

Abb. 8.27 Distraction des Subtalar-Gelenks nach Resektion der Coalitio talocalcanearis mit dem kirschnerdrahtverankerten Spreizer.

8

Nachbehandlung

Nach der Resektion der Coalitio talocalcanealis ist eine frühe Mobilisierung des talokalkanearen-navikularen Komplexes grundsätzlich anzustreben. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass eine etwa dreiwöchige Ruhigstellung bis zur Abschwellung und Schmerzfreiheit sinnvoll ist und gute Mobilisierungs-Ergebnisse auch bei verzögerter krankengymnastischer Mobilisierung möglich sind. Insgesamt ist die Schmerzfreiheit bei Belastung in der Ergebnisbewertung wichtiger als die Beweglichkeit, die zudem funktionell nicht vollständig ausgenutzt wird [8].

Primäre Arthrodesese

Entschließt man sich aufgrund der Gesamtkonstellation (► Abb. 8.28 zeigt ein Beispiel) zu einer primären Fusion des Subtalar-Gelenks, kann diese vom gleichen Zugang aus vorgenommen werden. Mit kleinen Curetten und der Kugelfräse kann die hintere Kammer des Subtalar-Gelenks angefrischt werden. Leichte Rückfuß-Valgus-Deformitäten werden durch den Zugang von medial und die hierdurch medial ausgeprägtere Resektion mit korrigiert. Die Osteosynthese wird mit 2 von tuberseitig aus eingebrachten Schrauben durchgeführt (► Abb. 8.28). Bei jüngeren Kindern kommt auch eine Aufrichtung des Talokalkaneal-Gelenks nach Coalitio-Resektion mit einem Grice-Span in Betracht.

Nachbehandlung

Primäre Arthrodesen erfordern eine 6-wöchige Entlastung im Unterschenkel-Hartverband oder Walker.

Stellungskorrektur durch Osteotomien

Sind ausgedehntere Stellungskorrekturen bei Planoabducto-valgus-Deformität nach einer Resektion oder primären talokalkanearen Fusion zusätzlich erforderlich, können diese simultan von separaten Zugängen aus durchgeführt werden [1], [4], [5], [9], [11]. Von einer schrägen Hautinzision über dem Sinus tarsi aus kann der Kalkaneus direkt vor der hinteren Gelenkfacette umfahren, osteotomiert und verlängert werden. Dies bietet neben der Stellungskorrektur besonders in der Transversalebene auch die Möglichkeit, die Region des anterolateralen subtalaren Impingement zu inspizieren und das Impingement durch die Verlängerung zu beseitigen. Es hat sich bewährt, das Ausmaß der Kalkaneus-Verlängerung auf meist 6–8 mm, selten 10 mm zu begrenzen und eine verbleibende Rückfuß-Valgus-Komponente durch zusätzliche Kalkaneus-Verschiebeosteotomie zu korrigieren. Meist ist eine Absenkung des medialen Strahles z. B. durch eine Cotton-Osteotomie ebenfalls erforderlich (tarsale Triple-Osteotomie [7]). Andere Autoren bevorzugen ein zweizeitiges Vorgehen zur Stellungskorrektur [2], [12].

Nachbehandlung

Eingriffe mit zusätzlichen tarsalen Osteotomien erfordern eine 6-wöchige Entlastung im Unterschenkel-Hartverband oder Walker.

8.3.4 Ergebnisse und Komplikationen

Neben den allgemeinen Operationsrisiken sind bei der Coalitio-Resektion insbesondere Fälle mit persistierenden Beschwerden zu beobachten. Diese sind besonders bei älteren Patienten, bei der talokalkanearen Form, bei großer Ausdehnung der Coalitio und beim Vorbestehen von degenerativen Veränderungen und Peronealspasmen zu erwarten. Auch eine unvollständige Resektion kann mit fortbestehenden Beschwerden verbunden sein (► Abb. 8.29). Isolierte Arthrodesen von Talokalkaneal- (TC-Coalitio: talokalkaneale Koalitio) oder Talonavikular- bzw. der Chopart-Gelenke (CN-Coalitio) sind dann erforderlich. Die definitive Beurteilung des Operationserfolges ist häufig erst nach frühestens 9–12 Monaten möglich. Berichte über Langzeitergebnisse sind nur spärlich in der Literatur zu finden [13].



Abb. 8.28 DVT bei rigider Planovalgus-Deformität mit beidseitiger großer talocalcanearer Coalitio eines jugendlichen Patienten, in dieser Schnittebene nicht erkennbar. Die unterschiedliche Gelenkspaltweite des talocalcanearen Restgelenkes gab in diesem Fall den Ausschlag zur Art der operativen Behandlung.
 a Bei erhaltenem Restgelenk erfolgte eine Resektion der Coalitio.
 b Bei nur minimaler Gelenkspaltweite war eine primäre Arthrodesese indiziert.



Abb. 8.29 DVT bei unvollständiger Resektion einer talocalcanearen Coalitio mit klinisch noch deutlichen Restbeschwerden.

Auf den Punkt gebracht



Präoperative Diagnostik

- klinische Untersuchung mit Schmerz-Anamnese und Prüfung der tarsalen Flexibilität, Wadenmuskel-Verkürzung und Peronealispasmus
- Röntgenbild des Fußes dorsoplantar und seitlich im Stand (indirekte Röntgenzeichen) sowie Schrägaufnahme
- bei Verdacht auf TC-Coalitio MRT oder CT

Indikationen

- Abwägung von Leidensdruck und Prognose
- eher großzügige Indikationsstellung bei der CN-Coalitio im jüngeren Lebensalter
- Resektion der TC-Coalitio in der Regel nur bei Beschwerden
- Differenzialindikation Resektion versus Arthrodesis bei der TC-Coalitio

Besondere technische Punkte bei der Operation

- Muskelinterposition bei der CN-Coalitio
- Fettgewebsinterposition bei der TC-Coalitio
- Simultane Stellungskorrektur bei Planovalgus-Deformität
- primäre talokalkaneare Arthrodesis vom medialen Zugang

Gefahren und Komplikationen

- anhaltende Schmerzen postoperativ
- N.-tibialis-Schädigung bei der TC-Coalitio-Behandlung
- sekundäre Arthrodesis nicht selten erforderlich

Postoperative Behandlung

- primäre Ruhigstellung unter Entlastung im Hartverband
- Mobilisierung des talokalkanearen-navikularen Komplexes nach Abschwellung

Literatur zur weiteren Vertiefung

Einen einschlägigen Überblick über die umfangreiche ältere Literatur geben Lemley et al [10]. Große Serien operativ behandelter Fälle tarsaler Coalitiones finden sich bei Mubarak et al [16] für die kalkaneonavikulare Form und bei Gantsoudes et al [2] für die talokalkaneare Form. Die weitere unten angegebene überwiegend neuere Literatur bezieht sich auf unterschiedliche Aspekte der talokalkanearen Form der Coalitio.

