

Belastungsstabile Subtalararthrodese mit I.CO.S[®]-Schrauben

Subtalar Arthrodesis with Ideal Compression Screws[®] Allowing Early Weight Bearing

Martin L. Bürgi, Beat Hintermann¹

Zusammenfassung

Operationsziel

Belastungsstabile Arthrodesis des unteren Sprunggelenks (USG, Articulatio talocalcanearis).

Indikationen

Symptomatische Arthrose des unteren Sprunggelenks.
Symptomatische Coalitio talocalcanearis.
Fixierte Fehlstellung des Rückfußes.
Neurogene Fehlstellung des Rückfußes.
Ligamentär nicht stabilisierbarer Rückfuß.

Kontraindikationen

Akuter Gelenkinfekt.
Diabetische Neuroarthropathie.

Operationstechnik

Lateraler Längsschnitt und Eröffnen des Sinus tarsi, Ausräumen desselben und Arthrotomie des unteren Sprunggelenks. Aufspreizen des Gelenks und Entknorpeln der Gelenkflächen von lateral nach medial, zunächst der hinteren, dann der mittleren und vorderen Gelenkanteile. Reposition und temporäre Transfixation des Gelenks mit zwei perkutanen Kirschner-Drähten: 1. von plantar-posterior durch den Kalkaneus in den Taluskörper und 2. von plantar-lateral schräg nach dorsomedial in den Taluskopf. Kontrolle unter dem Röntgenbildwandler, Überbohren der Kirschner-Drähte und Einbringen von zwei 6,5-mm-I.CO.S[®]-Schrauben (Ideal Compression Screws). Auffüllen des Sinus tarsi mit autogenem oder homologem Knochenpan.

Weiterbehandlung

Bei abgeschwollenen Weichteilen freie Mobilisation mit Belastung nach Maßgabe der Schmerzen, beginnend mit zwei Unterarmgehstützen.

Ergebnisse

Von den im Jahr 2000 im Kantonsspital Basel (Orthopädisch-traumatologische Abteilung, Orthopädische Universitätsklinik) operierten 13 Patienten (drei Frauen, zehn Männer; Durchschnittsalter 49 Jahre) waren zwölf nach 16,5 (12–22) Monaten mit dem Resultat der Arthrodesis des unteren Sprunggelenks zufrieden, und diese war in allen

Abstract

Objective

Subtalar arthrodesis permitting early weight bearing without need for external immobilization.

Indications

Symptomatic osteoarthritis of the subtalar joint.
Symptomatic talocalcaneal coalition.
Fixed malalignment of hindfoot.
Neurogenic hindfoot malalignment.
Hindfoot instability not treatable by ligamentoplasty.

Contraindications

Acute infection of the subtalar joint.
Diabetic neuroarthropathy.

Surgical Technique

Lateral longitudinal incision, exposure of the sinus tarsi, and freeing of soft tissues. Arthrotomy of the subtalar joint. Spreading of joint and removal of articular cartilage from lateral to medial, starting with the posterior, then the middle and the anterior facets of the joint. Reduction and temporary transarticular fixation with two percutaneous Kirschner wires: (1) from plantar-posterior through the calcaneus into the talar body, and (2) from plantar-lateral obliquely to dorsomedial into the talar head. Radiographic control, overdrilling the Kirschner wires and insertion of two 6.5-mm Ideal Compression Screws (I.CO.S[®]). Filling of the sinus tarsi with autogenous or homologous bone graft.

Results

In 2000, 13 consecutive patients (three women, ten men, average age 49 years) were operated with this technique at our hospital. After 16.5 (12–22) months, fusion had occurred in a correct position in all. Only one patient was not satisfied. After bony consolidation, a revision due to persisting symptoms became necessary in four patients.

Operat Orthop Traumatol 2003;15:402–14

DOI 10.1007/s00064-003-1086-3

¹ Orthopädisch-traumatologische Abteilung, Orthopädische Universitätsklinik, Kantonsspital, Basel, Schweiz.

13 Fällen in regelrechter Stellung konsolidiert. Nach knöcherner Durchbauung wurden insgesamt vier Patienten, alle nach einer initial posttraumatischen Arthrose und verschiedenen Voroperationen, wegen Restbeschwerden erneut operiert: In allen vier Fällen wurden die möglicherweise störenden Schrauben entfernt, in einem Fall erfolgte zusätzlich eine Revision der Narbe und des Tarsaltunnels. Im Kitaoka-Hindfoot-Score erreichten neun Patienten zwischen 88 und 92 Punkte und drei Patienten zwischen 65 und 77 Punkte. Ein Patient erreichte nur 56 Punkte und war wegen persistierender Schmerzen sowie der bereits vor der Operation bestehenden generellen Einsteifung des Rückfußes nicht zufrieden. In keinem Fall ließen sich eine Sekundärdisklokation der Fragmente, ein Implantatversagen und/oder eine Knochendemineralisation beobachten.

Schlüsselwörter

Subtalare Arthrodese · Primärstabilität

Vorbemerkungen

Die isolierte Arthrodese des unteren Sprunggelenks (USG), auch subtalare Arthrodese, ist eine bewährte Methode zur Behandlung von symptomatischen Arthrosen, komplexen Instabilitäten und Deformitäten des Rückfußes. Primäres Behandlungsziel ist eine schmerzfreie Belastbarkeit und Stabilität des Rückfußes. Nach Ausräumung und Entknorpelung des unteren Sprunggelenks ist die Fixation mit einer [1] oder zwei Schrauben [3] von ventral oder kaudal möglich. Auch Staples wurden zur Fixation vorgeschlagen [4, 7]. Zusätzlich werden autogene Knochenspongiosa oder ein Span, in letzter Zeit zunehmend auch Knochenersatzmaterialien verwendet. Die meisten Fixationstechniken erfordern jedoch wegen einer zu geringen Primärstabilität in der Regel eine längere Immobilisation und Entlastung des operierten Fußes von 6–12 Wochen [2, 3, 6]. Damit erhöht sich das Risiko einer Algodystrophie oder Thrombose mit nachfolgender Embolie. Wird andererseits zu früh belastet, kann es zu Schraubenbrüchen mit Ausheilung in Fehlstellung kommen, oder der knöcherne Durchbau bleibt aus, und eine Pseudarthrose entwickelt sich. Verschiedene neuere Studien haben belegt, dass nach einer Subtalararthrodese die Resultate nicht immer so günstig sind wie bis jetzt allgemein angenommen [2–4]. Die meisten Probleme werden in der langen Immobilisation des Rückfußes durch zusätzliche Ruhigstellung der Nachbargelenke, der langzeitigen Entlastung des Fußes und der sekundären Fragmentverschiebung in eine ungünstige Stellung gesehen.

These had initially suffered from a posttraumatic osteoarthritis and previously undergone various surgical procedures: the screws were removed and in one patient the tarsal tunnel was revised. According to the AOFAS Score, nine patients reached between 88 and 92 points, three patients between 65 and 77 points, and one patient only 56 points. This patient was not satisfied due to persistent pain and generalized hindfoot rigidity, already present preoperatively. We never observed a secondary displacement of the fragments, implant failure, or osteopenia.

