

Cornelia Schröder

## MRT des Sprunggelenks und Fußes bei Kindern und Jugendlichen

Die kernspintomographische Untersuchung des Sprunggelenks und Fußes bei Kindern und Jugendlichen ist ein bisher eher selten eingesetztes Untersuchungsverfahren. In der Hand eines erfahrenen Untersuchers ist die MRT aber auch bei dieser anatomischen Region allen anderen bildgebenden Verfahren oft weit überlegen.

Im Folgenden soll ein Überblick gegeben werden über die wesentlichen Befunde, die im Kindes- und Jugendalter an Sprunggelenk und Fuß diagnostiziert werden können. Indikationen sind dabei meist: unklare Schmerzen und Schonhaltung beim Laufen, frisches oder länger zurückliegendes Trauma (oft mit unklarem oder unauffälligem Röntgenbefund), Schwellung, tastbare Resistenz, häufiges Umknicken und Instabilität, systemische Gelenkerkrankung. Es gibt auch harmlose Normvarianten, die jedoch in man

chen Fällen zu einem lokalen Reizzustand führen können. Tumoren am Sprunggelenk und Fuß sind im Kindesalter Raritäten.

Grundsätzlich sollte eine Konstellation mit deutlichen Schmerzen und/oder eingeschränkte Beweglichkeit immer zur MRT-Untersuchung führen (auch oder besser gerade dann, wenn das Röntgenbild unauffällig ist). Bandläsionen lassen sich mit der MRT sicherer erfassen als mit dem indirekten Nachweis durch „gehaltene Aufnahmen“

im Röntgen, letztere sind heutzutage als obsolet zu betrachten.

### MRT-Untersuchung

#### Lagerung

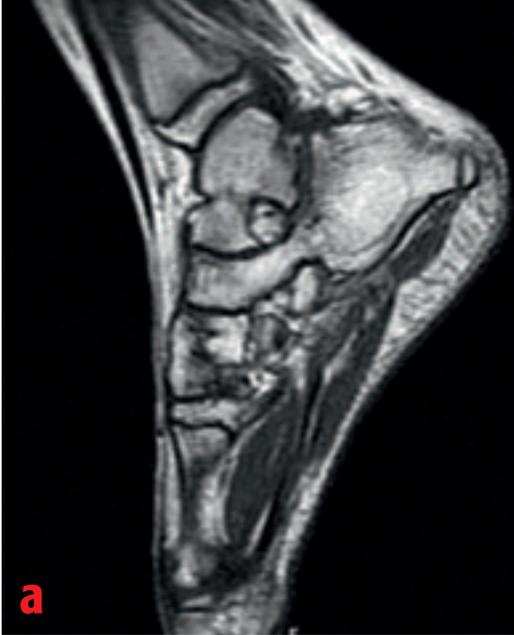
Je jünger das Kind, desto schwieriger die Lagerung. Es hat sich bei den kleineren Kindern sehr bewährt, beide Füße z.B. in einer Kniespule zu lagern und dabei die Füße mit einem keilförmigen Kissen abzustützen (Abb. 1a). Hier sollten die Füße noch mittels einer Bandage am Keilkissen fixiert werden. Wenn die Fußsohlen plan auf

dem Kissen aufliegen, gelingen auch dorso-plantare Aufnahmen im Seitenvergleich ideal (Abb. 1b).

Bei kleinen Kindern sollten zusätzlich die Unterschenkel/Knie mit Hilfe von einem breiten Gurt fixiert werden. Oft ist (Normvarianten!) die parallele Darstellung der Gegenseite auch diagnostisch sehr hilf-



■ Abb. 1 a, b: a Lagerung der Füße eines Kleinkindes zur MRT-Untersuchung. Die Füße werden mit einem Keilkissen abgestützt; b. So gelingen dorsoplantare Aufnahmen im Seitenvergleich.  
Hier: Bone bruise-Verletzung von Metatarsale I und II sowie vom Os cuneiforme laterale



■ Abb. 2 a, b: a) Normvariante: Coalitio calcaneonavicularis. Das Fersenbein und das Kahnbein sind zusammengewachsen.  
b Auf der Gegenseite normale Anatomie, keine Coalition

reich! Sehr nützlich kann es sein, die Schmerzlokalisation mittels einer fetthaltigen Kapsel (Lebertrankapsel) zu markieren.