Quellenangaben

- [1] Blitz NM. Pediatric & adolescent flatfoot reconstruction in combination with middle facet talocalcaneal coalition resection. *Clin Podiatr Med Surg* 2010; 27: 119–133
- [2] Gantsoudes GD, Roocroft JH, Mubarak SJ. Treatment of talocalcaneal coalitions. *J Pediatr Orthop* 2012; 32: 301–307
- [3] Hamel J. Diagnostik und Therapie der Coalitionen und Synostosen bei Kindern und Jugendlichen. *Othopädie* 2013; 42: 442–448
- [4] Hamel J. 3- bis 6-Jahres-Ergebnisse nach Resektion einer talocalcanearen Coalitio kombiniert mit Calcaneus-Verlängerung im Kindes- und Jugendlichen-Alter. *Fuß & Sprunggelenk* 2012; 10: 175–183
- [5] Hamel J. Die Resektion der talokalkanearen Coalitio im Kindes- und Adoleszentenalter ohne und mit Stellungskorrektur. *Oper Orthop Traumatol* 2009; 21: 180–192
- [6] Hamel J. Die dorsomediale Coalitio talocalcanearis – Präsentation von 7 operativ-resezierend behandelten Fällen im zweiten Lebensjahrzehnt. *Fuß & Sprunggelenk* 2008; 6: 207–213
- [7] Hamel J, Nell M, Kalpen A. Das Konzept der Tarsalen Triple-Osteotomie (TTO) zur 3-D-Korrektur schwerer Pes planovalgus-Deformitäten – erste radiologisch-pedographische Ergebnisse im Adoleszentenalter. *Fuß & Sprunggelenk* 2014; 12: 160–169
- [8] Hetsroni I, Nyska M, Mann G et al. Subtalar kinematics following resection of tarsal coalition. *Foot Ankle Int* 2008; 29: 1088–1094
- [9] Kernbach KJ, Blitz NM, Rush SM. Bilateral single-stage middle facet talocalcaneal coalition resection combined with flatfoot reconstruction: a report of 3 cases and review of the literature. *Investigations involving middle facet coalitions – part 1. J Foot Ankle Surg* 2008; 47: 180–190
- [10] Lemley F, Berlet G, Hill K et al. Current concepts review: Tarsal coalition. *Foot Ankle Int* 2006; 27: 748–754
- [11] Lisella JM, Bellapianta JM, Manoli A. Tarsal coalition resection with pes planovalgus hindfoot reconstruction. *J Surg Orthop Adv* 2011; 20: 102–105
- [12] 11. Luhmann SJ, Schoenecker PL. Symptomatic talocalcaneal coalition resection: Indications and results. *J Pediatr Orthop* 1998; 18: 748–754
- [13] Mc Cormack TJ, Olney B, Asher M. Talocalcaneal coalition resection: a 10-year follow up. *J Pediatr Orthop* 1997; 17: 13–15
- [14] Mosca VS, Bevan WR. Talocalcaneal tarsal coalitions and the calcaneal lengthening osteotomy: the role of deformity correction. *J Bone Joint Surg* 2012; 94-A: 1584–1594
- [15] Mosca VS. Principles and management of pediatric foot and ankle deformities and malformations. Wolters Kluwer, Philadelphia; 2014, S 104
- [16] Mubarak SJ, Patel PN, Upasani VV et al. Calcaneonavicular coalition – treatment by excision and fat graft. *J Pediatr Orthop* 2009; 29: 418–426
- [17] Rozansky A, Varley E, Moor M et al. A radiologic classification of talocalcaneal coalitions based on 3D reconstruction. *J Child Orthop* 2009; 4: 129–135
- [18] Wilde PH, Torode IP, Dickens DR et al. Resection for symptomatic talocalcaneal coalition. *J Bone Joint Surg* 1994; 76-B: 797–801

8.4 Flexibler Knick-Senk-Fuß

M. Abbara-Czardybon

8.4.1 Einleitung

Der Knick-Senk-Fuß ist eine häufig zu beobachtende Fußstellung im Kindesalter. Sein Hauptmerkmal ist eine abgeflachte Längswölbung der Fußsohle unter Belastung, die mit einer Rückfuß-Valgusstellung einhergeht. Sofern der Fuß flexibel ist, kann diese Rückfußausrichtung im Zehenspitzenstand aktiv kompensiert werden.

Die Entwicklung des kindlichen Fußes findet in der 1. Dekade des Wachstums statt, verläuft komplex und unterliegt einer großen Varianzbreite. Beeinflusst wird sie von der Achsausrichtung der gesamten unteren Extremität und auch der genetischen Disposition. So entwickelt sich aus dem primär physiologischen Knick-Senk-Fuß des Kleinkindes beim Schulkind eine Fußlängswölbung mit regelrechter Rückfußachse, die auch unter Belastung bestehen bleibt. Der sog. lockere Knick-Senk-Fuß stellt dabei einen passageren physiologischen Entwicklungsschritt im Gestaltwandel des Fußes dar, solange er korrigierbar und bei neurologisch gesunden Kindern auftritt.