Key Words

Subtalar arthrodesis · Screw fixation · Primary stability

Introductory Remarks

The subtalar arthrodesis has proven to be a reliable technique in the treatment of symptomatic osteoarthritis and complex instabilities and deformities of the hindfoot. Its primary goal is pain-free weight bearing and stability of the hindfoot. After removal of the articular cartilage from the three facets, fixation can be achieved with one [1] or two screws [3] introduced from dorsal or plantar or with staples [4, 7]. Addition of cancellous or cortical bone grafts is used, and, recently, bone substitutes are employed. In general, given the initial insufficient stability [2, 3, 6] the internal fixation must be protected by immobilization and non-weight bearing over periods of 6 to 12 weeks increasing the risk of reflex sympathetic dystrophy and/or thrombophlebitis followed possibly by embolism. A too early weight bearing may cause screw breakage, followed by malunion, or nonunion. More recent studies have shown that the results of subtalar arthrodeses are not always as good as commonly believed [2–4]. Most of the problems are thought to result from the prolonged immobilization that also involves the neighboring joints, from the absence of weight bearing, and the loss of reduction.

We have modified the surgical technique with the goal to achieve a higher initial stability of internal fixation allowing an early functional aftercare including weight bearing. The insertion of special compression screws (I.CO.S® [Ideal Compression Screws]) intro-

Wir haben unsere Operationstechnik mit dem Ziel modifiziert, eine hohe Primärstabilität zu erreichen und damit eine frühe funktionelle Nachbehandlung mit Belastung des Fußes zu ermöglichen. Mit zwei möglichst fern von der Achse des unteren Sprunggelenks eingebrachten speziellen Kompressionschrauben (I.CO.S® [Ideal Compression Screws]) wird eine hohe Primärstabilität angestrebt.

Die verwendete I.CO.S®-Schraube (Fa. newdeal®, 10, Place d'Helvetie, 69006 Lyon, Frankreich) ist ein kanüliertes Titanimplantat, das durch ein spezielles Design eine dosierte Kompression erzeugen kann. Die Schraubenspitze ist selbstschneidend, und das Gewinde gewährleistet optimalen Halt, sowohl im kortikalen als auch im spongösen Knochen. Der Schraubenkopf ist zweiteilig. Nach vollständigem Einbringen des Implantats kann der innere Teil des Schraubendrehers zurückgezogen werden. Durch weiteres Eindrehen des Schraubenkopfs mit dem äußeren Teil des Schraubendrehers wird zusätzliche Kompression erreicht. So erzielen wir eine hohe Stabilität durch die Kompressionskraft der I.CO.S®-Schrauben. Deren Lage in möglichst großem Abstand zueinander neutralisiert wirkungsvoll zusätzliche Rotationskräfte um die ursprüngliche Achse des unteren Sprunggelenks.

duced as far as possible away from the axis of the subtalar joint has permitted us to reach this goal.

The I.CO.S® (newdeal® company, 10, Place d'Helvetie, 69006 Lyon, France) is a cannulated titanic implant. Its special design allows to obtain an appropriate, defined compression thanks to a special screwdriver. The screw tip is self-cutting, and the threads guarantee an optimal purchase in the cortical and cancellous bone. The screw consists of two parts, an inner part and an external ring screwed on the head of the inner part used for later compression. After complete introduction of the screw into bone with the smaller screwdriver, the smaller screwdriver is withdrawn and additional compression obtained using the larger screwdriver advancing only the external ring. By this technique, a high stability can be reached. The position of the screws inserted in a maximal distance to each other effectively neutralizes rotational moments acting on the subtalar joint.

Operationsprinzip und -ziel

Stabile Fixierung des entknorpelten unteren Sprunggelenks und maximale Kompression der Arthrodese mit zwei I.CO.S®-Schrauben. Fehlstellungen sollen korrigiert und Schmerzen gelindert werden.

Surgical Principles and Objective

Arthrodesis of the subtalar joint under optimal compression after removal of articular cartilage. Alleviation of pain and correction of malalignment.

Vorteile

- Sofortige Vollbelastung bei hoher Primärstabilität und optimaler Kompression.
- Frühe funktionelle Nachbehandlung und damit Verhinderung von zusätzlichen Einsteifungen des Rückfußes.
- Frühzeitige Mobilität des Patienten mit Belastung der Extremität und damit verringertes Risiko einer Thrombose oder Algodystrophie.

Nachteile

- Mögliche Irritation der Weichteile plantar durch perkutanes Einbringen der Schrauben.

Advantages

- Immediate full weight bearing thanks to a high primary stability and optimal compression.
- Early functional aftercare, thus preventing additional stiffness of hindfoot.
- Early mobilization of patient and weight bearing of operated limb decreasing the risk of thrombophlebitis and reflex sympathetic dystrophy.

Disadvantages

- Possible soft tissue irritation at sole of foot through screws inserted percutaneously.

Indikationen

- Symptomatische Arthrose des unteren Sprunggelenks.
- Symptomatische Coalitio talocalcanearis.
- Fixierte Fehlstellung des Rückfußes.
- Neurogene Fehlstellung des Rückfußes.
- Ligamentär nicht stabilisierbarer Rückfuß.

Kontraindikationen

- Akuter Gelenkinfekt.
- Diabetische Neuroarthropathie.

Patientenaufklärung

- Allgemeine Operationsrisiken.
- Möglichkeit der verzögerten oder ausbleibenden knöchernen Durchbauung, welche bei Rauchern, Diabetikern und Rheumatikern erhöht ist.
- Erhöhtes Risiko für Infekte und Wundheilungsstörungen bei Rauchern und Diabetikern.
- Verletzung von neurovaskulären Strukturen und Sehnen lateral und medial.
- Gegebenenfalls Entnahme eines Beckenkammspans mit lokalen Risikofaktoren wie Infekt, Hämatom und Nervenstörung.
- Mögliche Entlastung für einige Tage bis zur gesicherten Wundheilung. Bei sehr weichem Knochen ist eine längere Teilbelastung nötig.
- Rehabilitationsdauer bis zur Reintegration in den Arbeitsprozess von 6–12 Wochen, je nach körperlicher Beanspruchung.
- Störende Implantate können nach knöcherner Heilung entfernt werden.

Operationsvorbereitungen

- Konventionelle Röntgenaufnahmen beider Füße anteroposterior (a.p.) und seitlich stehend.
- Eventuell Computertomographie bei Coalitio talocalcanearis.

Instrumentarium und Implantate

- Orthopädisches Grundsieb.
- Arthrodesespreizer, bevorzugt Hintermann-Spreizer (Fa. newdeal®).
- Gerade und gebogene Meißel mit Holzgriff, scharfe Löffel.
- Bohrmaschine.
- Bohrerstet für 6,5-mm-I.CO.S®-Schrauben (Fa. newdeal®).
- 6,5-mm-I.CO.S®-Schrauben (Fa. newdeal®).

