



Besonderheiten bei Frakturen rund um den Kinderfuß

Frakturen des kindlichen Fußes weisen im Vergleich zum Erwachsenen Besonderheiten auf: spezifische anatomische Veränderungen des kindlichen Fußes wie zeitlich unterschiedliches Auftreten von Ossifikationskernen, altersabhängige Knorpeldicke der Fußwurzelknochen, anatomische Variationen, unterschiedliche Rückfußwinkel sowie eine erhöhte Dehnbarkeit der Sehnen und Bänder. Zahlreiche akzessorische Knochen, geteilte Epiphysenfugen und gespaltene Sesambeine können dabei die Beurteilung einer frischen knöchernen Verletzung erschweren.

Der kindliche Fuß zeigt ein deutlich anderes Wachstumsverhalten als die anderen Körperregionen. Bei einem 1-jährigen Mädchen bzw. 1 1/2-jährigen Jungen hat der Fuß bereits 50 % seiner Ge-

samtlänge erreicht. Der kindliche Fuß hat bei einem 12-jährigen Mädchen 96 % bzw. bei einem 12-jährigen Jungen 88 % seiner Gesamtlänge erreicht (■ **Abb. 1**).

Dieses fußspezifische Wachstum muss bei der Therapie von kindlichen Fußfrakturen berücksichtigt werden und in das fußspezifische Therapiekonzept eingebracht werden.

Knöcherner Verletzungen des Fußes weisen eine hohe Inzidenz von ca. 15 % auf. Die höchste Inzidenz mit ca. 80 % haben Zehen- und Mittelfußfrakturen [19]. Fußwurzelfrakturen treten mit einer Inzidenz von ca. 4–6 % deutlich seltener auf. Dabei ist der Kalkaneus am häufigsten betroffen, gefolgt von Talus und Os naviculare.

Frakturen des Vorfußes haben zwar die höchste Inzidenz, sind aber er-

freulicherweise meist relativ einfach zu versorgen, wohingegen es für die Fußwurzelfrakturen nach wie vor kein einheitliches internationales Therapiekonzept gibt. Wir möchten in dieser Arbeit die Therapieansätze bei kindlichen Verletzungen des Kalkaneus und Talus besprechen.

Talus

Talusfrakturen beim Kind sind mit einer Inzidenz von ca. 0,008 % aller Frakturen [8] sehr selten. Durch den hohen Knorpelanteil hat der Talus eine hohe elastische Widerstandsfähigkeit (■ **Abb. 2**). Die Ursache von Talusfrakturen sind im Wesentlichen axiale Traumata. Der dabei am häufigsten angegebene Unfallmechanismus ist die forcierte Dorsalflexi-

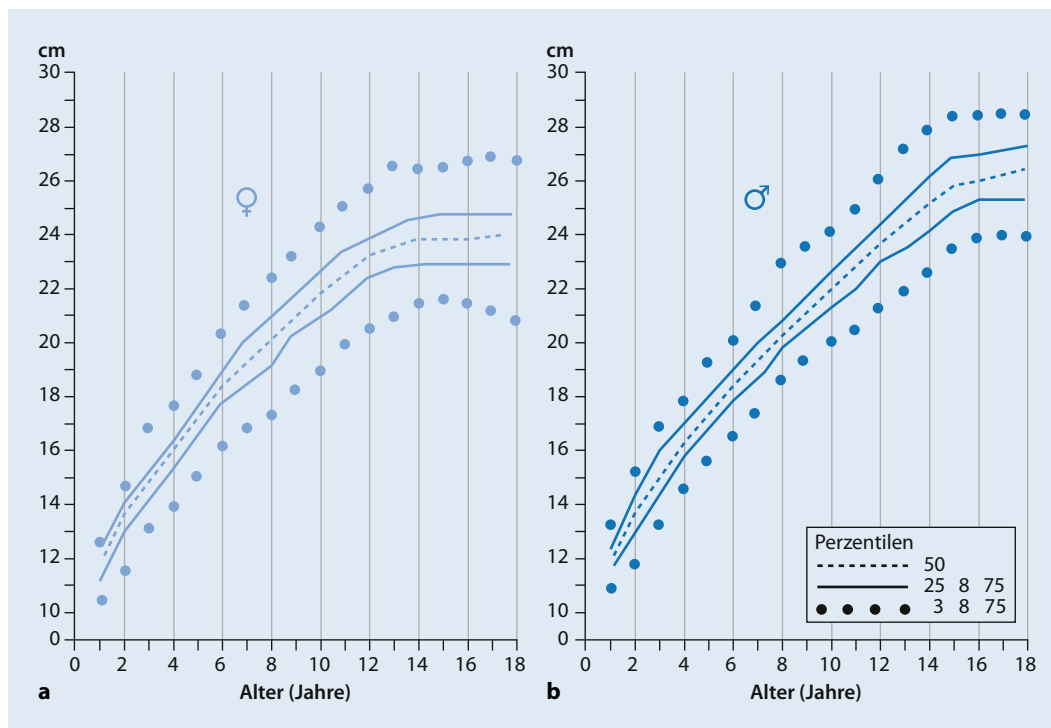


Abb. 1 ◀ Perzentilen der Fußlängen des Kinderfußes. Das Fußwachstum erreicht deutlich früher sein Wachstumsende als das übrige wachsende Skelett. Geschlechtsspezifische unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeiten des Fußes, Mädchen (a) erreichen ca. 2 Jahre früher ihre endgültige Fußlänge als die Jungen (b). (Nach [14])



Abb. 2 ▲ Nicht dislozierte Talushalsfraktur bei einem 4-jährigen Jungen. Os naviculare ohne knöchernen Ossifikationskern, Talustrochlea hälftig knorpelig angelegt

on mit Rotationskomponente des Fußes beim Fall. Bei Kindern überwiegen als Unfallursache Stürze, beim Erwachsenen überwiegt der Verkehrsunfall. Es scheint durch zunehmende Teilnahme der Kinder an Hochgeschwindigkeitssportarten zu einer Zunahme der Talusfrakturen zu kommen.

Aufgrund der talusspezifischen Durchblutungsverhältnisse besteht eine große Gefahr für Talusnekrosen. Die Blutversorgung des Talus erfolgt zentripetal aus dem Sinus und Canalis tarsi. Talushalsfrakturen oder proximalere Frakturen in diesem blutversorgenden Areal bergen ein großes Risiko, zu posttraumatischen Knochennekrosen zu führen [11].