### MRT-Sequenzen

Die Darstellung des OSG erfolgt am besten mit folgender Sequenzkombination:

- Sagittale STIR-Sequenz
- transversale und coronale PD-FATSat-Sequenz
- sagittale und coronale T1-wichtige Spin-Echo-Sequenz

Je nach Fragestellung müssen Messungen in anderen Schichtlagen (z.B. dorsoplantare PD-FatSat-Sequenz) ergänzt werden. Die Schichtdicke sollte zwischen 3 und max. 4 mm liegen. Für die Darstellung des gesamten Fußes hat sich je nach Fragestellung eine fettsupprimierende Sequenz in dorsoplanta-

rer und/oder sagittaler Schichtlage bewährt. Die intravenöse Gabe von Kontrastmittel ist bei Verdacht auf entzündliche Erkrankungen hilfreich, z.B. um das Ausmaß einer Synovitis festzustellen.

### Befunde

Grundsätzlich muß der Untersucher in der Lage sein, Normvarianten und pathologische Befunde zu unterscheiden. Bei den traumatisch bedingten Läsionen gilt es, insbesondere die Syndesmosenruptur sicher zu erkennen, da sich bei den Betroffenen im Allgemeinen eine operative Konsequenz ergibt.

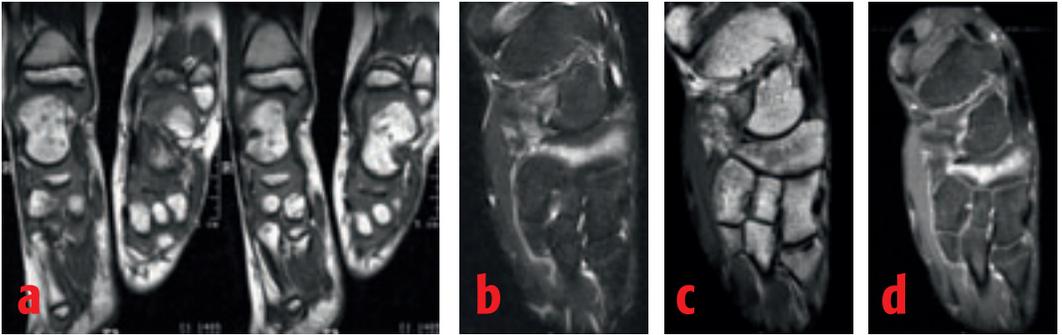
### 1. Normvarianten

Zu den wichtigsten Normvarianten, die vom Untersucher erkannt werden sollten, gehören die sog. Koalitionen (= Verschmelzungen einzelner Knochen des Fußskeletts). Am häu-