Bei etwa 2–3% der Kinder geht diese primär symptomlose, aktiv kompensierbare Fußstellung in ein Stadium der Dekompensation mit Belastungs- und Bewegungseinschränkung über, die mitunter auch progredient werden. Diese Dekompensation weist häufig strukturelle Veränderungen auf, die in einer kontrakten Deformität enden können. Eine Progression der Talusrotation nach medial mit fixierter Supination und Vorfuß-Abduktion, sowie eine Achillessehnenverkürzung und eine Hypertrophie der Peronealsehnen können die Folge sein. Eine spontane Besserung ist dann, insbesondere wenn es sich um einen deutlichen Knick-Senk-Fuß des älteren Schulkindes handelt, kaum mehr zu erwarten. Schwierig bleibt die fehlende Evaluationsmöglichkeit, welcher Knick-Senk-Fuß im weiteren Verlauf symptomatisch wird oder asymptomatisch bleibt.

Nomenklatur

Beim Knick-Senk-Fuß ist die Eversion des Rückfußes verstärkt (=Knickfuß/Pes calcaneus valgus) und die mediale Fußwölbung abgeflacht (= Senkfuß), sodass der Fuß am Boden aufliegt (= Plattfuß/planus). Im Bereich des Vor- und Mittelfußes ist er durch eine Abduktion und Supination gekennzeichnet.

Folgende, oft nur Teile der Fehlstellung beschreibende Begriffe, werden als Synonyme benutzt:

- Pes plano-valgus
- Pes calcaneus
- Knick-Platt-Fuß
- Knick-Senk-Fuß

Ätiologie und Epidemiologie

Gutartige kindliche Fußfehlstellungen sind sehr häufig und werden mit einer Inzidenz von 93–95% bei Kleinkindern angegeben. Mit dem weiteren Wachstum verbessert sich dann die Achsausrichtung des Fußes. Im Alter zwischen 5–7 Jahren findet sich bei 44–50% der untersuchten Kinder noch eine Knick-Senk-Fuß-Haltung. Die physiologische Ausbildung der Längswölbung des Fußes

kann zwar auch mal über das 7.–10. Lebensjahr hinaus andauern, dennoch sind schwerere Formveränderungen selten. Die Wahrscheinlichkeit für die Persistenz eines Pes plano valgus im Erwachsenenalter sinkt unter 4%, was seine prinzipielle wachstumsbedingte Gutartigkeit zu bestätigen scheint.

Voraussetzung für diese Spontanprognose ist eine genaue Differenzierung der Gegebenheiten. Je älter aber das Kind bei einer schweren Verlaufsform ist, desto schlechter ist die Spontanremissionsprognose. Coalitiones (knöcherne Versteifungen) als Ursache für die Fehlstellung müssen ausgeschlossen werden. Ebenso kongenitale Veränderungen wie ein Talus verticalis (steilgestelltes Sprungbein) oder ein neurogener, syndromaler Knick-Senk-Fuß. Auch ein prominentes Os tibiale externum kann mitunter einer Knick-Senk-Fuß-Fehlstellung ähneln. Diese Entitäten haben einen anderen Spontanverlauf und erfordern andere Maßnahmen.

Merke

Der kindliche „lockere“ Knick-Senk-Fuß ohne Begleitpathologien entwickelt sich in einen fließenden Prozess im Rahmen des Wachstums und unterliegt physiologischerweise kontinuierlichen Veränderungen, die ein spontanes Korrekturpotenzial haben.

M!

Pathogenese

Unter normalen Wachstumsbedingungen sind die Torsionsveränderungen der unteren Extremität um das 11. Lebensjahr herum abgeschlossen. Bis dahin kommt es zu einer Änderung des Antetorsionswinkels des Schenkelhalses und der zunächst valgischen Kniegelenkachse. Die asymmetrisch epiphysäre Entwicklung der distalen Tibia mit Außendrehung der Knöchelgabel hat ebenfalls einen Einfluss auf die Rückfuß-Ausrichtung. Einer der wesentlichsten ätiologischen Faktoren für den juvenilen „lockeren“ Knick-Senk-Fuß stellt die allgemeine Bandlaxität im Kindesalter dar. Durch die zunehmende Quervernetzung der kollagenen Fasern entwickelt sich die normale Stützfunktion der gewölbeerhaltenden Strukturen erst um das 5. Lebensjahr. Die Pronationsbegrenzung des Fußes durch Ligamente und Muskeln ist bis dahin noch nicht voll funktionstüchtig. Die Folge ist ein Missverhältnis zwischen der Stabilität und der durch das allgemeine Wachstum zunehmend einwirkenden Belastung.

Merke

Der kindliche „lockere“ Knick-Senk-Fuß stellt eine Formänderung in allen 3 Ebenen im Raum dar (Rückfußvalgus, Vor- und Mittelfußabduktion, Absinken der Längswölbung), die im unterschiedlichen Ausmaß betroffen sein können und von proximalen Veränderungen beeinflusst werden.

M!

Verlauf und Progression der Fehlstellung:

- Eversion des Rückfußes
- zunehmende Überlastung der weichteiligen Stabilisatoren (Tibialis-posterior-Sehne, Spring Ligament)
- Verstärkung der Instabilität der medialen Fußsäule, der Taluskopf senkt sich nach medioplantar
- Abduktion des Mittelfußes

- Supinationsstellung des Vorfußes in Relation zum Rückfuß
- Zusammen führt dies zur lateralen Verlagerung der Schwerpunktklinie des Fußes, was mit einer Verkürzung des Gastrocnemius (der Achillessehne) einhergehen kann.

Besonderheiten

Beachtet man den jährlichen Zuwachs der Fußlänge von 10–15 mm bis zum 7. Lebensjahr, so wird die rasante Entwicklung dieser Körperregion in einer kurzen zeitlichen Periode deutlich. 98% der Mädchenfüße sind im Alter von 12–13 Jahren ausgewachsen, bei den Jungen findet das Ende des Fußwachstums mit ca. 15 Jahren statt.