Im Subtalargelenk sollten ab dem 11. bis 12. Lebensjahr keine Gelenkstufen mehr akzeptiert werden, da das Wachstum im Wesentlichen abgeschlossen ist.

Talusfrakturen werden in Talushals- und -korpusfrakturen, osteochondrale Frakturen und Abrissverletzungen des Proc. posterior oder Proc. lateralis tali unterteilt. Talushalsfrakturen treten dabei bei Kindern am häufigsten auf.

Klassifikation

Talushalsfrakturen können nach Hawkins [7] eingeteilt werden (Abb. 3). Die Einteilung ist bedeutend, da sie besonders die Durchblutungsverhältnisse des Talus berücksichtigt und damit das Nekrose-

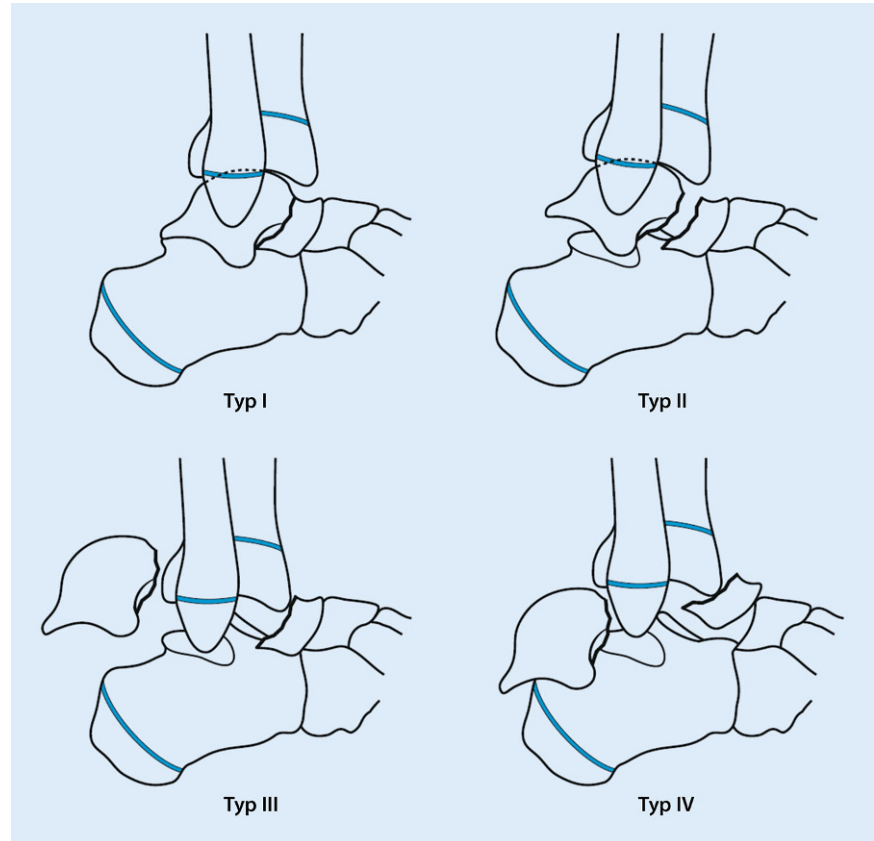


Abb. 3 ▲ Klassifikation der Talushalsfrakturen nach Hawkins. (Aus [12])

risiko. Mit der Schwere des Typs steigt die Nekrosegefahr (Tab. 1).

Die Klassifikation der Talushalsfrakturen nach Hawkins [7] stellt sich wie folgt dar:

Typ Hawkins I. Bei Talushalsfrakturen Typ I nach Hawkins handelt es sich um nicht bis minimal dislozierte Frakturen (Abb. 2).

Typ Hawkins II. Beim Typ II kommt es zu einer Dislokation des Korpus nach dorsal ohne Luxation aus der Malleolengabel. Nicht selten treten dabei mediale Mehrfachfragmentierungen auf (Abb. 4).

Typ Hawkins III. Beim Typ III kommt es zu einer Luxation des Körpers aus der Malleolengabel.

Typ Hawkins IV. Es kommt hierbei zur Luxation des Taluskörpers aus der Malleolengabel sowie zu einer Dislokation des Talushalses.

Besteht der Verdacht auf eine Talusfraktur, sollte das obere Sprunggelenk

seitlich und a.-p. geröntgt werden. Bei klinischem Verdacht auf eine Talushalsfraktur ist eine Magnetresonanztomographie (MRT) (Abb. 2) oder eine Computertomographie (CT)-Untersuchung durchzuführen.

Therapie

Die meisten Frakturen des Talushalses sind Typ Hawkins I. Besteht keine Fehlstellung, so reicht eine Stabilisierung im Unterschenkelgips aus (Abb. 2).

Besteht eine Achsfehlstellung in der koronaren oder sagittalen Ebene, so sollte ein geschlossener (semioffener) Repositionsversuch unternommen werden bzw. bei Bedarf eine offene Reposition. Dies ist jedoch meist nur bei Gelenkstufen notwendig. Gelenkstufen sollten ab dem 11. bis 12. Lebensjahr nicht belassen werden. Danach erfolgt die Ruhigstellung in einem Unterschenkelgips für 6 Wochen.

Bei der Hawkins-Typ-II-Fraktur treten neben der Dislokation noch mediale Trümmerzonen auf.

Diese Fraktur erfordert eine dringliche und exakte Reposition (offene oder geschlossene) mit einer Schrauben- bzw. K-Draht-Osteosynthese (▣ Abb. 4). Die offene Reposition kann über einen anterolateralen bzw. anteromedialen Zugang notwendig werden – in Abhängigkeit von den Begleitverletzungen. Der posterolaterale Zugang erlaubt die Verhinderung einer weiteren Kompromittierung der Durchblutungssituation und hat die beste Primärstabilität.

Es besteht jedoch die Gefahr einer Stabilisierung in Varusfehlstellung und Verkürzung mit Fehlstellung im Subtalargelenk. Postoperativ erfolgt für 4 bis 6 Wochen eine Ruhigstellung im Unterschenkelliegegips.

Bei der Hawkins-Typ-III-Fraktur muss eine notfallmäßige offene Reposition erfolgen. Eine geschlossene Reposition sollte wegen der zusätzlichen Traumatisierung bei geringen Erfolgsaussichten aufgrund häufiger Fehlrotation des Taluskorpus und Einklemmung der M.-tibialis-posterior-Sehne nicht durchgeführt werden.

