any reefing of the tendon would be unsuccessful. Inspection of calcaneonavicular ligament and of the medial part of the talonavicular joint. If these structures are stretched or torn, they are shortened by an oval excision or reefed (b).



a



b

Abbildungen 7a und 7b

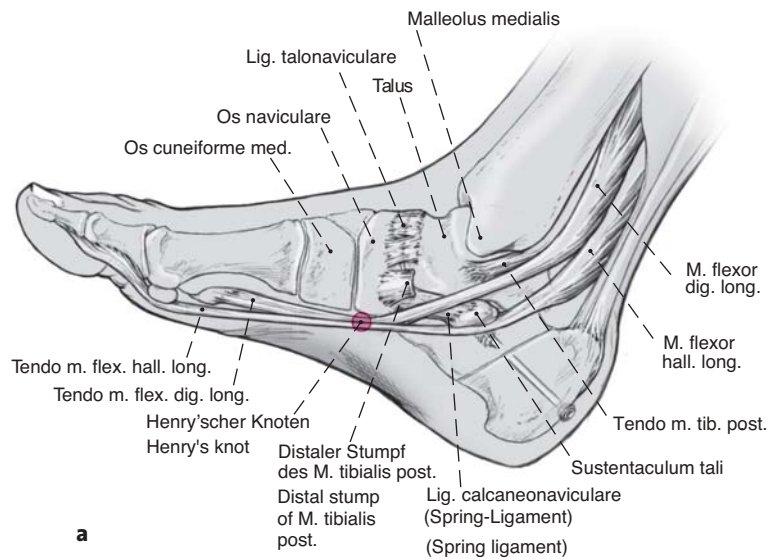
Das Sehnenfach des Musculus flexor digitorum longus wird eröffnet und die Sehne bis zum Henry'schen Knoten dargestellt. Dieser bezeichnet die anatomische Region, in der die Sehnen des Musculus flexor digitorum longus und Musculus flexor hallucis longus zusammengewachsen sind (a).

Sind Verbindungen vorhanden (in den meisten Fällen), kann die Sehne des Musculus flexor digitorum longus ohne Naht zur Sehne des Musculus flexor hallucis longus und knapp vor dem Henry'schen Knoten durchtrennt werden. Besteht keine Verbindung zwischen den Sehnen des Musculus flexor hallucis longus und Musculus flexor digitorum longus, muss der distale Stumpf der Sehne des Musculus flexor digitorum longus mit dem des Musculus flexor hallucis longus vernäht werden (b).

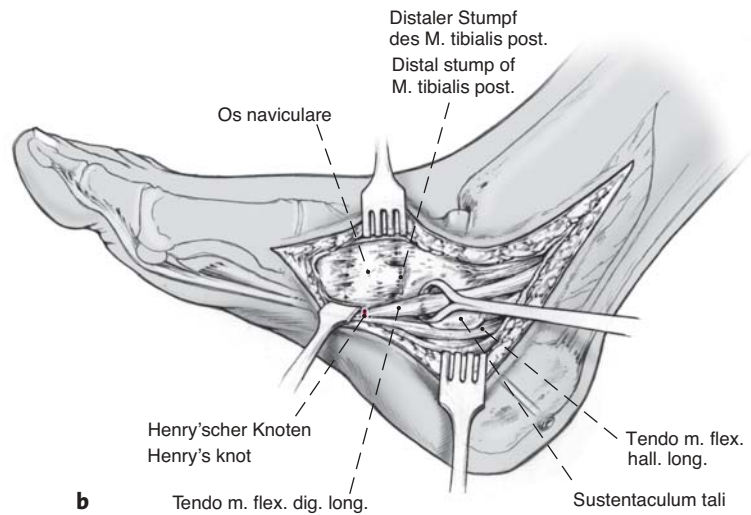
Figures 7a and 7b

Opening of the tendon sheath of the flexor digitorum longus and exposure of the tendon up to Henry's knot. At this site, the tendons of flexor digitorum longus and flexor hallucis longus are almost always joined (a).