Indications

- Symptomatic subtalar osteoarthritis.
- Symptomatic talocalcaneal coalition.
- Fixed malalignment of hindfoot.
- Neurogenic hindfoot malalignment.
- Hindfoot instability not treatable by ligamentoplasty.

Contraindications

- Acute joint infection.
- Diabetic neuroarthropathy.

Patient Information

- Usual surgical risks.
- Risk of delayed or nonunion, particularly elevated in smokers, diabetics and patients with rheumatic diseases.
- Elevated risk of infection in smokers and diabetics.
- Injury to neurovascular structures and tendons, laterally as well as medially.
- Risk of infection and hematoma formation in instances of bone harvesting from iliac crest.
- Non-weight bearing for a few days postoperatively to guarantee uneventful wound healing. In patients with localized osteoporosis or osteomalacia, a prolonged partial weight bearing may be necessary.
- Return to work after 6–12 weeks, depending on the kind of work.
- Screws causing an irritation can be removed after bony consolidation.

Preoperative Work Up

- Anteroposterior (AP) radiographs and lateral films in standing position of both feet.
- Consider CT for patients with tarsal coalition.

Surgical Instruments and Implants

- Standard orthopedic set.
- Arthrodesis spreader, preferably Hintermann spreader (newdeal® Co).
- Straight and curved chisels with wooden handle, sharp curettes.
- Drill.
- Set of drill bits for 6.5-mm I.CO.S® (newdeal® Co).
- 6.5-mm I.CO.S® (newdeal® Co).

Anästhesie und Lagerung

- Allgemeinnarkose oder Regionalanästhesie (spinal oder peridural).
- Rücken- oder Seitenlage, Fuß frei abgedeckt am Tischende.
- Pneumatische Oberschenkelblutsperre.
- Steril abgedeckter Bildwandler.

Anesthesia and Positioning

- General or regional anesthesia (spinal or epidural).
- Supine or lateral position, free draping of foot.
- Tourniquet at thigh.
- Image intensifier covered with sterile drapes.

Operationstechnik

Abbildungen 1 bis 10

Surgical Technique

Figures 1 to 10

Abbildung 1

Kurzer Hautschnitt lateral über dem Sinus tarsi, welcher durch Tasten identifiziert wird. Schonen der Peronealsehnen und des Nervus suralis.

Figure 1

Short lateral skin incision overlying sinus tarsi that is identified by palpation. Avoid peroneal tendons and sural nerve.

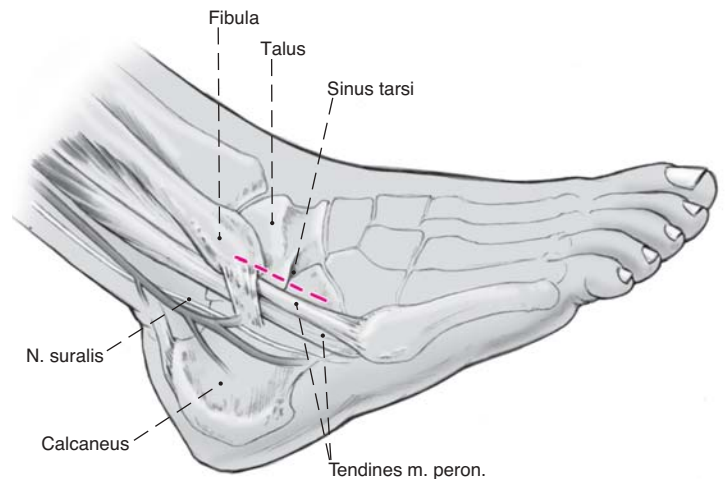


Abbildung 2

Durchtrennen der Subkutis und Darstellen des Fettkörpers im Sinus tarsi, der nach oben weggehalten oder reseziert wird.

Figure 2

Division of subcutaneous tissues and exposure of the fat filling the sinus. The fatty tissue is either retracted anteriorly or resected.

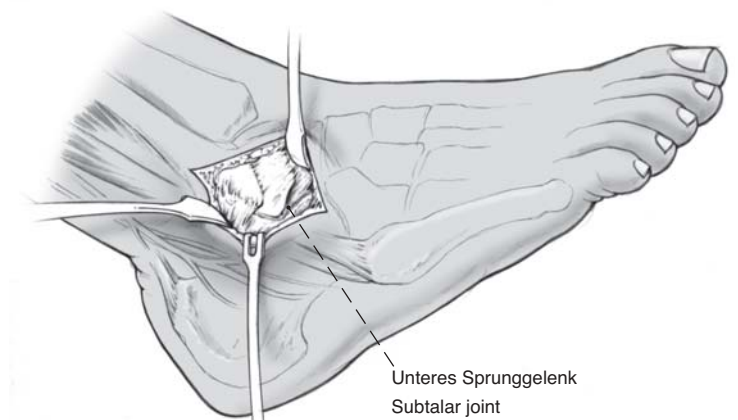
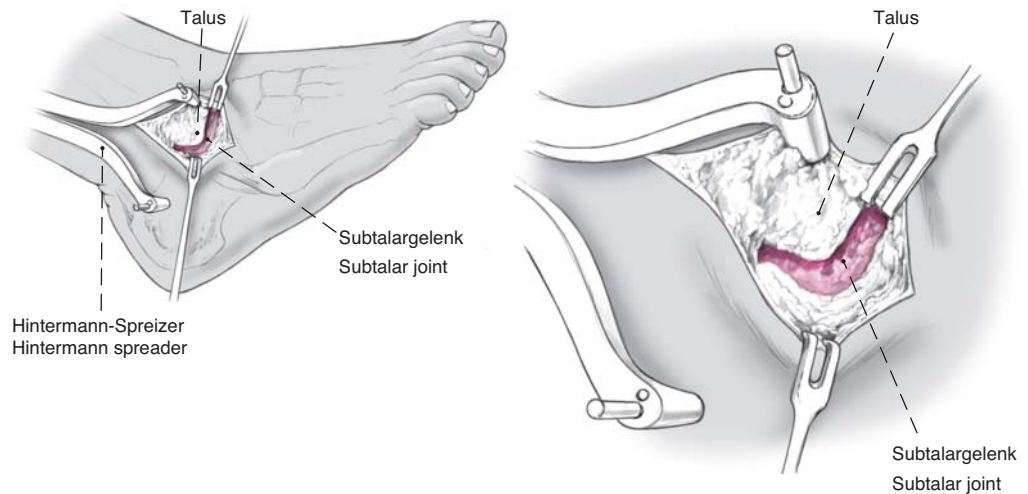


Abbildung 3

Darstellen des Subtalgelenks. Einsetzen der Kirschner-Drähte für den Hintermann-Spreizer in Kalkaneus und Talus. Aufklappen des Gelenks durch Distraction.

Figure 3

Exposure of the subtalar joint. Insertion of Kirschner wires into calcaneus and talus for mounting the Hintermann spreader. Distraction of the joint.