8.4.2 Diagnostik

Klinische Untersuchung

Anamnestisch bedeutsam für den kindlichen Knick-Senk-Fuß sind neben Angaben zur motorischen Entwicklung, zu sportlichen Aktivitäten und zur Familienanamnese, die rasche Ermüdbarkeit, ein Schweregefühl der Beine und auftretende Muskelverkrampfungen. Differenzierte Schmerzangaben zur Schmerzstärke, -qualität und -zeitpunkt mit Belastungs- und Funktionseinschränkungen sind nicht immer präzise zu erheben. Nicht selten wird eine Reduktion des Aktivitätslevels als typisches „Hinken, Laufmüdigkeit und Sportverdrossenheit“ verbalisiert. Klinisch erfolgt die Überprüfung der aktiven und passiven Gelenkbeweglichkeit, Kraft und Koordination im barfüßigen ebenerdigen Stand und Gang im Seitenvergleich. Zusätzlich erfolgt eine orientierende neurologische Untersuchung, jeweils unter Einbeziehung der proximalen Ebenen. Andere differenzialdiagnostische Schmerzursachen wie Arthritis, Tumor und Infektionen müssen berücksichtigt werden.

Die Untersuchung erfolgt stets im unbelasteten und belasteten Zustand im Seitenvergleich bei entkleideten unteren Extremitäten.

Inspektion

- Absenkung der Längswölbung des Fußes bei Belastung: Protrusion des Taluskopfes/Fersenvalgus/Abduktion des Mittelfußes zum Rückfuß/Vorfußsupination = positives Too many Toes oder Lost big Toe Sign' (s. Kap. 4; ► Abb. 8.30a)
- Orientierung und Ausrichtung der Malleolengabel
- Längenvergleich der medialen und lateralen Fußsäule bei plantarer Aufsicht

Palpation

- prominentes Os tibiale externum/Fibulaspitze/Sinus tarsi Region = Druckstellen oder Schmerzen

Funktion

- Großzehnhyperextensions-Test: Beurteilung der Aufrichtbarkeit der Fußwölbung durch Dorsalextension der Großzehe im Stand; durch den sog. Windlass Mechanism (Umwicklungseffekt) bewirkt die Dorsalextension eine Anspannung der Plantaraponeurose und damit eine Ausprägung der Längswölbung = Jack's Toe-raising Test
- Zehenspitzenstand: Bei Flexibilität der Fehlstellung variiert sich die Ferse im Zehenspitzenstand und stellt die mediale Fußwölbung wieder her = Heel rise Test (► Abb. 8.30b)
- manuelle Reponierbarkeit der einzelnen Knickfußkomponenten: Abklärung (besonders bei einseitigen Deformitäten) im Hinblick auf Rückfuß-Coalitionones (s. Kap. Nachbehandlung); Kontrakt: = nach Ausgleich der Rückfußvalgusstellung bleibt fixierte Vorfußsupination
- Achillessehne: Prüfung der Achillessehnenverkürzung unter Verriegelung des USG = Achillessehnenverkürzung (kann maskiert sein, s. Kap. 4)



Abb. 8.30 Klinisches Bild der Knick-Senk-Fuß-Fehlstellung.

- a** Abgesenkte mediale Fußwölbung (weißer Pfeil), Fersenvalgus (schwarz) und vermehrte Vorfußabduktion, Too many Toes Sign (roter Pfeil).
b Varisierung der Ferse im Zehenspitzenstand (Heel Rise Test) mit Ausbildung einer Längswölbung als Zeichen einer flexiblen Fehlstellung (weißer Pfeil).

Bildgebung

Röntgen

Zur Quantifizierung der Planovalgus-Deformität sind standardisierte radiologische Aufnahmetechniken unter Gewichtsbelastung im beidbeinigen Stand erforderlich (dorsoplantare Belastungsaufnahmen beider Füße mit 20° aus der Senkrechten nach kaudal gekippter Röhre). Zusätzliche Einstellungen wie Achsaufnahmen beider Rückfüße nach Cobey oder Saltzman im Stehen oder Schrägaufnahmen (Abklärung Coalitions) können notwendig werden. Dadurch, dass die Knochenkerne am wachsenden Skelett exzentrisch liegen können, ist beim kindlichen Fuß unter Umständen die radiologische Auswertung nur einschränkt durchführbar. Eine zuverlässige Winkelbestimmung ist nach Rose erst ab etwa dem 6. Lebensjahr möglich.

Winkelbestimmung und Röntgenzeichen

Neben den im Kapitel Coalitions beschriebenen Möglichkeiten der radiologischen Deskription und Winkelbestimmung der Fußstellungen seien hier einige weitere praxisrelevante Röntgenzeichen/Winkel des Fußes erwähnt:

- Talo-metatarsale Achse: Ist auch als Shade Line oder Meary-Tomeno Axis bekannt und wird im klinischen Alltag kurz als Meary's Line bezeichnet. (Sie verbindet das Zentrum der Talus-Rolle mit dem Zentrum des Metatarsale-I-Köpfchen in seitlicher Belastungsaufnahme; ergibt im Normalfall gerade Längslinie.)
- Sag Sign: „Durchhängen“ der talo-metatarsale Achse. Je nach Lokalisation des Apex: Hinweis auf eine talare Protusion, eine Tibialis-posterior-Insuffizienz oder eine allgemeine ligamentäre Laxizität.
- Kalkaneus-Bodenwinkel: Winkel zwischen Unterrand des Fersenbeines und Boden (auch als Calcaneal Pitch bekannt)
- Naviculo-cuboideum-Überlappungsindex: In der seitlichen Projektion Überlappung des Os naviculare mit Os cuboideum mit prozentualer Angabe.
- Talo-naviculare-Dezentrierung auf der a. p.-Bildgebung Dezentrierung zwischen Talus und Os naviculare mit Angabe in Drittel- oder Viertelstufen

Ergänzende Diagnostik

MRT- und CT-Untersuchungen sind bei Kindern nur in Ausnahmefällen – bei speziellen Fragestellungen – indiziert. Die dynamische Pedobarografie kann Auskunft über Belastungsprofil und Abrollverhalten geben. Mit der instrumentellen Ganganalyse können Zusatzinformationen zum Gangzyklus erhoben werden.