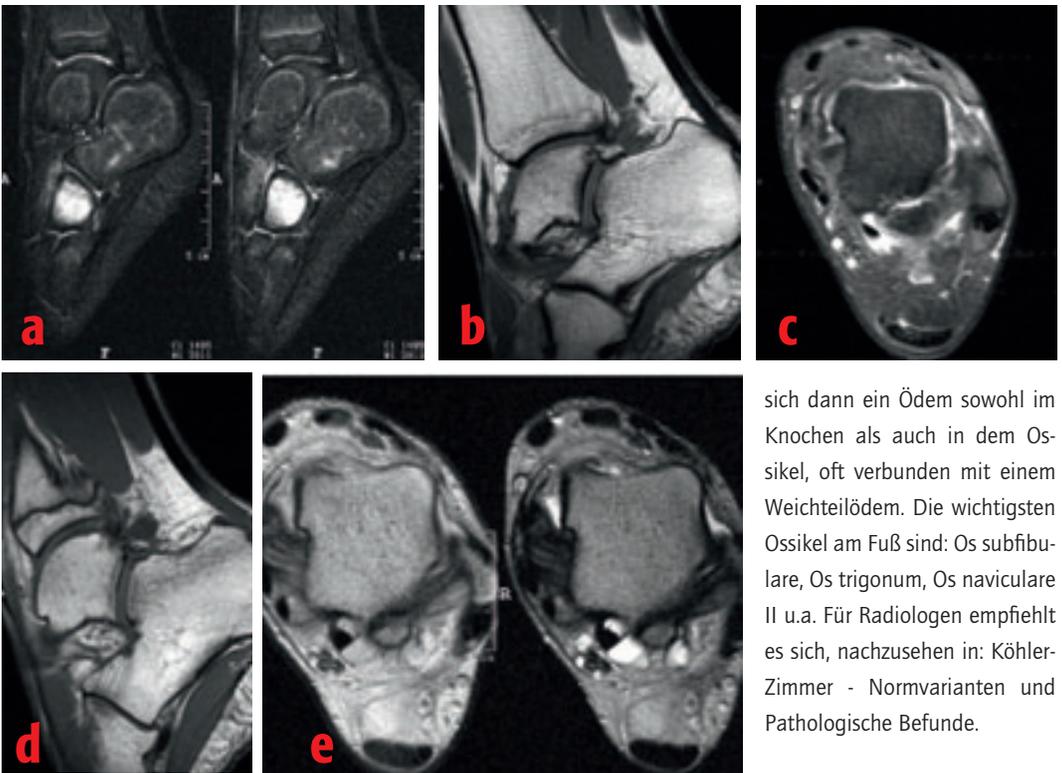
figsten ist die Coalitio calcaneonavicularis (Abb. 2 a, b), in zweiter Linie die Koalition zwischen Talus und Calcaneus.

Koalitionen von Skelettelementen führen im Allgemeinen zu einer Fehlhaltung, sie können auch Schmerzen hervorrufen (vor allem, wenn die Verbindung der Knochen noch fibrös und nicht knöchern durchbaut ist). Die Ansichten darüber, ob konservativ behandelt wird oder eine Operation folgen sollte, werden in vielen Fällen kontrovers diskutiert.

Am Fuß gibt es zahlreiche zusätzlich vorkommende kleine Knöchelchen (Ossikel), diese können mit dem benachbarten Knochen fibrös in Verbindung stehen und bei häufiger Bewegung zu Schmerzen führen. Im Magnetresonanztomogramm findet



■ Abb. 3 a = Fall 1, b-d Fall 2; Osteonekrose des Os naviculare (M. Köhler I); a Seitenvergleich: In T1-Wichtung ist das Os naviculare linksseitig hypointens (Nekrose), rechtsseitig fettmarkisintens (normal); b STIR: bandförmige Signalanhebung bei Osteonekrose des Os naviculare; c SE T1: das nekrotische Areal ist hypointens; d SE T1 KM FATSAT: Noch gute Perfusion des Os naviculare