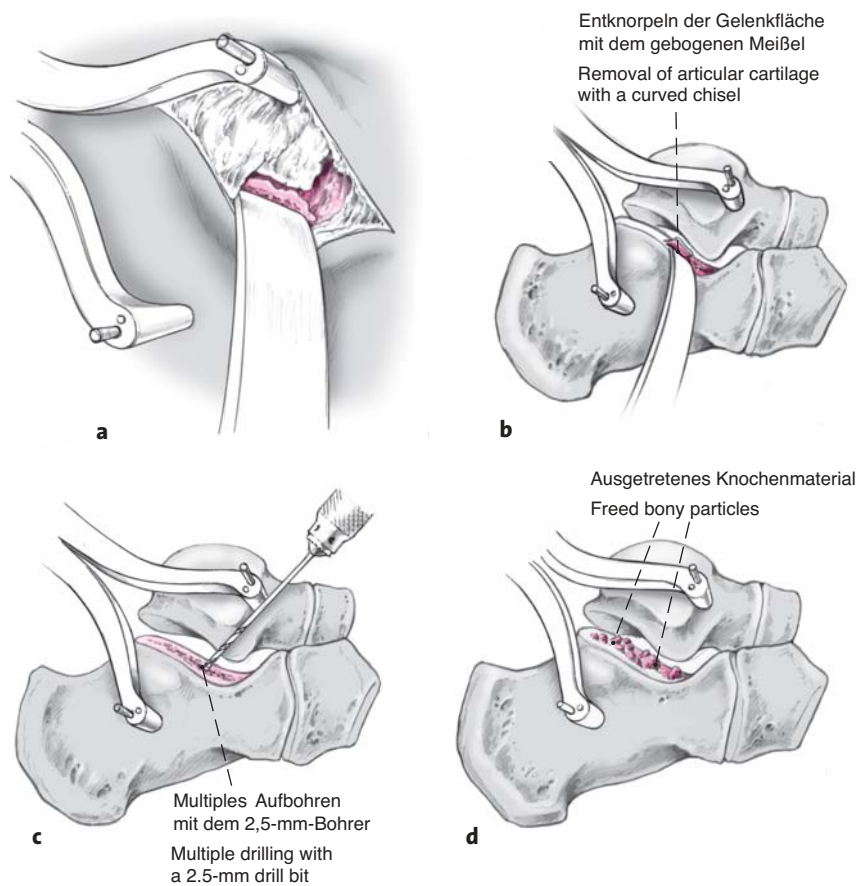


Abbildungen 4a bis 4d

Entknorpeln der Gelenkflächen mit dem gebogenen Meißel von lateral nach medial (a, b). Nach dem hinteren Gelenkanteil (Articulatio talocalcanearis posterior) werden auch der Sinus tarsi sowie die mittleren (Articulatio talocalcanearis intermedia) und vorderen Gelenkanteile (Articulatio talocalcanearis anterior) vollständig ausgeräumt und angefrischt, so dass allseits spongöser Knochen sichtbar ist. Bei stark sklerosiertem subchondralem Knochen werden die präparierten Knochenflächen zusätzlich mit einem 2,5-mm-Bohrer multipel aufgebohrt (c). Das dabei aus den Bohrlöchern austretende Knochenmaterial wird belassen, und das Gelenk wird nicht weiter ausgespült (d). Ein unkontrolliertes und zu weites Vortreiben des Meißels nach medial muss wegen der Gefahr einer Schädigung der postero-medial gelegenen Sehne des Musculus flexor hallucis longus, des Nervus tibialis und der Arteria tibialis posterior unbedingt vermieden werden.

Figures 4a to 4d

Removal of the articular cartilage of the posterior facet with the curved chisel from lateral to medial (a, b), followed by removal of cartilage of the medial and anterior facet and complete cleaning of sinus tarsi and freshening of bone down to cancellous bone. If the subchondral bone is sclerotic, multiple drill holes of these surfaces are performed with a 2.5-mm drill bit (c). Any bone particles freed by drilling are kept in place, and the joint is not irrigated (d).



Uncontrolled and too deep advancement of the chisel in medial direction must be strictly avoided given the risk of injury to the posteromedially situated tendon of the flexor hallucis longus, the tibial nerve, and posterior tibial artery.

Abbildung 5

Nach Entfernung des Spreizers ist der Kalkaneus gegenüber dem Talus so weit mobilisiert, dass er in die gewünschte Stellung unter den Talus gebracht werden kann: Mediolaterale Translation zur Erlangung eines regelrechten Alignments des Rückfußes in leichter Valgusposition, Eversion oder Inversion zur Korrektur einer Varus- oder Valgusfehlstellung und a.p. Translation zur Korrektur eines Pes planus oder cavus. In der gewünschten Stellung wird ein 2,5-mm-Führungsdraht perkutan von distal am Tuberculum calcanei zentral in den Taluskörper eingebracht. Die Eintrittsstelle des Drahts wird posterior an der Ferse ca. 1 cm oberhalb der Fußsohle gewählt, um das empfindliche Fersenpolster nicht zu beschädigen. Lage des Drahts und Stellung von Kalkaneus zu Talus werden in seitlicher Projektion im Röntgenbildwandler überprüft.

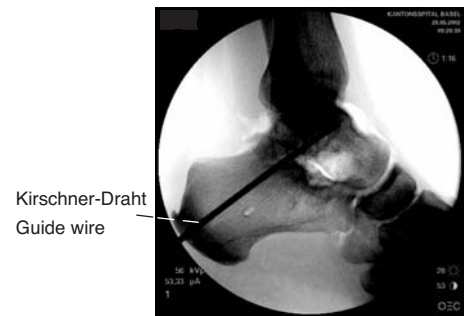
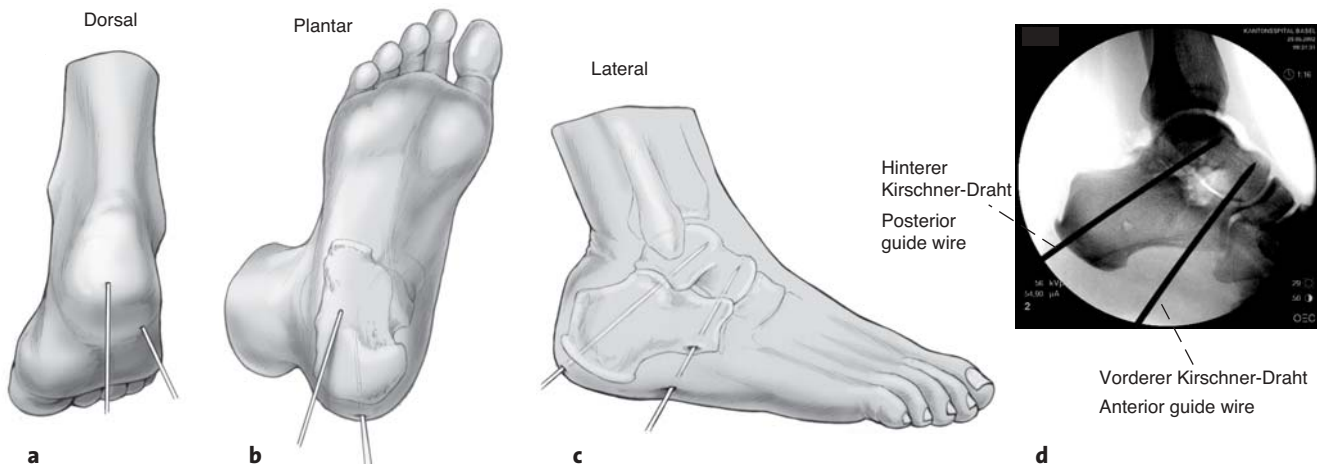