In such an instance, the tendon of the flexor digitorum longus is simply detached just proximal to Henry's knot. If both tendons are not joined, the distal stump of the flexor digitorum longus must be sutured to the tendon of the flexor hallucis longus (b).



a



b

Abbildung 8

Das Os naviculare wird dorsal und plantar dargestellt und mit einem 4,5-mm-Bohrer von dorsal nach plantar in einem Neigungswinkel von 30° nach distal durchbohrt.

Figure 8

Exposure of dorsal and plantar sides of the scaphoid and drilling with a 4.5-mm drill bit from dorsal to plantar at an inclination of 30° in a distal direction.

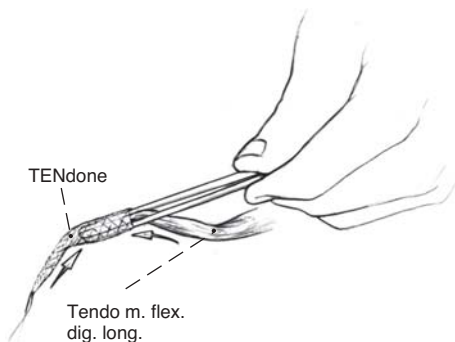
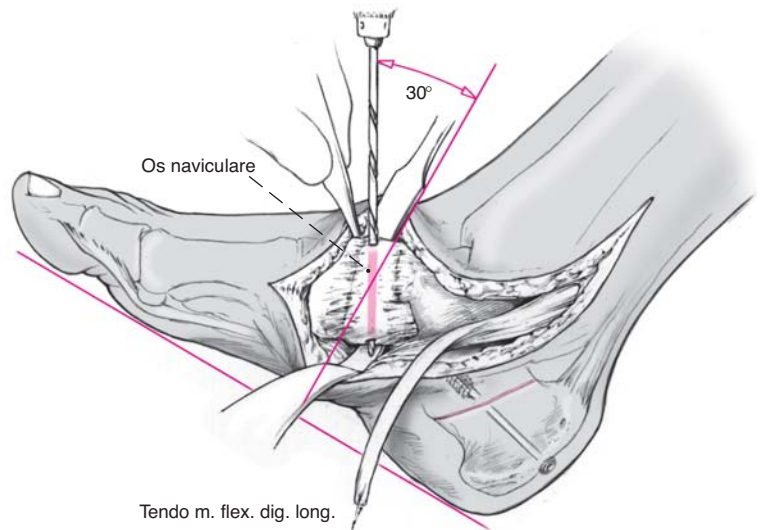


Abbildung 9

Die Sehne des Musculus flexor digitorum longus wird von plantar nach dorsal durch den Bohrkanal gezogen. Dies lässt sich am einfachsten mit dem sog. TENDone® durchführen. Dafür wird die Sehne in das zusammengeschobene Netz eingebracht; unter Zug umschließt das Netz den Sehnenstumpf. Die Sehne kann nun durch den Knochenkanal gezogen und unter Spannung mit dem Ansatzstumpf der Sehne des Musculus tibialis posterior am Os naviculare und am Periost des Os naviculare vernäht werden. Der Fuß wird dabei in ca. 20° Spitzfußstellung und leichter Supination gehalten. Der proximale Stumpf der Sehne des Musculus tibialis posterior und der des Musculus flexor hallucis longus werden im Bereich des Innenknöchels aneinander genäht. Die Wunde wird nach Einlegen eines Redon-Drains schichtweise verschlossen. Da die Position der Schraube mit dem Bildwandler kontrolliert wurde, ist eine intraoperative Röntgenaufnahme nicht notwendig. Ein gespaltener Unterschenkelgipsverband wird in leichter Adduktions- und Spitzfußstellung angelegt.