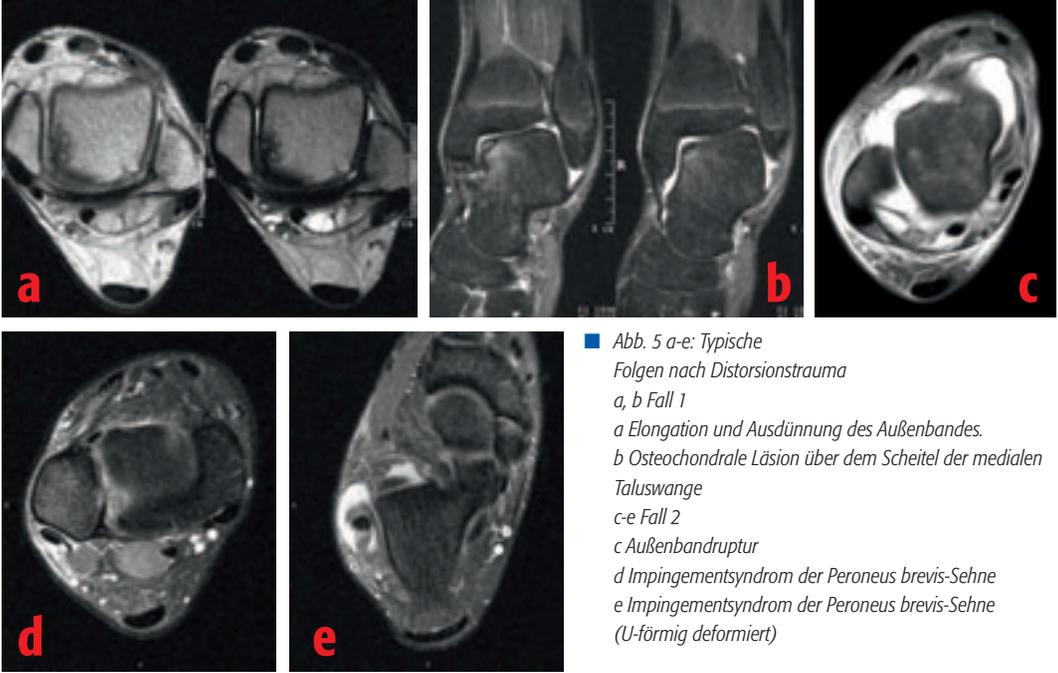


■ Abb. 4 a-e: Knöchelverletzungsfolgen:  
 a: Vierjähriger Junge mit Bagatellverletzung (Bone bruise) im Würfelbein (Os cuboideum);  
 b, c: Fraktur des Processus posterior tali: hier nur im transversalen Bild zu erkennen, sagittal Verwechslungsgefahr mit dem Os trigonum.  
 Beachte: Insertion von Lig. fibulotalare posterior immer am Processus posterior tali (also immer anterior des Os trigonum); d, e Os trigonum. Harmlose Normvariante. Erkennbar an der ovalären Konfiguration und daran, dass das Lig. fibulotalare posterior ant. vor dem Os trigonum ansetzt

sich dann ein Ödem sowohl im Knochen als auch in dem Os-sikel, oft verbunden mit einem Weichteilödem. Die wichtigsten Ossikel am Fuß sind: Os subfibuläre, Os trigonum, Os naviculare II u.a. Für Radiologen empfiehlt es sich, nachzusehen in: Köhler-Zimmer - Normvarianten und Pathologische Befunde.

## 2. Aseptische Knochennekrosen

Grundsätzlich sind Knochennekrosen am Fußskelett bei Kindern und Jugendlichen selten. Man unterscheidet die aseptische Nekrose der Calcaneusapophyse



■ Abb. 5 a-e: Typische Folgen nach Distorsionstrauma  
 a, b Fall 1  
 a Elongation und Ausdünnung des Außenbandes.  
 b Osteochondrale Läsion über dem Scheitel der medialen Taluswanne  
 c-e Fall 2  
 c Außenbandruptur  
 d Impingementsyndrom der Peroneus brevis-Sehne  
 e Impingementsyndrom der Peroneus brevis-Sehne (U-förmig deformiert)

(M. Haglund-Severs) von derjenigen des Os naviculare (M. Köhler I; Abb. 3 a-d) sowie von der Nekrose des Köpfchens von Metatarsale II (M. Köhler II, M. Köhler-Freiberg). Im Frühstadium sind die betroffenen Areale in der STIR-Sequenz signalintens, später bei Sklerosierung in allen Wichtungen ganz oder teilweise hypointens mit Tendenz zur Volumenminderung. Man unterscheidet:

- M. Haglund-Severs (Apophysitis calcanei): 10-12.Lj, Jungen: Mädchen 3:1
- M. Köhler I (Os naviculare, auch doppelseitig): 5.Lj, Jungen: Mädchen 2:1
- M. Köhler II (Köpfchen der Metatarsalia II oder III): 12-16. Lj, Mädchen: Jungen 4:1

Cave: Die sog. „Haglund-Ferse“ ist von der Apophysitis calcanei zu dif-

ferenzieren: bei der typischen Haglund-Ferse findet man eine anlagebedingte knöcherne Ausziehung an der der cranialen und dorsalen Circumferenz des Calcaneus. Hierdurch kommt es zu einer Irritation der Achillessehne mit gleichzeitiger Bursitis.

Die Haglund-Ferse ist eher ein Befund des Erwachsenenalters.

### 3. Traumafolgen

#### Knochenkontusion (Bone bruise)

Traumafolgen bei kleinen Kindern sind im allgemeinen Knochenkontusionen (Bone bruise-Verletzungen), bei denen es zu einem deutlichen Knochenmarködem kommt (Abb. 4a). Letzteres ist in fettsupprimierenden Sequenzen (STIR-Sequenz, PD Fat Sat-Sequenz) leicht zu erkennen.

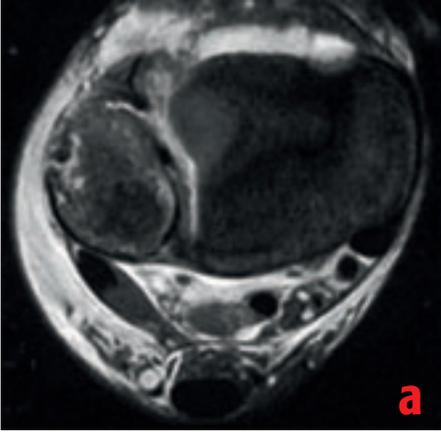
Das betroffene Skelettelement weist dabei ein normales Volumen auf. Insofern ist die Läsion – im Zweifelsfall in Verlaufskontrollen – von den aseptischen Knochennekrosen zu unterscheiden.

#### Überlastungsreaktion, Marschfraktur

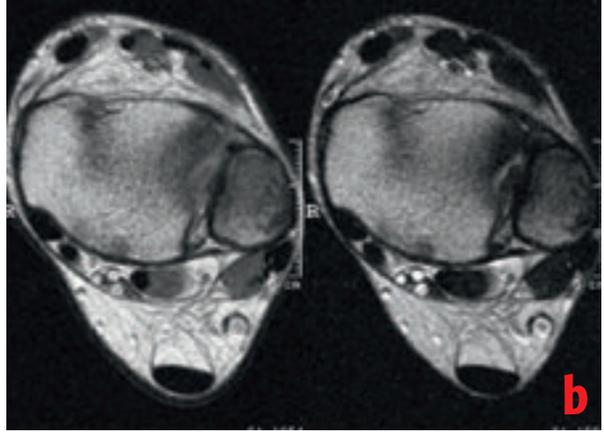
Auch die beim Jugendlichen nach Überlastung hin und wieder vorkommende Marschfraktur ist leicht zu erkennen, der Begriff ist weit gefaßt, eine horizontale Fraktur kann in dem betroffenen Os metatarsale vorkommen, muß es aber nicht. Oft findet man nur ein erhebliches Knochenmarködem in Verbindung mit einem annähernd zirkulär angeordneten Weichteilödem.