Die offene Reposition muss unter größter Vorsicht erfolgen, um zu keiner weiteren Schädigung der medial einstrahlenden Gefäße zu führen. Sollte die A. canalis tarsi zerstört sein, bedarf es einer Revaskularisierung, die aus den distalen Gefäßanastomosen erfolgt.

Die Stabilisierung sollte mittels Schraubenosteosynthese über einen posterolateralen Zugang erfolgen, da dieser durchblutungsfreundlicher ist. Postoperativ wird für 4 bis 6 Wochen in einem Unterschenkelliegegips ruhiggestellt.

Bei der Fraktur Hawkins Typ IV muss ebenfalls notfallmäßig operiert werden unter den gleichen operativen Voraussetzungen wie bei der Hawkins-Typ-III-Fraktur. Beim Typ IV kommt erschwerend zur Luxation des Korpus die Luxation des Talushalses aus dem Talonavikulargelenk hinzu. Damit werden Weichteilstrukturen dorsodistal mitverletzt.

Die Stabilisierung sollte über einen posterolateralen Zugang mittels Schraubenosteosynthese erfolgen sowie zusätzlich eine temporäre (4 Wochen) Transfixation des Talonavikulargelenkes und evtl. des Subtalargelenkes überdacht werden. Postoperativ erfolgt für 4 bis 6 Wo-

Trauma Berufskrankh 2018 · 20 (Suppl 3):S182–S189

<https://doi.org/10.1007/s10039-018-0363-1>

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

F. F. Fernandez

Besonderheiten bei Frakturen rund um den Kinderfuß

Zusammenfassung

Frakturen des Kinderfußes sind meist benigne Verletzungen und können konservativ behandelt werden. Der überwiegende Anteil der Frakturen betrifft den Vorfuß, diese Frakturen können meist ohne besonderen Aufwand konservativ versorgt werden. Im Gegensatz hierzu treten Fußwurzelfrakturen deutlich seltener auf mit einer Inzidenz von ca. 5%. Diese Frakturen müssen differenziert betrachtet werden insbesondere in Abhängigkeit vom Alter und der Dislokation. Ein Kinderfuß hat in Abhängigkeit vom Geschlecht des Kindes mit dem 12. Lebensjahr deutlich über 90% seiner prospektiven Endgröße erreicht, und damit sinkt die Fähigkeit des Fußes, Fehlstellungen zu remodellieren. Die Versorgung von Fußwurzelfrakturen muss dieser Fähigkeit Rechnung tragen. Die Versorgung der Kalkaneusfrakturen wird kontrovers diskutiert, und die Tendenz zur

operativen Stabilisation bei Jugendlichen mit intraartikulären Kalkaneusfrakturen ähnlich der Versorgung von Erwachsenen findet zunehmend Zuspruch. Kalkaneusfrakturen bei Kindern unter dem 6. Lebensjahr bleiben häufig unentdeckt, hier gilt es, daran zu denken. Nicht dislozierte Talusfrakturen sollten konservativ versorgt werden. Talushalsfrakturen sind die häufigsten Frakturen des Talus, bei dislozierten Talushalsfrakturen sollte die operative Versorgung – wenn möglich semioffen durchgeführt werden. Aufgrund seiner spezifischen Durchblutung stellt hier die Talusnekrose eine besondere Komplikation dar.

Schlüsselwörter

Talus · Kalkaneus · Kindesalter · Operation · Komplikation

Special features of fractures of the feet in children

Abstract

Fractures of the feet in children are mostly benign injuries and can be treated conservatively. The majority of the fractures affect the forefoot and these fractures can usually be treated conservatively with little effort. In contrast tarsal bone fractures are less frequent with an incidence of approximately 5%. These fractures have to be looked at in a differentiated way, depending on the age of the patient and the dislocation. Depending on gender, the growth of the foot in children has reached over 90% of its prospective size at the age of 12 years and with this, the ability of remodelling malalignments decreases. This has to be considered in the treatment of tarsal bone fractures. The therapy of calcaneal fractures is discussed controversially but

there is a tendency towards an operative stabilization similar to that in adults. Calcaneal fractures in children younger than 6 years are often overlooked and this must always be taken into consideration. Non-dislocated fractures of the talus should be treated conservatively. Fractures of the talar neck are the most common fractures here. Dislocated fractures of the talar neck should be treated operatively and if possible, in a semi-open way. Because of the specific blood perfusion of the talus, necrosis of the talus is a complication of particular importance.

Keywords

Talus · Calcaneus · Childhood · Operation · Complications

chen eine Ruhigstellung in einem Unterschenkelliegegips, anschließend ein stufenweiser Belastungsaufbau.

Taluskörper

Taluskörperfrakturen zählen zu den sehr seltenen Talusfrakturen. Diese Fraktur entsteht durch starke axiale Traumata. Da es sich um Gelenkfrakturen mit Gelenkerstörung handelt, sollte immer eine offene Reposition durchgeführt werden,

um das Gelenkniveau wiederherzustellen.

Taluskopf

Kopffrakturen des Talus sind ebenfalls seltene Verletzungen. Sie entstehen aufgrund von medial einwirkenden Kräften und sind häufig mit komplexen Fußtraumata vergesellschaftet.

Es kommt neben Verletzungen des Knorpels zu Substanzdefekten in der

Tab. 1 Klassifikation der Talushalsfrakturen nach Hawkins, Therapie und Nekrose rate

Hawkins-Typ	Dislokation	Therapie	Nekrosegefahr
Typ I	Nicht/gering disloziert	Meist konservative Therapie; bei Gelenkstufe im 11./12. Lebensjahr geschlossene oder ggf. offene Reposition	Geringe Nekrosegefahr (5–10%)
Typ II	Taluskorpusdislokation nach dorsal ohne Luxation aus Malleolengabel	Exakte Reposition (offen oder geschlossen) mit einer Schrauben- bzw. K-Draht-Osteosynthese	Hohe Nekrose rate (ca. 50%)
Typ III	Taluskorpusdislokation mit Luxation aus Malleolengabel	Notfallmäßige offene Reposition mit Osteosynthese	Sehr hohe Nekrose rate (80–100%)
Typ IV	Taluskorpusdislokation mit Luxation aus Malleolengabel mit Talushalsdislokation	Notfallmäßige offene Reposition mit Osteosynthese, evtl. notwendige Transfixation im Talonavikular- und Subtalargelenk	Sehr hohe Nekrose rate (80–100%)