Tipps und Tricks

Am getragenen Schuhwerk können durch die Betrachtung der Schuhsohlenabnutzung und der Gebrauchsspuren des einliegenden Fußbettes viele Informationen zur Belastung der Füße „abgelesen“ werden.

8.4.3 Therapie

Konservative Therapie

Die idiopathische Knick-Senk-Fuß-Deformität im Kinder- und Jugendalter hat prinzipiell eine gute Prognose und wird daher bevorzugt konservativ behandelt.

Ziele sind eine Beschwerdelinderung und Funktionsverbesserung mit Gangschulung und Kräftigung zur Belastungssteigerung. Eine Verbesserung der Achsausrichtung zur Erhöhung der Stabilität und Reduktion von Progredienz oder sekundären Auswirkungen, wird außerdem angestrebt. Wissenschaftlich bleibt die Wirksamkeit der herkömmlichen Behandlungsverfahren beim flexiblen Knick-Senk-Fuß allerdings streng genommen nicht belegbar. Es ist nicht überzeugend nachgewiesen, ob oder inwiefern, Einlagen oder Physiotherapie eine positive Beeinflussung des Spontanverlaufs mit Verbesserung der Fußstellung bewirken. Die vorherrschenden Indikationen zur Einlagenversorgung sind nur wenig spezifisch. Die Gestaltung und das Wirkprinzip der verschiedenen Konzepte sind zudem unterschiedlich, sodass weder ein einheitliches Diagnoseschema noch eine Verordnungsempfehlung besteht. Es gibt keine unangreifbaren wissenschaftlichen Studien zu ihrer Wirksamkeit.

Auf den Punkt gebracht

Es besteht Uneinigkeit bezüglich der Indikation von Einlagen. Aus Sicht des Autors ist, in Anbetracht des günstigen Spontanverlaufs, die Versorgung des flexiblen Knick-Senk-Fußes mit einer Korrektur einlage vor dem Schulalter nur selten indiziert.

Operative Therapie

Gelenkerhaltende Stabilisierung des Rückfußes

Indikationen

- Die Indikation für eine korrigierende operative Maßnahme basiert auf den mitunter schwer quantifizierbaren anamnestischen Angaben zu Beschwerden und Leistungseinschränkungen des Kindes sowie einer umfassenden klinischen und radiologischen Diagnostik.
- Ausschlaggebend sind der zeitliche Verlauf, der Grad der Deformität, ihre Progredienz und die durch sie hervorgerufenen Funktionseinbußen [7].

Merke

Optimales Alter: ab dem 9. Lebensjahr. Einerseits besteht noch genügend Wachstumspotenzial für die Korrektur, andererseits ist die Wahrscheinlichkeit einer spontanen Remission gering.

Merke

Entscheidend für die Wahl der Operationsmethode ist die passive Korrigierbarkeit der Deformität. Nur bei vollständiger Korrigierbarkeit kommen gelenkerhaltende Eingriffe in Betracht. Bei strukturellen Deformitäten sind gelenkversteifende stabilisierende bzw. resezierende Verfahren indiziert.

Patientenlagerung

- Die Operation wird in Allgemeinanästhesie in Rückenlage und unter Anlage eines Röntgenschutzes durchgeführt.

Tipps und Tricks

Zur Erleichterung des Röntgenvorgangs ist bei der Wahl der Abdeckung eine ausreichende Bewegungsfreiheit beider Füße zu berücksichtigen (Füße des Patienten an das Fußende des Operationstisches lagern).

Talus-Stopp-Schrauben-Arthrorise

- Als gelenkerhaltende Technik kommt die subtalare Arthrorise zum Einsatz.
- Indiziert ist sie bei einem symptomatischen und flexiblen Knick-Senk-Fuß mit radiologisch nachgewiesener Rückfußdeformität.

- Ausgeschlossen sind alle angeborenen rigiden und sekundär bedingten Fehlstellungen. Zur Anwendung kommen Sinus-tarsi-Implantate oder die sog. Talus-Stopp-Schrauben-Arthrorise, bei der eine AO-Schraube als Implantat genutzt wird (► Abb. 8.31) Diese wird temporär in den lateralen Kalkaneus-Rand eingebracht, um im Sinne einer „Anschlagsperre“ eine Reduktion der Bewegungsfreiheit des Subtalar-Gelenks in einer Richtung zu erreichen. Die Schraube wird für 2–3 Jahre belassen und bewahrt ihre korrigierende Wirkung auch nach ihrer Entfernung (► Abb. 8.32).



Abb. 8.31 Einbringen einer AO-Schraube in den Boden des Sinus tarsi.



Abb. 8.32 Präoperativer Befund und 1 Jahr postoperativ nach Schraubenarthrorise bei guter Stellungskorrektur und völliger Beschwerdefreiheit.

- a Präoperatives Röntgenbild seitlich im Stand.
- b Postoperativer Befund 1 Jahr nach Schraubenarthrorise seitlich im Stand.
- c Präoperatives Röntgenbild dorsoplantar im Stand.
- d Postoperatives Röntgenbild dorsoplantar im Stand nach Schraubenarthrorise (Pfeil: Schraubenkopf).

- Die operative Therapie sollte aufgrund der wachstumsbedingten Entwicklung nicht vor dem Schulalter und nicht nach dem Verschluss der Wachstumsfugen erfolgen.
- Zusätzlich können Weichteileingriffe, wie ein intramuskuläres Gastrocnemius-Release nach Baumann (s. Kap. 4) kombiniert werden.
- Als Wirkprinzip für die „Wachstumsanpassung“ des USG wird eine Kombination aus mechanischen und neuropropriozeptiven Effekten propagiert. Der wissenschaftliche Nachweis der Zusammenhänge steht noch aus.

Merke



Eine zeitgleiche beidseitige Versorgung des jungen Patienten ist insbesondere dann möglich, wenn der Eingriff isoliert, ohne weitere Korrekturmaßnahmen durchgeführt wird.