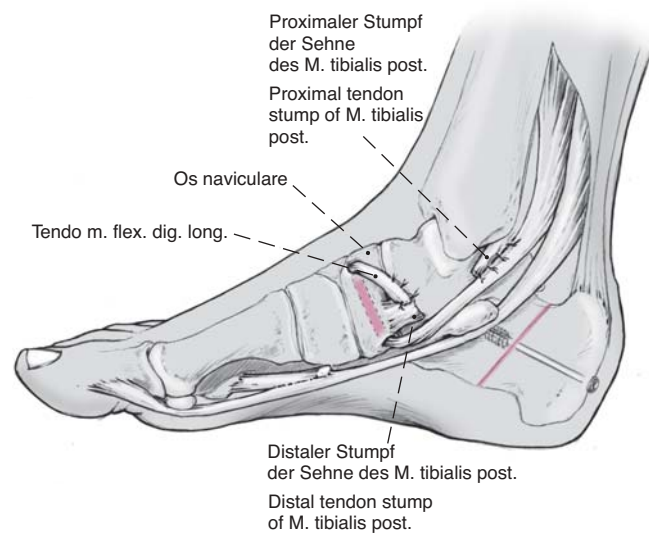


Figure 9

The tendon of the flexor digitorum longus is passed through the drill hole from plantar to dorsal. This task is facilitated with the use of the TENDone® trap, a device resembling the Chinese fingertrap. The tendinous stump is placed into the net. Upon traction, the trap grasps the stump tightly. Under tension and keeping the foot in 20° of equinus and slight supination, the tendon is passed through the hole and sutured to the distal stump of the tibialis posterior at the scaphoid as well as to the periosteum of the scaphoid. The proximal stump of the tibialis posterior is sutured to the tendon of the flexor hallucis longus behind the medial malleolus. Insertion of suction drain and wound closure in layers. As the position of the screw had been checked intraoperatively with the image intensifier, a radiographic control is not necessary. An immediately split, non-walking below-knee cast is applied with the foot in slight adduction and equinus.

Postoperative Behandlung

- Entfernung des Redon-Drains am 1. oder 2. postoperativen Tag. Liegegipsverband in leichter Adduktions- und Spitzfußstellung bis zur Nahtentfernung am 12. Tag. Anschließend ist volle Belastung in einem „Aircast Walker“ (Fa. Aircast, Georg-Wiesböck-Ring 12, 83115 Neubuern) oder Gehgipsverband für 4 Wochen erlaubt. Dabei wird der Fuß in leichter Spitzfußstellung gehalten (im „Aircast Walker“ durch einen Keil) und graduell zur Neutralstellung in der 6. Woche korrigiert. Röntgenkontrolle (Fuß dorsoplantar und seitlich) 6 Wochen nach der Operation. Thromboseprophylaxe für 6 Wochen mit niedermolekularem Heparin. Ab der 6. bis zur 12. Woche können normale Straßenschuhe unter Verwendung einer stützenden Sprunggelenkschiene getragen werden. Diese Sprunggelenkschiene soll das seitliche Verkippen im oberen Sprunggelenk verhindern. Nach der 12. Woche ist das Tragen von normalen Straßenschuhen mit Modelleinlagen vorgesehen.
- Ab der 6. Woche ist eine konsequente physiotherapeutische Nachbehandlung notwendig. Sie beginnt mit manueller Lymphdrainage mehrmals wöchentlich. Zur Verbesserung der Beweglichkeit in den Fußgelenken entweder manuelle Dehnungen der umliegenden Strukturen oder Übungen auf einer motorisierten Bewegungsschiene.
- Die Triggerpunkttherapie, eine Kombination aus gezielter Massagetechnik, Dehnungen sowie passiv geführten Bewegungen des Fußes, soll die Muskelgruppen des Unterschenkels wieder funktionstüchtig machen. Sobald die Schwellung abgeklungen ist: Gangschulung. Ab der 12. Woche beginnt eine Gleichgewichtsschulung auf labiler Unterstützungsfläche. Fußgewölbetraining und volle Belastung im Zehenstand.
- Die Schraube wird nur entfernt, wenn sie beim Auftreten Beschwerden verursacht.