Tab. 2 Behandlungsalgorithmus

Besonderheiten	Kinder <8. bis 10. Lebensjahr: häufig nicht dislozierte extraartikuläre Frakturen nach Niedrigenergietraumata Kinder >8. bis 10. Lebensjahr: Zunahme der intraartikulären Frakturen nach Hochenergietraumata
Diagnostik	Röntgen Kalkaneus seitlich, a.-p. und axial Bei Verdacht auf intraartikuläre Fraktur CT oder NMR
Konservativ	Undislozierte extra- oder intraartikuläre Frakturen 4 bis 6 Wochen Unterschenkelliegegips 2 bis 4 Wochen Belastungsaufbau Röntgenkontrolle nach 2 bis 6 Wochen Sportfähigkeit nach ca. 3 Monaten
Operativ	Dislozierte intra- und extraartikuläre Frakturen Posteriore Gelenkfacetten als 1 Fragment eingesunken → semioffene Reposition mit perkutaner K-Draht-Osteosynthese Mehrfachfragmentierung: offene Reposition und winkelstabile Plattenosteosynthese, sehr selten Spongiosaplastik

CT Computertomographie, NMR „nuclear magnetic resonance“

Spongiosa. Das operative Ziel ist es, die Kopfkonturen und damit die mediale Fußsäule wieder aufzurichten.

Processus lateralis tali

Frakturen des Proc. lateralis tali werden häufig übersehen oder fehlgedeutet. Aufgrund der Trendsportart Snowboardfahren kommt es bei den Adoleszenten zu einer Zunahme dieser Verletzungen.

Der Unfallmechanismus ist eine Dorsalflexion mit einer Inversion im Rückfuß. Bei nicht disloziertem Processus ist die konservative Behandlung die Therapie der Wahl. Ist es zu einer Dislokation des Processus gekommen, so sollte eine Refixation durchgeführt werden, da es sich um eine Gelenkfraktur handelt. Dabei soll eine mögliche subtalare Arthrose verhindert werden [10, 15].

Kalkaneus

Kalkaneusfrakturen sind die häufigsten tarsalen Frakturen bei Kindern. Übergreifend allerdings wird ihre Inzidenz zwischen 0,005 und 0,15% angegeben [1, 6, 19]. Sie gehören damit insgesamt zu den sehr seltenen Frakturen im Kindesalter. Nur etwa 2–5% aller Kalkaneusfrakturen treten im Kindesalter auf. Die Inzidenz steigt mit dem Alter der Kinder und ist im Adoleszentenalter am höchsten ([17, 18]; [Abb. 5](#)). Als eine der Ursachen für die geringe Anzahl an Frakturen in Kindesalter wird der hohe Anteil der Knorpelmasse am sich entwickelnden Kalkaneus angesehen ([Abb. 2](#)). Vermutlich gibt es jedoch eine nicht bekannte Dunkelziffer von nicht diagnostizierten Frakturen bei den Kleinkindern, da diese sich durch Bagatellstürze Infraktionen am Kalkaneus zuziehen, diese jedoch bereits nach wenigen Tagen kaum noch

symptomatisch sind. Wiley und Profitt [20] fanden bei 43% der Kinder mit extraartikulären Frakturen eine verzögerte Diagnosestellung.

Unfallmechanismus

Der Unfallmechanismus scheint beim Kind altersabhängig zu sein [1, 17, 18]. Wiley und Profitt [20] beschreiben bei Kindern unter 10 Jahren v. a. einfache Stürze aus niedriger Höhe, und bei Kindern über 10 Jahren sind Stürze oder Sprünge aus größerer Höhe im Sinne von Hochrasanztraumata die Unfallmechanismen. Im Kindesalter muss bei ca. 20–30% aller Kalkaneusfrakturen mit Begleitverletzungen gerechnet werden. Bei Stürzen aus größerer Höhe muss mit Kettenverletzungen am Fuß, der unteren Extremität bis hin zu Verletzungen der Wirbelsäule gerechnet werden. Wiley und Profitt fanden bei ihren 32 Kindern 2 begleitende Wirbelsäulenfrakturen. Auch wenn es sich bei Kindern meist um Niedrigenergietraumata handelt, so kann es dennoch zu einem Kompartmentsyndrom kommen. Sobald der Verdacht auf ein drohendes Kompartmentsyndrom besteht, muss eine umgehende Dekompression erfolgen. Die [Abb. 6](#) zeigt einen Jungen mit Zustand nach einem übersehenen Kompartmentsyndrom mit massiven Weichteilnekrosen und erheblichen Osteonekrosen.

Klassifikation

Die Essex-Lopresti-Klassifikation ist die gebräuchlichste Einteilung der Kalkaneusfrakturen und stellt die Grundlage