Zugang

Inzision der Haut von 1,5–2 cm auf Höhe des Sinus tarsi im Verlauf der Hautfalte. Präparation des subkutanen Fettpolsters und Teilablösung des Ursprunges des M. extensor digitorum brevis und Darstellung des „Bodens“ des Sinus tarsi.

Vorsicht



Schonung des sensiblen Astes des N. suralis!

Prinzip des Eingriffs

- dauerhafte Reduktion der übermäßigen Eversion des Rückfußes beim kindlichen Pes plano valgus auf normale Bewegungsumfänge, ohne die gesamte Gelenkbeweglichkeit zu eliminieren
- Bei der Talus-Stopp-Arthrorise wird dies durch einen künstlich geschaffenen temporären „Anschlag“ bewirkt und gelingt durch das Einbringen einer Spongiosa-Schraube in den lateralen Kalkaneus-Rand.

Tipps und Tricks



Ein Vergleich der – in Narkose manuell erreichbaren Rückfußversion – vor und nach Platzierung der Schraube kann zur Einschätzung des erreichten Korrekturausmaßes dienen. Eine Abdeckung bis zum Kniegelenk erleichtert die Beurteilung der Ausrichtung des Rückfußes im Bezug zur Unterschenkelachse.

Meilensteine

- Inzision auf Höhe des Sinus tarsi und Darstellung des „Bodens“ des Sinus tarsi
- Bei Verwendung eines kanülierten Systems: Einbringen eines 2,0-mm-Gewinde-Kirschner-Drahts unter BV-Kontrolle in kranio-kaudaler und leicht dorsoventraler Richtung in den lateralen Kalkaneus-Rand an der tiefsten Einsenkung auf der Dorsalfäche des vorderen Kalkaneus-Anteils.
- Überbohren des Führungs-Kirschner-Drahts mit einem 3,2 mm-kanülierten Bohrer oder bei nicht kanülierten Schrauben primäres Bohren mit 3,2 mm. Die Durchführung einer forcierten manuellen Varisation und Supination des Rückfußes kann den Vorgang erleichtern.
- Einbringen einer 6,5 oder 7,0 mm breiten (kanüliert) AO-Spongiosaschraube mit distalem Gewinde; Schraubenlänge: 35–40 mm
- Die Schraube so platzieren, dass sich der Kopf der Schraube nach Loslassen des Fußes unter dem Proc. tali befindet.
- Wundverschluss mit Intrakutannaht

Tipps und Tricks



Besteht intraoperativ eine Überkorrektur im Sinne einer vermehrten Varusposition, muss die Schraube weiter in den Kalkaneus eingedreht werden. Bei einer Unterkorrektur, also einer persistierenden Valgusposition muss die Schraube weiter herausgedreht werden. Eine Anpassung an das gewünschte Ergebnis kann auf diese Weise intraoperativ stufenlos dosiert werden.

Nachbehandlung

- Anlage eines Kompressionsverbands von Fuß und Unterschenkel über den Zeitraum von ca. 1 Woche
- unmittelbar postoperativ aktive Bewegungsübungen des OSG
- Eine schmerzabhängige Vollbelastung ist erlaubt. In Einzelfällen kann jedoch für einige Tage eine vorübergehende Teilbelastung an 2 Unterarmgehstützen erforderlich sein.
- In der Regel ist der Schulbesuch wenige Tage postoperativ ohne wesentliche Einschränkungen möglich.
- Der Fadenzug erfolgt nach 14 Tagen.
- Eine Sportkarenz besteht für 4 Wochen.
- Jährliche Verlaufskontrollen sind empfehlenswert.
- Die Entfernung der Schraube sollte nach etwa 2–3 Jahren, beziehungsweise nach Wachstumsfugenschluss erfolgen.

Intraoperative Komplikationen

- Hautverletzungen können durch die tangentielle Bohrrichtung über die minimal invasive Inzision verursacht werden. Durch ein vorsichtiges Führen des Bohrers und der Schraube beim Einbringen in das Fersenbein kann diese Gefahr vermieden werden.

- Zu häufige Fehlbohrungen oder ein zu laterales Einbringen der Schraube können die stabile Verankerung der Schraube im Kalkaneus gefährden (bis hin zur Fraktur der äußeren knöchernen Begrenzung des Fersenbeines) und letztendlich zur Dislokation der Schraube führen. Unter Zuhilfenahme eines Röntgen-BV kann im seitlichen Strahlengang die exakte Lage für die Bohrung eingestellt werden, um so die Gefahr von Fehlbohrungen zu reduzieren. Die präparatorische Darstellung des lateralen Kalkaneus-Randes hilft außerdem, die Lagebeziehung des Bohrkannals zur lateralen knöchernen Begrenzung des Fersenbeines einzuschätzen.
- Eine Unterkorrektur mit verbleibender Valgusdeformität kann in Folge eines zu tiefen Eindrehens der Schraube auftreten. Eine manuelle intraoperative Redression hilft bei der Einschätzung des Korrekturpotenzials des Verfahrens.
- Eine Überkorrektur mit konsekutiver Rückfußvarus Fehlstellung entsteht durch eine nicht tief genug in den Kalkaneus eingedrehte Schraube. Es verbleibt ein zu großer Anteil der Schraube oberhalb ihres Eintrittspunktes am Boden des Sinus tarsi. Eine manuelle intraoperative Redression hilft bei der Einschätzung des Korrekturpotenzials des Verfahrens.

Postoperative Komplikationen

- Wundheilungsstörungen in Bereich des Zugangs; eine sorgfältige intraoperative Präparation und Wundnachsorge helfen diese Gefahr zu reduzieren
- Vereinzelt können temporäre Peronealsehnensspasmen vorkommen, die mittels Physiotherapie behoben werden können.

Langzeitkomplikationen

- Unter- bzw. Überkorrektur können in einer Rückfuß-Fehlstellung resultieren.
- Die diagnostischen und klinischen Evaluationen der Fehlstellung sowie die Erstellung des individuellen Behandlungsansatzes müssen sorgfältig erhoben werden.
- Das jeweilige Korrekturpotenzial der gewählten Operationsverfahren muss dabei beachtet werden.