Figure 5

After removal of the spreader, the calcaneus is mobilized against the talus to bring it into the desired position: mediolateral translation to obtain a proper alignment of the hindfoot in slight valgus, eversion or inversion to correct varus or valgus malalignment, and anteroposterior translation to correct a flat or cavus foot. Once the desired position has been obtained, a 2.5-mm guide wire is introduced percutaneously from distal into the midpart of the calcaneal body and advanced into the talar body. The wire is inserted posteriorly 1 cm proximal to the sole of the foot taking care not to damage the sensitive heel pad. The position of the wire and the relation of calcaneus to talus are checked with the image intensifier in the lateral projection.



Abbildungen 6a bis 6d

Bei neutraler Stellung des Fußes bezüglich Pronation-Supination (a), Abduktion-Adduktion (b) und Flexion-Extension (c) wird ein zweiter 2,5-mm-Führungsdraht vom lateralen Fußrand her leicht schräg durch den Processus anterior calcanei in den Talushals eingebracht. Dieser muss ca. 5 mm vom Kalkaneokuboidgelenk entfernt liegen, damit die nachfolgend eingebrachte Schraube nicht intraartikulär zu liegen kommt. Üblicherweise liegen die beiden Drähte in der Sagittalebene leicht konvergierend zueinander. Lage des Drahts und Stellung von Kalkaneus zu Talus werden in seitlicher (d) und a.p. Projektion im Röntgenbildwandler überprüft.

Figures 6a to 6d

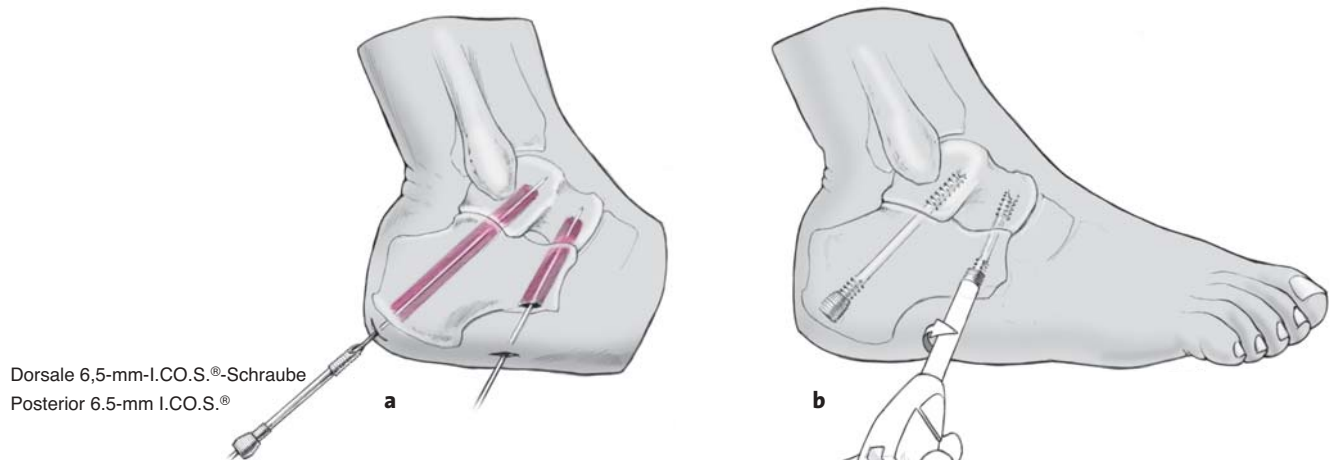
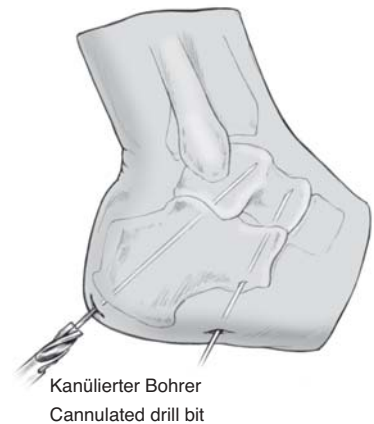
With the foot in neutral position in respect to pronation-supination (a), abduction-adduction (b), and flexion-extension (c), a second 2.5-mm guide wire is introduced slightly oblique from the lateral border of the foot through the anterior calcaneal process into the talar neck. The entry point must be 5 mm posterior to the calcaneocuboid joint to avoid later intraarticular positioning of the screw. In general, both wires are placed slightly convergent in the sagittal plane. The position of the wire and the relation of calcaneus to talus are checked with the image intensifier in the lateral (d) and AP projection.

Abbildung 7

An den Eintrittsstellen der Führungsdrähte wird die Hautinzision auf ca. 10 mm verlängert und mit einer Klemme in die Tiefe erweitert. Bestimmung der zu wählenden Schraubenlänge, welche direkt am Führungsdraht abgelesen werden kann. Unter Verwendung der Schutzhülse werden die beiden Führungsdrähte nun mit dem kurzen kanülierten Bohrer überbohrt, womit die Eintrittsstelle für den Schraubenkopf erweitert wird. Der lange kanülierte Bohrer ist bei einer unikortikalen Schraube mit Verankerung im spongiösen Knochen nicht notwendig.

Figure 7

At the entry points of the wires, the skin incision is widened to 10 mm and enlarged down to bone with a hemostat. Determination of the proper screw length using the gradation on the guide wire. While using a drill sleeve, both guide wires are overdrilled with a short cannulated drill bit, thus enlarging the entry point for the screw head. The long cannulated drill bit is not necessary when unicortical screws anchored in cancellous bone are employed.



Abbildungen 8a bis 8c

Zunächst wird die dorsale 6,5-mm-I.CO.S.®-Schraube mit dem Doppelschraubenzieher eingebracht (a) und ihre Lage mit dem Bildwandler kontrolliert. Hat die Schraube die gewünschte Tiefe erreicht und liegt der Schraubenkopf vollständig im Knochen versenkt, wird das Kopfgewinde angezogen (b). Dazu wird der innere Schraubenzieher aus der Halterung zurückgezogen, um 90° gedreht und eingerastet. Der Innenteil sollte nicht vollständig entfernt werden, da sonst die Führung durch den Draht nicht mehr gewährleistet ist. In dieser Stellung greift nur noch der äußere Schraubenzieher am Kopf der Schraube. Durch Drehen im Uhrzeigersinn wird der Schraubenkopf tiefer gedreht, während der Schraubenkörper in der Position verbleibt (c). Dies führt zu einer weiteren interfragmentären Kompression. Es sollte darauf geachtet werden, dass die Schraube nicht zu lang gewählt wird, damit sie mit ihrer Spitze den Knochen nicht überragt. In gleicher Weise wird die zweite Schraube eingebracht.