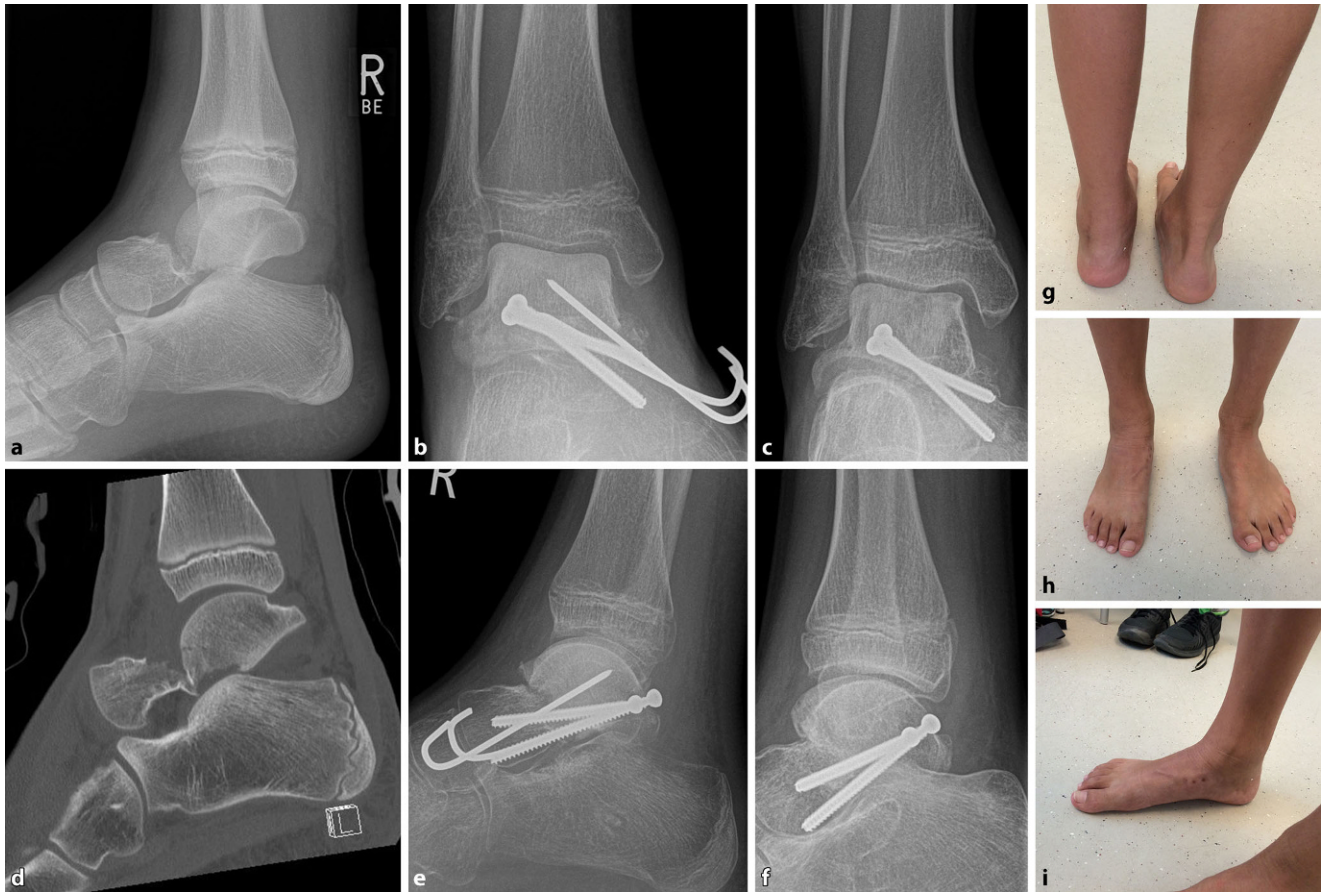


Abb. 4 ▲ 12-jähriger Junge nach Sprung von einer Sprossenwand. Dislozierte Hawkins-II-Talusfraktur (a, d); geschlossene Reposition und K-Draht-Osteosynthese (b, e), ca. zwei Jahre nach dem Unfall freie Funktion im oberen und unteren Sprunggelenk (c f, g, h, i)

für weitere Klassifikationen dar, die zwischen Frakturen mit und ohne Beteiligung des zentralen thalamischen Gelenkes mit Unterteilung der intraartikulären Frakturen in den Tongue- und Joint-depression-Typ unterscheiden. Die von Wiley und Profitt [19] entwickelte Klassifikation für Kinder orientiert sich an den durch die tertiäre Frakturlinie entstehenden Hauptfragmenten, dem Sustentaculumfragment, dem Tuberfragment, dem Processus-anterior-Fragment, dem posterioren Facettenfragment und dem anterioren Facettenfragment (▣ **Abb. 7**).

Extraartikuläre Kalkaneusfrakturen verlaufen im Wesentlichen in den Tuber calcanei, dabei kann der Frakturverlauf in das posteriore Gelenk hineinlaufen.

Umso jünger die Kinder sind, desto häufiger treten extraartikuläre Verletzungen auf [17, 18]. Schmidt [17] fand bei 56 Kindern bei den unter 8-Jährigen in

92 % extraartikuläre Frakturen, während mit zunehmendem Alter der Anteil der extraartikulären Frakturen abnimmt.

In Abhängigkeit vom Procedere können die intraartikulären Frakturen in 2 Gruppen eingeteilt werden: in die minimalinvasiv operierbaren Frakturen und in die Gruppe, die offen reponiert und intern stabilisiert wird.

Diagnostik

Die Röntgenaufnahmen des Kalkaneus sollten in 3 Ebenen (Fuß dorsoplantar und Kalkaneus lateral und axial) durchgeführt werden. Zusätzlich können Broden-Aufnahmen erfolgen. Mit ihnen kann die posteriore Facette besonders gut beurteilt werden. Bei Kleinkindern können Probleme bei der Diagnostik des Bruches auftreten, da eine Frakturlinie häufig nicht zu erkennen ist. Führt man eine Röntgenverlaufskon-

trolle nach ca. 10 Tagen durch, kann man eine Kallusbildung bzw. Sklerosierungen erkennen.

Die bekannten Böhler-Winkel aus der Erwachsenentraumatologie haben beim Kind nur sehr begrenzte Aussagekraft. Hier gibt es bei wachsendem Skelett keine Normwerte für das jeweilige Alter wie beim Erwachsenen. Weiterhin ist aufgrund der nur geringen Ossifikation des Kalkaneus eine brauchbare Bestimmung des Böhler-Winkels nicht möglich. Sinnvoll ist es, die Gegenseite zu röntgen zur Abschätzung der Frakturdislokation. Auch ist ein Röntgen der Gegenseite nützlich, falls eine Operation durchzuführen wäre, um das Repositionsausmaß zu kennen [21].

Liegt der Verdacht auf eine intraartikuläre Fraktur vor, so sollte zur exakten Feststellung der Frakturgeometrie und Dislokation eine CT erfolgen. Zur Erleichterung der Operationspla-

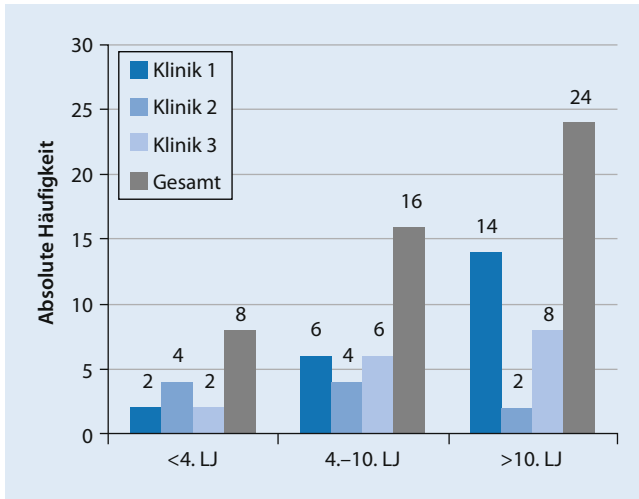


Abb. 5 ◀ Häufigkeit und Altersverteilung der Kalkaneusfrakturen der letzten 5 Jahre. Zunahme der Häufigkeit mit steigendem Alter. *Klinik 1*: Patienten der Uniklinik Frankfurt; *Klinik 2 und 3*: Auswertung der Fragebögen. LJ/Lebensjahr. (Aus [18])

nung sollten die CT-Schichten zwischen 2 und 3 mm liegen, damit eine 3-D-Rekonstruktion möglich ist.