Weitere gelenkerhaltende Korrekturen und Sehnentransfers, die auch in Kombination angewandt werden, sind in Kap. 4.6.3 und 7.1.3 dargestellt.

Gelenkversteifende Stabilisierung des Rückfußes

Stabilisierende Mittel- oder Rückfuß-Arthrodesen sind im Adoleszenzalter selten indiziert. Beim älteren Kind oder bei ausgeprägter, nicht aktiv kompensierbarer Deformität, werden knöcherne Verfahren wie medialisierende Kalkaneus-Verschlebeosteotomie (Korrektur der Rückfuß-Valgus-Komponente), Kalkaneus-Verlängerungsosteotomie (Korrektur der Mittelfuß/Vorfuß-Abduktion) und/oder plantarisierende Os-cuneiforme-mediale-Osteotomie (Korrektur der Vorfuß-Supination) erforderlich (Operationsverfahren s. Kap. 4.6.3).

Weitere gelenkversteifende Korrekturen, die auch in Kombination angewandt werden, sind in Kap. 4.6.3 und 7.1.3 dargestellt.

Weiterführende Literatur

- [1] Abbara-Czardybon M, Frank D, Arbab D. Die Talus-Stopp-Schraubenarthrorise beim flexiblen kindlichen pes plano-valgus. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 2014; 26(6): 625–631
- [2] Abbara-Czardybon M, Wingenfeld C, Arbab D et al. Möglichkeiten und Grenzen der subtalaren Arthrorise im Kindesalter. *Othopäde* 2013; 42(1): 12–19 631
- [3] Benedetti MG, Ceccarelli F, Berti L et al. Diagnosis of Flexible Flatfoot in Children: A Systematic Clinical Approach. *Orthopedics* 2011; 34(2): 94
- [4] De Pellegrin M. Die subtalare Schrauben-Arthrorise beim kindlichen Plattfuß. *Othopäde* 2005; 34: 941–954
- [5] Döderlein L, Wenz W, Schneider U. Der primäre idiopathische Knickplattfuß. In: Döderlein L, Wenz W, Schneider U, Hrsg. *Der Knickplattfuß*. Berlin: Springer; 2002: 9–75
- [6] Götz J, Grifka J, Baier C. Die Behandlung des kindlichen Knick-Senk-Fußes durch Schuheinlagen. Eine wissenschaftlich fundierte Therapie? *Othopäde* 2013; 42: 6–11
- [7] Hamel J, Kinast C. Der TMT-Index zur radiologischen Quantifizierung von Planovalgus-Deformitäten. *Fuß & Sprunggelenk* 2006; 4: 221–226
- [8] Hamel J. Die Calcaneostop-Arthrorise – eine retrospective klinische Studie mit Komplikations-Analyse. *Fuß & Sprunggelenk* 2010; 8: 35–41
- [9] Jay RM, Din N. Correcting pediatric flatfoot with subtalar arthroereisis and gastrocnemius recession: a retrospective study. *Foot Ankle Spec*; 2013; 6(2): 101–107
- [10] Kellermann P, Roth S, Gion K et al. Calcaneostop procedure for paediatric flexible flatfoot. *Arch Orthop Trauma Surg* 2011; 131: 1363–1367
- [11] Maier E, Killmann M. *Kinderfuß und Kinderschuh*. München: Neuer Merkur; 2003
- [12] Metcalfe SA, Bowling FL, Reeves ND. Subtalar joint arthroereisis in the management of pediatric flexible flatfoot: a critical review of the literature. *Foot Ankle Int* 2011; 32(12): 1127–1139
- [13] Myerson MS. Correction of Flatfoot Deformity in the Child. In: Myerson MS, Hrsg. *Reconstructive Foot and Ankle Surgery*. Saunders Elsevier, Philadelphia; 2005: 183–187
- [14] Needleman RL. Subtalar Arthroereisis for the Correction of Flexible Flatfoot. *Foot Ankle Int* 2005; 26: 336–346
- [15] Pavone V, Costarella L, Testa G. Calcaneo-stop Procedure in the Treatment of the Juvenile Symptomatic Flatfoot. *J Foot Ankle Surg*; 2013; 52(4): 444–447
- [16] Rammelt S, Amlang M, Zwipp H. Standardröntgendiagnostik an Fuß und Sprunggelenk. *Fuß & Sprunggelenk* 2010; 8: 80–91
- [17] Roth S, Sestan B, Tudor A et al. Minimally invasive calcaneo-stop method for idiopathic, flexible Pes planovalgus in children. *Foot Ankle Int* 2007; 28: 991
- [18] Schmidt C, Parsch K. Der kindliche Knicksenkfuß. *Othopäde* 2003; 32: 253–263
- [19] Vogler H. Subtalar joint blocking operations for pathological pronation syndromes. In: McClamery Hrsg. *Comprehensive textbook of foot surgery*. Williams and Williams, Baltimore; 1978: 466–482
- [20] Wagner F, Hofbauer R, Matussek J. Der kindliche Knick-Senk-Fuß: Normvariante oder therapiebedürftige Deformität? *Othopäde* 2013; 42(6): 455–468
- [21] Westhoff B, Weimann-Stahlschmidt K, Krauspe R. Der Knicksenkfuß im Kindesalter – Pathomorphologie, Spontanverlauf, konservative Behandlungsansätze. *Fuß & Sprunggelenk* 2010; 8: 5–15

Kapitel 9

Gesamter Fuß

9.1	Diabetisches Fußsyndrom	477
9.2	Charcot-Osteoarthropathie	495
9.3	Komplex-Trauma und Weichteildeckung	505
9.4	Amputationen am Fuß	511



9 Gesamter Fuß

9.1 Diabetisches Fußsyndrom

S. Kessler, C. Volkering

9.1.1 Einleitung

In der Wissenschaft und auch in der Medizin ist man bemüht, Begriffe so exakt wie möglich zu definieren und zu benutzen. Die Ausdrücke „diabetisches Fußsyndrom“ (DFS) und „diabetischer Fuß“ (dF) passen nicht in dieses Umfeld; denn nach der International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF) werden darunter die Folgen der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (pAVK) und/oder der Polyneuropathie (PNP), also 2 völlig andersartige Erkrankungen, zusammengefasst [24]. Die Folge ist, dass die Gefäßspezialisten unter einem DFS ausschließlich die Konsequenzen der pAVK verstehen. Für die Diabetologen kann es sich sowohl um die Komplikationen der pAVK, als auch um die der PNP handeln, wobei im Einzelfall offen ist, welche von beiden oder ob beide zusammen vorhanden sind. Die Fußchirurgen sind nur für die Korrektur der Folgen der PNP zuständig, haben aber vielfach die Befürchtung, dass eine pAVK vorliegt, obwohl dies mehrheitlich nicht der Fall ist.