Figures 8a to 8c

First, the posterior 6.5-mm I.CO.S.® is inserted with the internal and external screwdriver under image intensifier control (a). Once the screw has reached the desired depth and the screw head is totally embedded in bone, the external ring is tightened (b). To do this, the internal screwdriver is retracted, turned 90° and locked. The internal part should not be removed completely, as the function of the internal screwdriver for guidance of the guide wire would be lost. Now only the external screwdriver finds purchase in the screw head. By turning the screwdriver clockwise, only the screw head is advanced while the position of the body of the screw remains unchanged (c). This produces a further interfragmentary compression. It is important not to choose a too long screw, as its tip should not exceed the bone.

The second screw is inserted in the same manner.





Abbildungen 9a bis 9c

In der abschließenden Durchleuchtungskontrolle in drei Ebenen (Fuß a.p. [a] und seitlich [b], oberes Sprunggelenk a.p. [c]) werden Lage und Länge der Implantate und die Arthrodese nochmals überprüft und dokumentiert. Insbesondere werden Alignment des Rückfußes (oberes Sprunggelenk a.p.), lateraler talokalkaneärer Winkel und Chopart'sche Gelenklinie (Fuß seitlich) sowie a.p. talokalkaneärer Winkel und Chopart'sche Gelenklinie (Fuß a.p.) kontrolliert.

Figures 9a to 9c

Repeat imaging control of position and length of screws as well as of the arthrodesis in three planes (foot, AP [a] and lateral [b]), ankle, AP [c]). Particular attention should be paid to the alignment of the hindfoot (ankle, AP), lateral talocalcaneal angle and Chopart's line (foot, lateral), and AP talocalcaneal angle and Chopart's line (foot, AP).

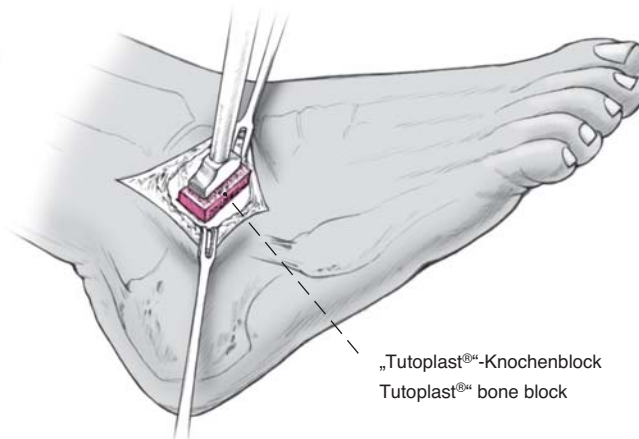


Abbildung 10

Ein Knochenspan oder kräftige Knochenspongiosa wird in den Sinus tarsi eingebolzt. Der Span kann vom Beckenkamm entnommen werden. Vorzugsweise wird allerdings ein Allograft-Span (Tutoplast®) verwendet. Das resezierte Material aus dem unteren Sprunggelenk besteht aus Restknorpel und Bröckchen von subchondralem Knochen und gewährleistet nicht die erforderliche Stabilität. Durch Verwendung eines Allografts werden die Operationsdauer und die potentielle postoperative Morbidität nach Spanentnahme vom Beckenkamm (Schmerzen, Hämatom, eingeschränkte Mobilisierbarkeit) reduziert. Außerdem ist eine lokale regionale Anästhesie besser möglich.

Abschließend erfolgen die Readaptation der subkutanen Schichten und Naht der Haut. Polsterverband und Kompression.

Figure 10

A corticocancellous or a strong cancellous bone graft is wedged into the sinus tarsi. The graft can be harvested from the iliac crest. We prefer an allograft (Tutoplast®). The previously removed material from the subtalar joint consists of articular cartilage and fragments of subchondral bone and does not assure the necessary stability. The use of an allograft reduces not only the operating time but also the complications arising from bone graft harvesting (pain, hematoma, restricted general activity). Besides, removal of a bone graft from the iliac requires a higher level of regional anesthesia that is less comfortable to the patient. Wound closure in layers, padded compressive dressing.

Postoperative Behandlung

- Verbandwechsel nach 24–48 h, je nach Einblutung in den Verband.
- Erstmobilisation am 2. postoperativen Tag, bei zu starker Schwellung später.
- Mobilisation im Gips Schuh an zwei Gehstöcken bis zur gesicherten Wundheilung und Abschwellung der Weichteile, meist für ca. 10 Tage. Freie Belastung nach Maßgabe der Schmerzen.
- Anschließend freie funktionelle Mobilisation mit Belastung und Stockentwöhnung nach den Möglichkeiten des Patienten.
- Fadenentfernung nach 14 Tagen.
- Thromboseprophylaxe mit niedermolekularem Heparin für 6 Wochen, bei speziellen Risikofaktoren orale Antikoagulation mit einem Cumarinderivat. Aufgrund von Schmerzen ist eine volle Belastung nicht immer sofort möglich; in diesen Fällen ist eine Prophylaxe angezeigt.
- Klinische und radiologische Kontrolle (Fuß a.p. und seitlich stehend, oberes Sprunggelenk a.p.) nach 6 und 12 Wochen sowie nach 6 Monaten.

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Mangelhaftes Entknorpeln, schlechter Kontakt der entknorpelten Knochenflächen, Verzicht auf Knochenspananlage (vor allem bei Pes valgus et pronatus), ungünstige Schraubenlage und ungenügende Kompression der Schrauben können Ursachen eines verzögerten oder ausbleibenden knöchernen Durchbaus sein: Bei fehlenden radiologischen Durchbaueigenschaften und Schmerzen nach 3 Monaten Entschluss zu erneuter Arthrodese.
- Große Knochendefekte erhöhen das Risiko für einen verzögerten oder ausbleibenden ossären Durchbau: Auch hier muss bei ausbleibender Konsolidierung die Arthrodese wiederholt werden.
- Zu stark konvergierend eingebrachte Schrauben schränken gegenseitig die Kompressionskraft ein (neutralisierende Wirkung zweier nicht parallel liegender Zugschrauben): Gefahr einer zu geringen Kompression mit unzureichender Stabilität und dadurch Risiko eines verzögerten ossären Durchbaus. In diesem Fall sollte mindestens eine der Schrauben in veränderter Lage neu eingebracht werden.
- Beim lateralen Weichteilzugang können der Ramus lateralis nervi suralis, die Peronealsehnen und das Ligamentum calcaneofibulare verletzt werden: Die betroffenen Strukturen sollten, sofern man ihre Läsion bemerkt, rekonstruiert werden.