Bei sicher klassifizierbarer extraartikulärer Fraktur bedarf es keiner CT-Untersuchung.

Bei Vermutung einer Fraktur am Kalkaneus kann eine NMR („nuclear magnetic resonance“) weiterhelfen. Dies würden wir bei kleinen Kindern, die nicht ruhig liegen bleiben können und dafür eine Narkose bräuchten, nicht empfehlen. Es handelt sich bei diesen meist um extraartikuläre Frakturen, die kaum sichtbar sind und die unserer Auffassung nach keine Konsequenz nach sich zögen.



Abb. 6 ▲ Zustand nach übersehenem Kompartmentsyndrom bei einem Jungen mit Entwicklung von massiven Nekrosen des gesamten Fußes. Zustand nach mehrfachen knöchernen Operationen und Lappenplastik. Fußskelett seitlich (a) und a.p. (b) mit massiver Destruktion

Therapie von Kalkaneusfrakturen

Das Ziel einer Therapie sollte die Wiederherstellung eines voll funktionsfähigen, schmerzfrei belastbaren plantigraden Fußes mit physiologischen Längen und Achsen sein.

Noch vor wenigen Jahren galt die konservative Therapie der Kalkaneusfrakturen als Therapie der Wahl auch bei den intraartikulären Frakturen. In der Literatur wird über das therapeutische Management kontrovers diskutiert.

Weitgehende Einigkeit besteht bei den extraartikulären Frakturen. Bei diesen wird die Indikation zur konservativen Therapie gestellt. Es erfolgt eine primäre Ruhigstellung in einem Unterschenkelgips, gespalten oder in der Unterschenkelschiene. Nach Abschwellung mit guten bis sehr guten Ergebnissen er-

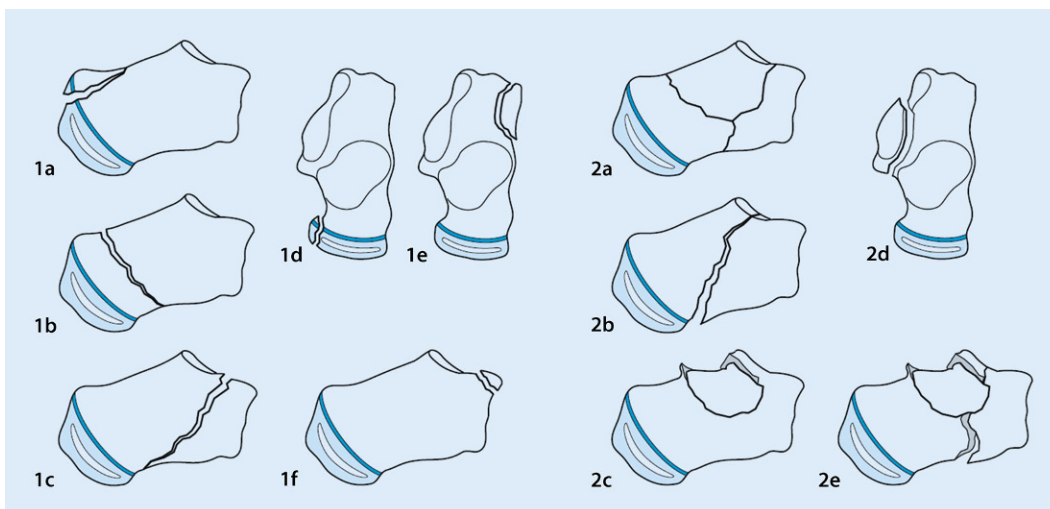


Abb. 7 ◀ Klassifikation der Kalkaneusfrakturen nach Wiley und Proffit. 1a–1f Extraartikulär: 1a Tuberausriß, 1b vertikale Korpusfraktur, 1c horizontale Korpusfraktur, 1d Proc.-medialis-Ausriß, 1e, 1f Proc.-anterior-Ausriß. 2 Intraartikulär: 2a undisloziert, 2b Tongue-Typ, 2c zentrolaterale Fraktur disloziert, 2d Sustentaculumfraktur, 2e Mehrfragmentfraktur disloziert. (Aus [12])