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Durchtrennung des Nervus suralis: Hypästhesien und Parästhesien im Versorgungsgebiet. Versuch der Nervennaht unter mikrochirurgischen Bedingungen.
- Die laterale Knochenstufe am distalen Kalkaneusfragment wird nicht abgeschrägt: Schmerzen durch Schuhdruck möglich. Dann ist eine chirurgische Intervention mit Abmeißelung notwendig.
- Verletzungen der Sehne des Musculus flexor hallucis longus oder des Nervus tibialis sowie der Arteria

Postoperative Management

- The drains are pulled on day 1 or 2. On day 12, the cast as well as the stitches are removed. Full weight bearing with a walking cast or an aircast walker (Aircast Europe, Georg-Wiesböck-Ring 12, 83115 Neubuern, Germany) for 4 weeks. The foot has to be kept in slight equinus for 4 weeks. This is achieved in the aircast with a small wedge that is gradually reduced in height to reach a neutral position by the 6th week. Dorsoplantar and lateral radiographs after 6 weeks. Prevention of thrombophlebitis with low molecular heparin for 6 weeks. From the 6th to the 12th week, the patient may wear normal shoes, however, the ankle has to be supported by a Klenzak-type brace. This prevents a lateral tilting of the ankle. After 12 weeks, normal shoes with an arch support are worn.
- A strictly enforced physiotherapy is started at 6 weeks. In the beginning, it consists of manual lymph drainage several times a week. To improve the mobility of the foot, either manual stretching of the periarticular structures or the use of CPM (continuous passive motion) is instituted.
- To further improve the function of the leg muscles, a trigger point therapy, a combination of a well-targeted massage, stretching, and passively assisted movements, is required. As soon as the swelling has subsided: gait training. After the 12th week, balance training on uneven grounds, strengthening of the arch, and heel rise under full weight bearing are started.
- Removal of the screw only in the presence of symptoms.

Errors, Hazards, Complications

- Division of the sural nerve: hypoesthesia and paresis in the area supplied by the nerve. Attempt at microsurgical repair.
- The bony step at the distal calcaneal fragment has not been beveled: pressure-induced pain while wearing shoes. Surgical revision is indicated.
- Injury to the tendon of the flexor hallucis longus, the tibial nerve, or the posterior tibial artery during calcaneal osteotomy: disturbances distal to the site of injury. Repair of injured structures.
- Insufficient burying of the screw head: heel pain during walking. Screw removal after 3 months.
- Overcorrection of displacement: too medial transfer of the leg axis, risk of hindfoot varus. If the malposition is minor, attempt at correction with insoles.

tibialis posterior bei der Osteotomie des Kalkaneus: Entsprechende Ausfälle distal des Verletzungsgebiets. Rekonstruktion der verletzten Strukturen.

- Unzureichendes Versenken des Schraubenkopfes an der Ferse: Schmerzen beim Gehen. Schraubenentfernung nach 3 Monaten.
- Überkorrektur nach Osteotomie: Beinachse zu weit medialisiert, Gefahr einer Varusstellung des Rückfußes. Bei leichter Fehlstellung kann eine Korrektur mit Einlagen versucht werden. Bei stärkerer Deformität kann eine Korrekturosteotomie erforderlich werden.
- Ausbruch des Bohrkanals im Os naviculare: Der Bohrkanal darf nicht zu weit medial liegen. Nach Bruch einer dünnen Knochenbrücke: Fixation der Sehne mit Knochenankern.
- Zu kurzes Sehnentransplantat: Die Sehne wird nicht am Henry'schen Knoten, sondern proximal davon abgesetzt und kann deshalb nicht durch den Bohrkanal gezogen werden. Sehnenstumpf mit Knochenankern am Os naviculare fixieren.
- Das Ligamentum calcaneonaviculare („Spring-Ligament“) wird nicht inspiziert: Bei länger bestehender Fehlstellung drohen Elongation und Ruptur. Es verbleibt eine Instabilität im Talonavikulargelenk. Eine Arthrodesis des Talonavikulargelenks ist erforderlich.
- Oberflächliche Infektion: Entfernung von Wundfäden, Wundabstrich, ggf. gezielte antibiotische Behandlung.
- Tiefe Infektion: Öffnen der Wunde, Débridement, Wundabstrich, gezielte antibiotische Behandlung. Offene Wundbehandlung. Hochlagerung der Gliedmaßen, gefensterter Gipsverband.
- Thrombose: Erhöhung der Heparindosis (niedermolekular), Heparinsalbenumschläge.