Postoperative Management

- Dressing change after 24–48 h depending whether the dressing is blood-soaked or not.
- Patient is allowed up on day 2, if marked swelling present, delayed.
- Walking with two walking aids and foot in a cast shoe till wound healing is completed and swelling has subsided. This usually lasts approximately 10 days. Unrestricted weight bearing depending on pain.
- Thereafter, unlimited weight bearing without external immobilization and slow weaning from walking aids.
- Stitch removal after 14 days.
- Prevention of thrombophlebitis with low molecular heparin for 6 weeks, if pain prevents full weight bearing. In the presence of special risk factors, oral anticoagulation with a coumarin derivative.
- Clinical and radiologic control (foot, AP and lateral, standing, ankle, AP) after 6 and 12 weeks and after 6 months.

Errors, Hazards, Complications

- Incomplete removal of articular cartilage, inadequate contact between denuded bone surfaces, omission of bone grafts (particularly in instances of valgus and pronation of foot), improper screw position, and insufficient compression may lead to delayed or absent bony consolidation: absence of radiologic evidence of bony consolidation and pain after 3 months: revision is indicated.
- Major bone defects increase the risk of delayed or nonunion: in the presence of absent bony consolidation: revision of arthrodesis.
- Screws placed in too pronounced convergence limit the force of compression of each screw (neutralizing action of two lag screws not lying parallel): risk of inadequate compression with insufficient stability increasing risk of delayed bony consolidation. In this case, at least the position of one of the screws has to be corrected.
- Risk of injury to the lateral branch of the sural nerve, the peroneal tendons and the calcaneofibular ligament during the lateral approach: reconstruction of the injured structures, if recognized.
- During the subtalar arthrodesis, soft tissue structures lying further medially and posterior to the medial malleolus may be injured; they are, from anterior to posterior, the tendons of the tibialis posterior and the flexor digitorum longus, the posterior tibial artery, the tibial nerve, and the tendon of the flexor

- Bei der Ausräumung und Entknorpelung des unteren Sprunggelenks können die weiter medial gelegenen Weichteilstrukturen dorsal vom Innenknöchel verletzt werden; diese sind von anterior nach dorsal die Sehnen des Musculus tibialis posterior und Musculus flexor digitorum longus, die Arteria tibialis posterior, der Nervus tibialis und die Sehne des Musculus flexor hallucis longus: Auch hier muss der gesetzte Schaden direkt behoben werden.
 - Beim perkutanen Einbringen der Schrauben von plantar durch die belastete Fußsohle können störende Narben in der Belastungszone entstehen. Ebenso besteht die Gefahr einer Nervenastschädigung mit Neurombildung, wenn die Inzision nicht stumpf in der Tiefe ausgeweitet und die Schutzhülse beim Bohren nicht verwendet wird: Störende Schrauben können nach knöchernem Durchbau der Arthrodese entfernt werden, ein mögliches Neurom lässt sich im gleichen Eingriff revidieren.
 - Komplikationen wie Wundheilungsstörung, Hämatombildung und lokale Infektion sind lege artis zu behandeln: Generell kann durch Ruhigstellung, Hochlagerung und Entlastung bzw. Teilbelastung eine Rückbildung respektive ein Abklingen der Wundheilungsstörung erreicht werden. Große Hämatome erfordern evtl. eine Entlastung durch Ausräumen des Blutergusses. Bei Infekten ist entweder eine rein antibiotische Behandlung oder eine zusätzliche Wundrevision nötig.
 - Überstehende Schrauben (plantar oder ventral): Diese werden nach knöchernem Durchbau (in der Regel nach 12 Wochen) entfernt.
 - Anhaltende Schmerzen im Tarsaltunnel: Bei länger bestehenden Beschwerden und vorheriger neurologischer Abklärung mit Sicherung der Diagnose ist eine Revision des Tarsaltunnels angezeigt.
 - Impingement: Ein durch eine zu lange Schraube verursachtes ventrales Impingement mit Einschränkung der Dorsalextension im oberen Sprunggelenk lässt sich leicht durch eine Implantatentfernung beheben, allerdings frühestens nach 3 Monaten und nach radiologisch gesichertem Durchbau. Ein laterales Impingement durch eine Überkorrektur in Valgusstellung kann durch eine verkürzende Osteotomie der Fibula beseitigt werden.
- hallucis longus: immediate reconstruction of injured structure.
- The percutaneous insertion of screws from plantar through the weight-bearing sole of the foot may lead to painful scars. There is also a risk of injury to nerve branches with neuroma formation, if the incision has not been deepened bluntly or the drill sleeve has not been used: screws giving rise to symptoms can be removed after bony consolidation, a neuroma, if present, can be removed at the same time.
 - Complications such as wound healing disturbances, formation of hematoma and local infections are treated by established principles: in general, immobilization, elevation, and non- and partial weight bearing, respectively, will lead to the subsidence of wound healing disturbances. In the presence of large hematomas, an evacuation may become necessary. For infection, an antibiotic therapy or an additional wound revision is indicated.
 - Proud screws (plantar or anterior): removal after bony consolidation (in general, after 12 weeks)
 - Persistent pain at the tarsal tunnel: in the presence of long-standing symptoms and after proper neurologic investigation to confirm the diagnosis, a revision of the tarsal tunnel is warranted.
 - Impingement: an anterior impingement with limitation of extension of the ankle, caused by a too long screw, can be corrected easily by screw removal, but not before 3 months and after radiologic confirmation of bony consolidation. A lateral impingement caused by an overcorrection of valgus can be settled by a shortening osteotomy of the fibula.

Results

In 2000, we performed an isolated, subtalar arthrodesis in 13 patients (three women, average age 54.7 [34–70] years, ten men, average age 48 [19–58] years). A symptomatic secondary osteoarthritis after a fracture constituted the surgical indication in nine patients. Of these, six men had a calcaneal fracture, three of which were treated conservatively and three surgically; two men had a talar fracture, one treated conservatively and the other surgically; one woman had a malleolar fracture treated surgically. Another man presented with a complex hindfoot instability after recurrent sprains, a woman suffering from rheumatoid arthritis had a symptomatic osteoarthritis of the subtalar joint in valgus malalignment accompanied by stiffness. Two patients (one woman, one man) presented with a painful talocalcaneal coalition. Not included in

Ergebnisse

Im Jahr 2000 wurden in der Orthopädisch-traumatologischen Abteilung des Kantonsspitals Basel, Schweiz, 13 Patienten (drei Frauen, mittleres Alter 54,7 [34–70] Jahre, zehn Männer, mittleres Alter 48 [19–58] Jahre)

mit einer isolierten subtalaren Arthrodese versorgt. Die Operationsindikation war in neun Fällen eine symptomatische sekundäre Arthrose nach Frakturen (sechs Männer nach Kalkaneusfraktur, davon drei nach konservativer und drei nach operativer Behandlung; zwei Männer nach Talusfraktur, davon je einer nach konservativer und operativer Behandlung; eine Frau nach einer operativ behandelten Malleolarfraktur). In einem Fall handelte es sich um eine komplexe Rückfußinstabilität nach rezidivierenden Distorsionen (ein Mann), in einem Fall um eine symptomatische, in Valgusstellung einsteifende Arthrose bei chronischer Polyarthritits (eine Frau) und in zwei Fällen um eine symptomatische Coalitio talocalcanearis (je eine Frau und ein Mann). Ausgeschlossen wurden Patienten mit kombinierten pathologischen Befunden im unteren Sprunggelenk und in einem oder mehreren angrenzenden Gelenken, bei denen gleichzeitig das obere Sprung-, Talonavikular- und/oder Kalkaneokuboidgelenk versteift oder eine Sprunggelenkendoprothese eingesetzt wurden.