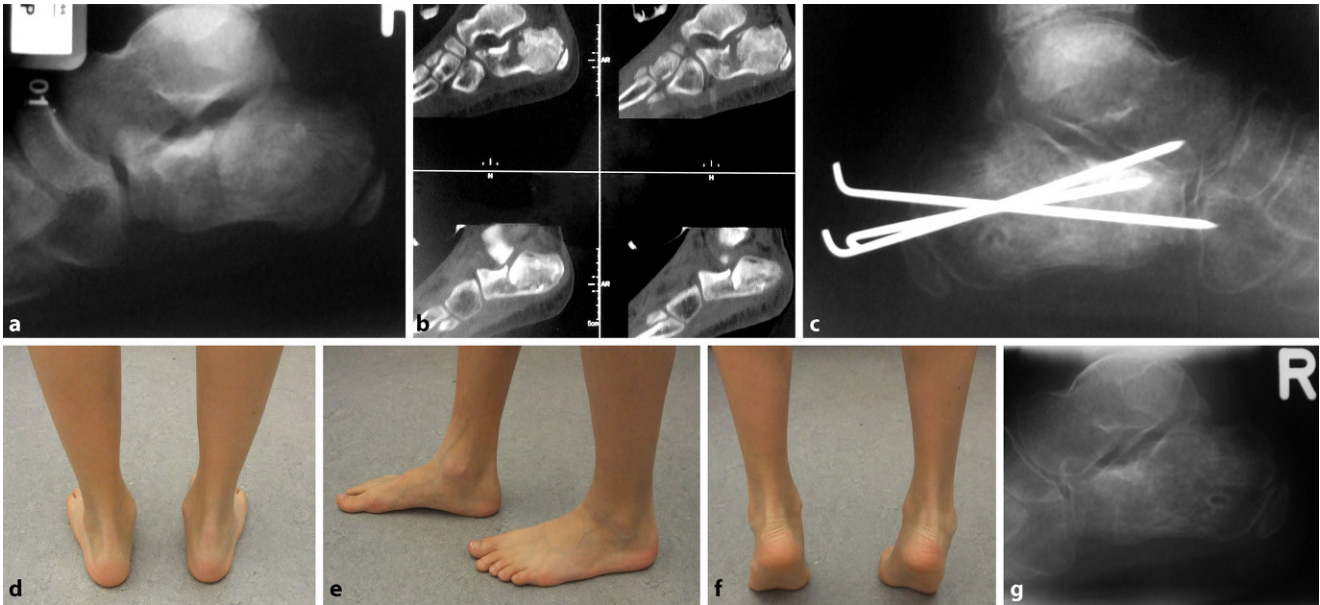


Abb. 8 ▲ a 9-Jähriger mit Typ Joint-depression-Fraktur (a, b). Semigeschlossene Reposition und K-Draht-Stabilisation (c). b 3 Jahre nach Trauma keinerlei Beschwerden mit Teilnahme am Vereinsfußball (d–g)

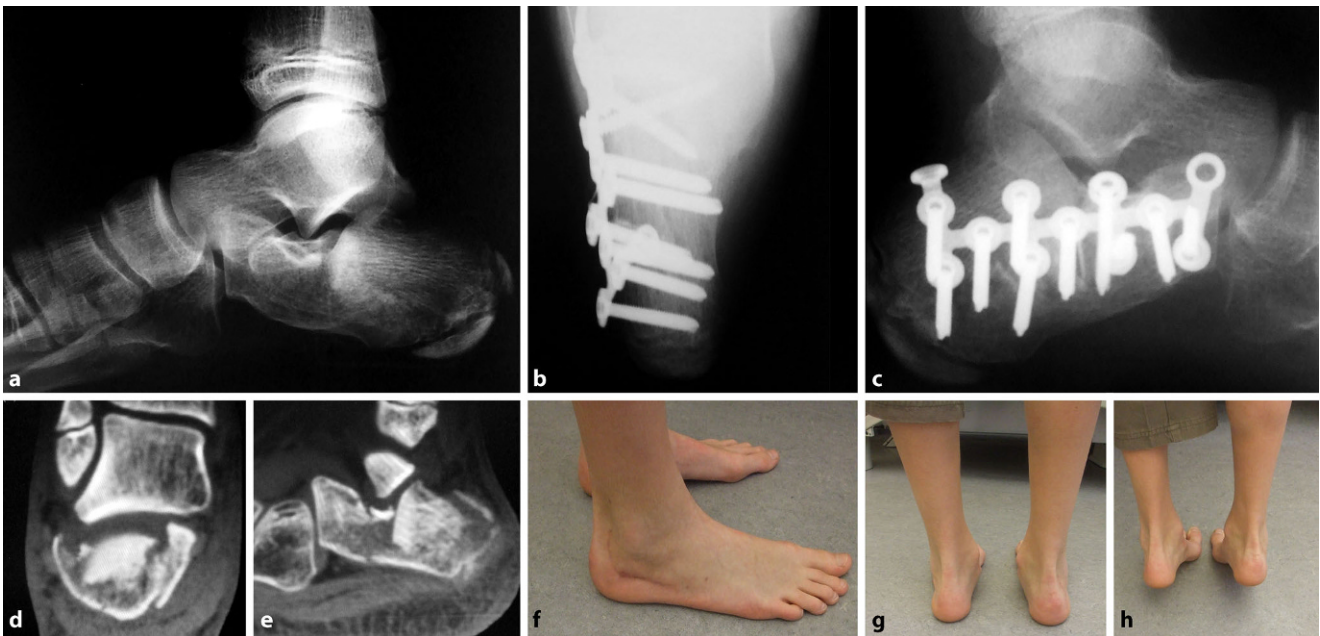


Abb. 9 ▲ 12-Jähriger mit intraartikulärer Kalkaneusfraktur vom Typ „joint depression“ (a, d, e), offene Reposition und Plattenosteosynthese, 8 Monate nach Fraktur vor Metallentfernung, beschwerdefrei (b, c, f, g, h). (Aus [2])

folgt eine 4- bis 6-wöchige Ruhigstellung im Unterschenkelgips. Anschließend erfolgt eine Aufbelastung über 2 bis 4 Wochen. Die Ruhigstellungszeiten müssen dem Alter des Kindes entsprechend angepasst werden.

Nicht dislozierte intraartikuläre Brüche werden ebenfalls konservativ behandelt mit einer entsprechenden Ruhigstellung.

Kontrovers wird die Therapiestrategie bei den dislozierten intraartikulären Frakturen diskutiert [3–5, 9, 13, 16]. Bei allen Studien handelt es sich um Studien mit niedrigen Fallzahlen mit maximalem Evidenzlevel III.

In konservativen Langzeitstudien wird z. B. von Brunet [3] bei einem 17-Jahre-Follow-up über 17 Kinder (19 Kalkaneusfrakturen) mit guten bis sehr gu-

ten Ergebnissen berichtet, Mora [13] berichtet bei einem 4,4-Jahre-Follow-up über 9 Patienten sowie Schantz [16] bei einem 12-Jahre-Follow-up über 15 Patienten mit ebenfalls guten bis sehr guten Ergebnissen. Es fällt jedoch auf, dass in diesen Arbeiten mit Langzeitergebnissen dennoch über radiologische Auffälligkeiten am Sprunggelenk mit Veränderungen

der Fußstatik sowie über Funktionseinschränkungen berichtet wird.

Dagegen steht die Auffassung insbesondere aktuellerer Literatur, dass auch im Kindes- und Adoleszentenalter eine offene Reposition von dislozierten intraartikulären Frakturen empfohlen werden sollte [4, 5, 9, 18]. Wenn auch in diesen Arbeiten das Durchschnittsalter der Patienten bedeutend höher liegt, sind die Autoren der Auffassung, dass auch im Kindesalter eine anatomische Reposition von intraartikulären Frakturen zu empfehlen ist, um Spätfolgen wie Arthrose in den Sprunggelenken zu verhindern. In einer Multicenterpublikation mit Tendenz zur Empfehlung der operativen Versorgung bestand kein einheitliches Behandlungskonzept [18]. Mit durchschnittlich 67% überwog die konservative Therapie in allen Altersgruppen in dieser Arbeit (▣ Abb. 8 und 9).