Ergebnisse

Von September 1995 bis Mai 2001 wurden 29 Patienten (30 Füße) mit erworbenem Plattfuß wegen Rupturen der Sehne des Musculus tibialis posterior operiert. Es handelte sich um sechs Männer und 23 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 57,6 (40–74) Jahren. Bei einer Patientin konnte als Ursache der Ruptur eine vorangegangene Operation im Bereich des Innenknöchels festgestellt werden, bei allen anderen Patienten handelte es sich um Rupturen aufgrund degenerativer Veränderungen. Anamnestisch war bei keinem Patienten eine lokale Cortisoninfiltration vorgenommen worden. Alle Patienten waren deutlich übergewichtig.

If the overcorrection is pronounced, a corrective osteotomy may become necessary.

- Bursting of the drilled channel in the scaphoid: the channel should not lie too medial. In the presence of breakage of the covering bone: fixation of the stump with bony anchors.
- The tendon to be transferred is too short: the tendon has not been severed at Henry's knot but proximal to it and can therefore not be pulled through the drill channel: fixation of stump at the scaphoid with bony anchors.
- Omission to inspect the calcaneonavicular ligament (Spring ligament): in the presence of long-standing malalignment: risk of elongation and rupture entailing a persistent instability. An arthrodesis of the talonavicular joint is indicated.
- Superficial infection: removal of stitches, swab for culture and sensitivity, and, if necessary, specific antibiotic therapy.
- Deep infection: opening of the wound, debridement, swab, and specific antibiotic therapy. Leave the wound open, elevate the limb, and fenestrate the cast.
- Thrombophlebitis: increase dose of heparin, local application of heparin ointment.

Results

Between September 1995 and May 2001, we operated 29 patients (30 feet) with acquired flat feet due to rupture of the tibialis posterior tendon. There were six men and 23 women, average age 57.6 (40–74) years. In one patient the rupture was caused by a previous operation at the level of the medial malleolus, in all other patients the rupture was due to degenerative changes. No patients reported a previous local corticosteroid injection. All patients were markedly overweight.

Follow-up examination of all 29 patients after an average of 18.5 (12–67) months. The assessment criteria included patient's satisfaction, pain, function (single heel rise, inversion of heel while standing on toes), and recording of the score of the American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS score, maximum 100 points; Table 1) [6]. The average score amounted to 88.3 (28–100) points. At the time of follow-up, 13 patients were completely pain-free, 15 patients reported occasional pain during strenuous activities, and one patient each accused regular or severe pain. A marked improvement of function was evident in 27 patients (28 feet): they were now able to do a single heel rise. One 74-year-old patient suffered from severe pain postoperatively; she had undergone this procedure in spite of

Tabelle 1

Ankle/Hindfoot Scale [6]. OSG: oberes Sprunggelenk; USG: unteres Sprunggelenk.

Schmerz (40 Punkte)	
Kein	40
Gelegentlich, wenig	30
Täglich, mäßig	20
Dauernd, stark	10
Funktion (50 Punkte)	
Behinderung, Hilfsmittel	
• Keine Behinderung, keine Hilfsmittel	10
• Behinderung bei Freizeitaktivitäten, keine Hilfsmittel	7
• Behinderung in Alltag und Freizeit, Spazierstock	4
• Starke Behinderung, ständig, Stöcke, Rollstuhl, Brace, Spezialschuh	0
Maximale Gehstrecke	
• > 3 km	5
• 2–3 km	4
• 0,5–2 km	2
• < 500 m	0
Untergrund	
• Keine Probleme auf allen Unterlagen	5
• Wenig Probleme auf unebenem Boden, Treppen, Leitern, Neige- flächen	3
• Starke Probleme auf unebenem Grund, Treppen, Leitern, Neige- flächen	0
Gangabnormalitäten	
• Keine oder kaum sichtbar	8
• Offensichtlich	4
• Markant	0
Flexion/Extension	
• Normal oder wenig eingeschränkt ($\geq 30^\circ$)	8
• Mäßig eingeschränkt ($15\text{--}29^\circ$)	4
• Stark eingeschränkt ($< 15^\circ$)	0
Inversion/Eversion	
• Normal oder wenig eingeschränkt ($75\text{--}100\%$)	6
• Mäßig eingeschränkt ($25\text{--}74\%$)	3
• Stark eingeschränkt ($< 25\%$)	0
Stabilität im OSG oder USG	
• Stabil	8
• Mäßig instabil	4
• Deutlich instabil	0
Fußstellung (10 Punkte)	
Gut, Fußsohlenbelastung, OSG-Rückfußstellung	10
Leichte Fehlstellung, schlechte Sohlenbelastung, Achsenabweichung von OSG-Rückfuß, keine Symptome	5
Starke Fehlstellung, schlechte Fußsohlenbelastung, starke Achsen- abweichung von OSG-Rückfuß, Symptome	0