Radiologisch war die Arthrodese des unteren Sprunggelenks in allen Fällen nach 6 oder spätestens 12 Wochen postoperativ konsolidiert. Während dieser Phase trat keine sekundäre Dislokation der Fragmente auf. Auch kam es nicht zu Implantatversagen oder -lockerung. Zudem wurde in keinem Fall, weder nach 6 noch nach 12 Wochen, eine Demineralisation oder Osteopenie des Fußskeletts als Zeichen einer chronischen Entlastung oder Algodystrophie beobachtet. Nach einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 16,5 (12–22) Monaten waren die Patienten mit dem Ergebnis mehrheitlich zufrieden. Im Hindfoot-Score der American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) [5] mit maximal 94 möglichen Punkten erreichten neun Patienten ≥ 88 Punkte und drei Patienten zwischen 65 und 77 Punkte. Ein Patient erreichte 56 Punkte und war wegen persistierender Schmerzen und der bereits vor der Operation bestehenden generellen Einsteifung des Rückfußes nicht zufrieden. Die Restbeschwerden hatten ihren Ursprung aber eindeutig nicht im unteren Sprunggelenk. Der Punktverlust bei den Patienten mit gutem Resultat ergab sich aus einer eingeschränkten Beweglichkeit im Rückfuß und leichten Problemen beim Gehen auf unebenem Boden. Zusätzlich führte die Angabe von Schmerzen zu einer deutlichen Reduktion der Punktzahl, was bei den Patienten mit schlechteren Resultaten der Fall war.

Bei der Kontrolluntersuchung nach durchschnittlich 16,5 (12–22) Monaten waren elf Fälle abgeschlossen; zwei dieser Patienten gaben gewisse Restbe-

our study are patients with pathologies of the subtalar joint associated with lesions of one or more neighboring joints. These included stiffness of the ankle, of talonavicular and/or calcaneocuboid joint and patients after total ankle replacement.

Bony consolidation of the subtalar arthrodesis could be confirmed radiologically in all patients after 6 or at the latest after 12 weeks. During the phase of consolidation, no displacement of the fragments occurred. We could neither observe an implant failure nor an implant loosening. Furthermore, no demineralization or osteopenia of the foot bones was observed which would have been indicative of a disuse or sympathetic reflex dystrophy. After an average of 16.5 (12–22) months follow-up, most of the patients were satisfied with the result of surgery. For the assessment, we used the hindfoot score of the American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) [5] which gives a maximum of 94 points. Nine patients reached ≥ 88 points and three between 65 and 77 points. One patient scored 56 points and was unsatisfied on account of persistent pain and an overall stiffness of the hindfoot already present before the arthrodesis. The residual symptoms did definitively not originate in the subtalar joint. The loss of points of patients with a good result was due to a limited mobility of the hindfoot and slight problems while walking over uneven grounds. The presence of pain strongly influenced the score, this fact became obvious in patients with poorer results.

At the moment of follow-up, the treatment was terminated in eleven patients. Two of these patients had certain residual symptoms at the level of the hindfoot, the remaining two patients are still under our care after revisions that were not related to the subtalar arthrodesis. However, the revisions contributed to a decreased score.

Implant removal was performed in four patients, two of whom complained of proud screw heads at the level of the heel. In one patient the anterior screw was too long and caused an irritation of the anterior part of the ankle. The fourth patient experienced, before the arthrodesis, a complex pain syndrome with instability following recurrent ankle sprains and multiple interventions. After arthrodesis, pain remained in the area of both malleoli. The screws were removed, the tarsal tunnel was revised medially and scar revision done laterally. The tunnel revision was successful, whereas symptoms persisted laterally. After implant removal, the four patients are free of symptoms.

schwerden im Bereich des Rückfußes an. Die beiden anderen Patienten sind nach Revisionseingriffen noch in Kontrolle. Beide Eingriffe standen nicht im Zusammenhang mit der Arthrodese des unteren Sprunggelenks, verursachten aber eine Punktzahlverminderung in den postoperativen Kontrollen.

Bei vier Patienten wurden die Implantate entfernt. Zwei Patienten fühlten sich vor allem durch die aufragenden Schraubenköpfe im Bereich der Ferse gestört. Bei einem Patienten war die vordere Schraube etwas zu lang und führte daher zu einer Irritation des ventralen oberen Sprunggelenks. Der vierte Patient wies vor der Arthrodese ein komplexes Schmerzsyndrom bei Instabilität nach rezidivierenden Distorsionen des oberen Sprunggelenks und mehreren Voroperationen auf. Nach der Arthrodese des unteren Sprunggelenks bestanden Schmerzen im Bereich um den Malleolus medialis und Malleolus lateralis. Die Schrauben wurden entfernt, der Tarsaltunnel wurde medial revidiert, und lateral wurde eine Narbenkorrektur durchgeführt. Die Tarsaltunnelrevision war erfolgreich, hingegen persistieren lateral Restbeschwerden. Ansonsten sind alle vier Patienten nach der Implantatentfernung beschwerdefrei.

Literatur – References

1. Dahm DL, Kitaoka HB. Subtalar arthrodesis with internal compression for post-traumatic arthritis. *J Bone Joint Surg Br* 1998;80:134–8.
2. Easley ME, Trnka HJ, Schon LC, et al. Isolated subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82:613–24.
3. Flemister AS Jr, Infante AF, Sanders RW, et al. Subtalar arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 2000;21:392–9.
4. Huang PJ, Chen SK, Chen YW, et al. Subtalar arthrodesis for subtalar arthritis. *Kaohsiung J Med Sci* 1997;13:677–81.
5. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, et al. Clinical rating system for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 1994;15:349–53.
6. Mann RA, Beaman DN, Horton GA. Isolated subtalar arthrodesis. *Foot Ankle Int* 1998;19:511–9.
7. Marti RK, de Heus JA, Roolker W, et al. Subtalar arthrodesis with correction of deformity after fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:611–6.

Korrespondenzanschrift – Address for Correspondence

Prof. Dr. Beat Hintermann
Leiter Orthopädisch-Traumatologische Abteilung
Orthopädische Universitätsklinik
Kantonsspital
CH-4031 Basel
Telefon (+41/61) 265-7197, Fax -7322
E-Mail: bhintermann@uhbs.ch