Hier soll nicht die international gebräuchliche Terminologie reformiert werden. Wir weisen nur darauf hin, dass das folgende Kapitel, dem Spektrum der Fußchirurgen entsprechend, sich nur mit den Folgen der Neuropathie, den Charcot-Fuß ausgenommen, befasst. Dieser wird im Kap. 9.2 abgehandelt. Es sei betont, dass es auch die PNP außerhalb des Diabetes mellitus gibt, wobei sich die Folgen am Fuß nur wenig unterscheiden. Entsprechend sind die therapeutischen Prinzipien fast identisch, was bedauerlicherweise nicht von allen Ärzten und Kostenträgern anerkannt wird. Mit neuropathischem Fuß meinen wir sowohl den diabetisch bedingten als auch den nicht diabetisch bedingten.

Abgesehen von den USA wird die Bedeutung der Fußchirurgie für den neuropathischen Fuß weltweit deutlich unterbewertet. Im Rahmen des neuropathischen Fußes kann es nicht nur zu erheblichen Fehlstellungen, sondern auch zu chronischen Wunden und zu Infektionen mit Gefahr für die Extremität und das Leben kommen [30].

Merke



Die Fußchirurgie ist die Disziplin, welche über die wirksamsten Verfahren zur Prophylaxe und Behandlung der schweren Komplikationen des neuropathischen Fußes verfügt. Durch gezielten Einsatz von spezialisierter Fußchirurgie könnte die Zahl der Amputationen im Zusammenhang mit dem neuropathischen Fuß erheblich gesenkt werden.

Terminologie

In der klinischen Praxis und in Publikationen sollte die Diagnose so exakt wie möglich angegeben werden, was in erster Linie bedeutet, konsequent zwischen pAVK und PNP (oder neuropathischer Fuß) zu unterscheiden. Auf die Differenzierung nach Stadien wird weiter unten eingegangen.

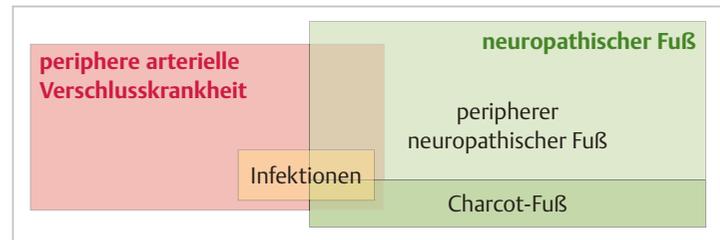


Abb. 9.1 Der diabetische Fuß. Unter dem Begriff „diabetischer Fuß (dF)“ sind 2 grundsätzlich unterschiedliche Entitäten zu zusammengefasst: der angiopathische Fuß (aF) und der neuropathische Fuß (nF). Der nF besteht zum größeren Teil aus dem peripheren neuropathischen Fuß (pnF) und zum kleineren Teil aus dem Charcot-Fuß (CF). Beide können zu druckbedingten Wunden und Infektionen führen. Die Behandlung ist im Grundsatz gleich. Durch die Lokalisation ergeben sich jedoch Unterschiede in der Belastung und Ausdehnung und damit auch in der Behandlung.

Die Gesamtheit der neuropathischen Füße wird aufgeteilt in die bekanntere, obwohl wesentlich kleinere Teilmenge der „Charcot-Füße“ und die größere Teilmenge, die bislang noch nicht benannt worden ist und die wir „peripheren neuropathischen Fuß“ nennen (► Abb. 9.1). Über den peripheren neuropathischen Fuß wurde weniger publiziert als über den „Charcot-Fuß“. Das liegt daran, dass die Pathogenese des Charcot-Fußes schwieriger zu verstehen ist und die Therapie größere Anforderungen stellt. Der periphere neuropathische Fuß sollte dennoch nicht als kleiner Bruder des Charcot-Fußes unterschätzt werden. Es sind noch viele Fragen bezüglich der Therapie und speziell des interdisziplinären Vorgehens zu klären. Darüber hinaus können auch beim peripheren neuropathischen Fuß schwerste Infektionen bis hin zur lebensbedrohenden Sepsis entstehen.

Historie

Seit Ende des 19. Jahrhunderts ist bekannt, dass an den Füßen von Diabetikern Komplikationen aufgrund von Durchblutungsstörungen vorkommen können [6]. Man sprach von einer diabetischen Gangrän. Aufgrund der einfachen pathogenetischen Zusammenhänge fanden diese Erkenntnisse zur Durchblutungsstörung schnelle Verbreitung. Die Pathogenese des neuropathischen Fußes, die zusammengefasst in der Kombination von Sensibilitätsminderung und erhöhtem Knochendruck besteht, ist etwas schwieriger verständlich, sodass erst am Ende des 20. Jahrhunderts diese Erkenntnisse eine breitere Akzeptanz fanden. Bis dahin wurden bei einfachen Ulzerationen massenhaft hohe Amputationen vorgenommen, weil man der Überzeugung war, dass die Ulzera auf eine „Mikroangiopathie“ zurückzuführen waren [13]. Auch heute noch kann es passieren, dass man mit diesem unzutreffenden pathogenetischen Konzept konfrontiert wird. Für die Fußchirurgie ist es entscheidend dieses zu überwinden, weil mit der Fehlkonzeption der Mikroangiopathie der Irrtum verbunden ist, dass fußerhaltende Operationen kontraindiziert wären.