Alle Operierten konnten nach einem durchschnittlichen Zeitraum von 18,5 (12–67) Monaten kontrolliert werden. Die Parameter bestanden in Patientenzufriedenheit, Schmerzen, Funktion (Zehenstand, Inversion der Ferse im Zehenstand) und den Bewertungskriterien der American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS-Score; Tabelle 1) [6]. Der Mittelwert des sog. Rückfußscores der AOFAS betrug 88,3 (28–100) Punkte bei maximal 100 erzielbaren Punkten. 13 Patienten waren zum Nachuntersuchungszeitraum vollkommen schmerzfrei, 15 Patienten verspürten gelegentliche Schmerzen bei starker Belastung, und je eine Patientin gab regelmäßige oder starke Schmerzen an. Bei 27 Pati-

Table 1

Ankle-hindfoot scale (100 points total) [6].

Pain (40 points)	
None	40
Mild, occasional	30
Moderate, daily	20
Severe, almost always present	10
Function (50 points)	
Activity limitations, support requirement	
• No limitations, no support	10
• No limitation of daily activities, limitation of recreational activities, no support	7
• Limitation of daily and recreational activities, cane	4
• Severe limitation of daily and recreational activities, walker, crutches, wheelchair, brace	0
Maximum walking distance, blocks	
• > 6	5
• 4–6	4
• 1–3	2
• < 1	0
Walking surfaces	
• No difficulty on any surface	5
• Some difficulty on uneven terrain, stairs, inclines, ladders	3
• Severe difficulty on uneven terrain, stairs, inclines, ladders	0
Gait abnormalities	
• None, slight	8
• Obvious	4
• Marked	0
Sagittal motion (flexion + extension)	
• Normal or mild restriction ($\geq 30^\circ$)	8
• Moderate restriction ($15\text{--}29^\circ$)	4
• Severe restriction ($< 15^\circ$)	0
Hindfoot motion (inversion + eversion)	
• Normal or mild restriction ($75\text{--}100\%$)	6
• Moderate restriction ($25\text{--}74\%$)	3
• Marked restriction ($< 25\%$)	0
Ankle-hindfoot stability (anteroposterior, varus-valgus)	
• Stable	8
• Moderately unstable	4
• Definitely unstable	0
Alignment (10 points)	
Good, plantigrade foot, ankle-hindfoot well aligned	10
Fair, plantigrade foot, some degree of ankle-hindfoot malalignment observed, no symptoms	5
Poor, nonplantigrade foot, severe malalignment, symptoms	0

a contracted Chopart's joint, evidently a wrong indication; we had to perform a triple arthrodesis. In another patient an anterior dislocation of the flexor digitalis longus occurred 2 years postoperatively, the patient declined revision surgery, as her function had not been limited.