In Abhängigkeit von der Frakturgeometrie kann zwischen einer semioffenen Reposition und einer offenen Reposition mit interner Stabilisation unterschieden werden.

Ist es zu einer Einsinterung der posterioren Facette im Wesentlichen als ein Fragment gekommen, so besteht die Möglichkeit, über eine semioffene Technik das Fragment zu reponieren. Hierzu kann der Patient entweder in Rückenlage oder in Seitenlage liegen.

Es wird ein Steinmann-Nagel in der Frontalebene in den Tuber unter Beachtung der Apophyse eingebracht. Über einen kleinen Schnitt (ca. 1 cm) plantar der dislozierten posterioren Facette wird ein Stößel eingebracht. Unter Zug am Steinmann-Nagel werden die in der Regel bestehende Varusfehlstellung und Verkürzung korrigiert. Mit dem Stößel wird die posteriore Facette aufgerichtet. Anschließend erfolgt eine perkutane Stabilisierung mit K-Drähten mit Transfixation der benachbarten Gelenke. Die K-Drähte werden für 4 bis 6 Wochen belassen.

Besteht eine Mehrfachfragmentierung der posterioren Facette, so müssen eine offene Reposition und eine interne Fixation durchgeführt werden (▣ Tab. 2).

Fazit für die Praxis

- Der Fuß des Kindes und Jugendlichen hat bereits im Alter von knapp 2 Jahren 50% und zum 12. Lebensjahr ca. 95% seiner Endgröße erreicht. Die Entwicklung des Fußskelettes geht dem restlichen Skelett um ca. 2 Jahre voraus.
- Damit können verbliebene Fehlstellungen ab dem 10. Lebensjahr nur noch bedingt spontan korrigiert werden.
- Talushalsfrakturen werden nach Hawkins eingeteilt, die Nekroserate des Talus ist typenabhängig.
- Nicht dislozierte Talushalsfrakturen können konservativ gut versorgt werden, dislozierte gehören operativ versorgt.
- Kalkaneusfrakturen sind die häufigsten tarsalen Frakturen beim Kind.
- Bei Kleinkindern werden in bis zu 50% die Kalkaneusfrakturen übersehen. Bei Kindern unter den 8. Lebensjahr handelt es sich meist um extraartikuläre Frakturen.
- Extraartikuläre Talusfrakturen treten bei Kindern gehäuft auf, intraartikuläre Frakturen bei Jugendlichen.
- Ab dem 10. bis 12. Lebensjahr sollten die gleichen Versorgungsprinzipien wie beim Erwachsenen gelten.

Korrespondenzadresse

PD Dr. F. F. Fernandez
Olgahospital, Orthopädisch-traumatologische Klinik
Kriegsbergstr. 62, 70174 Stuttgart, Deutschland
f.fernandez@klinikum-stuttgart.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. F.F. Fernandez gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine vom Autor durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren. Alle Patienten, die über Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts zu identifizieren sind, haben hierzu ihre schriftliche Einwilligung gegeben. Im Falle von nicht mündigen Patienten liegt die Einwilligung eines Erziehungsberechtigten oder des gesetzlich bestellten Betreuers vor.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Atkins RM, Allen PE, Livingstone JA (2001) Demographic features of intra-articular fractures of the calcaneum. *Foot Ankle Surg* 7:77–84
2. Benson M, Fixsen J, Macnicol M, Parsch K (Eds) *Fractures and Dislocations of the Foot*. In: *Children's Orthopaedics and Fractures*; Third Edition, Springer Verlag, Berlin S. 805–815
3. Brunet JA (2000) Calcaneal fractures in children. *J Bone Joint Surg Br* 82:211–216
4. Buckinham R, Jackson M, Atkins R (2003) Calcaneal fractures in adolescents. CT classification and results of operative treatment. *Injury* 34:454–459
5. Ceccarelli F, Faldini C, Piras F, Gianini S (2000) Surgical versus non-surgical treatment of calcaneal fractures in children: a long-term results comparative study. *Foot Ankle Int* 21:825–832
6. Van Frank E, Ward JC, Engelhardt P (1998) Bilateral calcaneal fracture in children: case report and review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg* 118:11–112
7. Hawkins LG (1970) Fractures of the neck of the talus. *J Bone Joint Surg Am* 52 A:991–1002
8. Höllwart ME, Hausbrand D (1984) Verletzungen der unteren Extremität. In: Sauer H (Hrsg) *Das verletzte Kind*. Thieme, Stuttgart, S 508
9. Inokuchi S, Usami N, Hiraishi E, Haschimoto T (1998) Calcaneal fractures in children. *J Pediatr Orthop* 18:469–474
10. Leibner ED, Symanovsky N, Abu-Sneinah K et al (2001) Fractures of the lateral process of the talus in children. *J Pediatr Orthop* 10:68–72
11. Linhart WE, Höllwarth M (1985) Talusfrakturen bei Kindern. *Unfallchirurg* 88:168–174
12. Marzi I (2010) *Kindertraumatologie*, 2. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg
13. Mora S, Thordason DB, Zions LE, Reynolds RA (2001) Pediatric calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 22:471–477
14. Niethard FU (2009) *Kinderorthopädie*. Thieme, Stuttgart
15. Noble J, Royle SG (1993) Fracture of the lateral process of the talus: computed tomographic diagnosis. *Br J Sports Med* 26:245–246
16. Schantz K, Rasmussen F (1988) Good prognosis after calcaneal fracture in childhood. *Acta Orthop Scand* 59:560–563
17. Schmidt TL, Weiner DS (1982) Calcaneal fractures in children. An evaluation of the nature of the injury in 56 children. *Clin Orthop* 171:150–156
18. Schneidmueller D, Dietz HG, Kraus R, Marzi I (2007) Frakturen des Kalkaneus im Kindesalter. Eine retrospektive Untersuchung und Literaturübersicht. *Unfallchirurg* 110:939–945
19. Thermann H, Schrott HE, Hüfner T, Tscherne H (1998) Frakturen des kindlichen Fußes. *Unfallchirurg* 101:2–11
20. Wiley JJ, Profitt A (1984) Fractures of the os calcis in children. *Clin Orthop* 188:131–138
21. Zwipp H, Rammelt S, Barthel S (2005) Kalkaneusfraktur. *Unfallchirurg* 108:737–747