28 patients were very satisfied or satisfied with the surgical outcome. The screw had to be removed in five patients due to pain at an average of 4.6 (3–6) months. Two patients complained of neuralgia in the area supplied by the sural nerve with radiating pain and hypoesthesia at the lateral border of the foot. An attempt was made to alleviate the pain with drugs.

enten (28 FüÙe) war eine deutliche Verbesserung der Funktion erkennbar: Der Einbeinzehnstand war ihnen wieder möglich. Eine 74-jährige Patientin litt postoperativ unter starken Schmerzen; sie war trotz eines kontraktanten Chopart'schen Gelenks, also unter falscher Indikation, operiert worden. Hier nahmen wir eine Tripelarthrodese vor. Bei einer weiteren Patientin war es 2 Jahre nach der Operation zu einer Luxation der Sehne des Musculus flexor digitorum longus nach ventral gekommen; eine Revisionsoperation wurde abgelehnt, da die Patientin keine Funktionseinschränkung bemerkte.

28 Patienten waren mit dem Operationsergebnis sehr zufrieden oder zufrieden. Bei fünf Patienten mussten die Schrauben am Kalkaneus nach durchschnittlich 4,6 (3–6) Monaten wegen Schmerzen entfernt werden. Bei zwei Patienten trat eine Neuralgie des Nervus suralis mit ausstrahlenden Schmerzen und Hypästhesie am lateralen Fußrand auf, die medikamentös zu behandeln versucht wurde.

Wacker et al. [10] präsentierten die Resultate von 51 Patienten, die aufgrund einer Dysfunktion der Sehne des Musculus tibialis posterior, Stadium II, mit einer medialisierenden Kalkaneusosteotomie und einer Verlagerung der Sehne des Musculus flexor digitorum longus behandelt worden waren. 44 Patienten mit einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 51 (38–62) Monaten konnten beurteilt werden. Der durchschnittliche AOFAS-„Ankle/Hindfoot“-Score konnte von präoperativ 48,8 Punkten auf postoperativ 88,5 Punkte verbessert werden. Schmerzverminderung und Funktionsgewinn wurden von 43 Patienten als sehr gut oder gut, die Fußform bei 36 Patienten als sehr gut oder gut bewertet.

Wacker et al. [10] reported results of 51 patients who underwent a calcaneal osteotomy with medial displacement of the proximal fragment and transfer of the flexor digitorum longus tendon because of dysfunction of the tibialis posterior tendon stage II. After an average of 51 (38–62) months, 44 patients could be followed up. The AOFAS score was improved from 48.8 points preoperatively to 88.5 points postoperatively. The outcome in 43 patients was rated as good to excellent for pain and function, and in 36 as good to excellent for alignment.

Literatur – References

1. Frey C, Shereff M, Greenidge N. Vascularity of the posterior tibial tendon. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72:884–8.
2. Funk DA, Cass JR, Johnson KA. Acquired adult flat foot secondary to posterior tibial-tendon pathology. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68:95–102.
3. Hintermann B. Dysfunction of the posterior tibial muscle due to tendon insufficiency. *Orthopäde* 1995;24:193–9.
4. Holmes GB Jr, Mann RA. Possible epidemiological factors associated with rupture of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle* 1992;13:70–9.
5. Johnson KA, Strom DE. Tibialis posterior tendon dysfunction. *Clin Orthop* 1989;239:196–206.
6. Kitaoka HB, Alexander JJ, Adelaar RS, et al. Clinical rating systems for ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 1994;15:349–53.
7. Mann RA, Thompson FM. Rupture of the posterior tibial tendon causing flat foot. Surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:556–61.
8. Myerson MS, Corrigan J. Treatment of posterior tibial tendon dysfunction with flexor digitorum longus tendon transfer and calcaneal osteotomy. *Orthopedics* 1996;19:383–8.
9. Trnka HJ, Easley ME, Myerson MS. The role of calcaneal osteotomies for correction of adult flatfoot. *Clin Orthop* 2000;381:256–65.
10. Wacker JT, Hennessy MS, Saxby TS. Calcaneal osteotomy and transfer of the tendon of flexor digitorum longus for stage-II dysfunction of tibialis posterior. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:54–8.

Korrespondenzanschrift – Address for Correspondence

Univ.-Doz. Dr. Hans-Jörg Trnka
I. Abteilung
Orthopädisches KH Gersthof
Wielemansgasse 28
A-1180 Wien
Telefon (+43/1) 47611-4300, Fax -4309
E-Mail: hans4hallux@aon.at