#### Frakturen

Frakturen sind kernspintomographisch leicht aufgrund des die Fraktur begleitenden Ödems aufzufin-



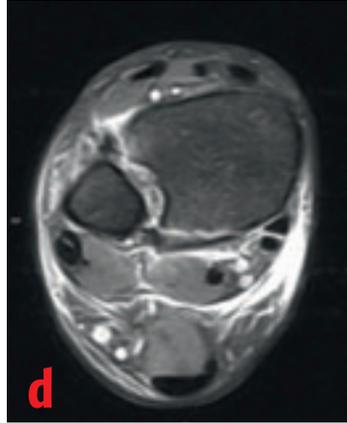
**a**



**b**



**c**



**d**

■ Abb. 6 a-d: Fall 1: a Ruptur der vorderen Syndesmosenanteile (Lig. tibiofibulare anterius)  
 b Zum Vergleich eine intakte Syndesmosose  
 Fall 2: c Volkman-Dreieck, d Syndesmosenruptur. Fibuloseitig ist noch ein Bandstumpf sichtbar

den, die STIR-Sequenz weist dieses in Form von einer Signalanhebung leicht nach. Die Fraktur selbst ist im MRT oft eindrucksvoller als im Röntgenbild in allen Raumrichtungen

darstellbar. Auch der Bezug zu den Wachstumszonen (Epi-Metaphysengrenzen) ist gut zu erkennen. Zur Klassifikation der Frakturen hat sich das Schema nach Aitken bewährt

(siehe Graphik S. 35). Die Fraktur des Processus posterior tali (Abb. 4 b,c) muß klar von der harmlosen Normvariante eines Os trigonum (Abb. 4 d, e) unterschieden werden. Die Unterscheidung gelingt, wenn man die Insertion des Ligamentum fibulotalare posterius beachtet: dieses inseriert am Processus posterior tali und somit anterior des Os trigonum. Letzteres erkennt man im Allgemeinen in transversalen Schichten auch an seiner ovalären Konfiguration. In sagittaler Schichtlage sind Os trigonum und frakturierter Processus posterior tali nicht sicher zu unterscheiden (!). (Abb. 4 b-e)



**a**

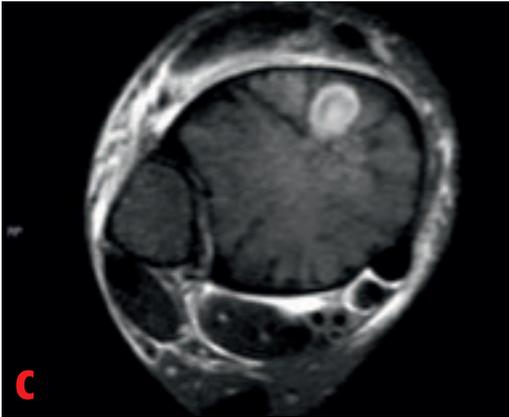
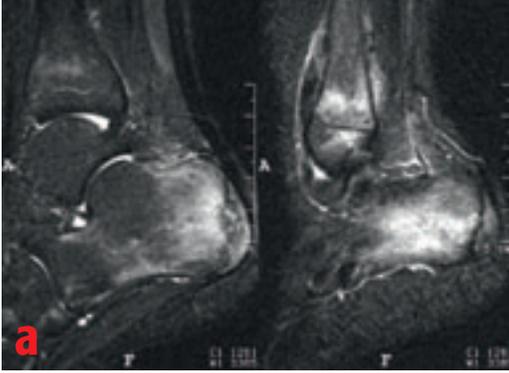


**b**

■ Abb. 7 a, b: Osteochondrosis dissecans (OD) am Talusdom

#### Bandläsionen

Bei den Bandläsionen, die meist



■ Abb. 8 a-d: Osteomyelitis des Calcaneus und der Tibia mit Sequester an der Epi-Metaphysengrenze

nach einem Umknicken des Fußes im oberen Sprunggelenk (Supinationstrauma) vorkommen, stehen zwei im Vordergrund:

- a) die Ruptur des Außenbandes (Lig. fibulotalare anterius; Abb. 5a,b) und
- b) die Syndesmosenruptur (Abb. 6 a-d)

Folgen einer Außenbandruptur (5 c, d, e) ist oft eine Instabilität im OSG. Wird hier nicht durch entsprechende Fixierung für eine Ausheilung in geeigneter Position gesorgt, kommt es häufig zu einem mehr oder weniger ausgeprägten Impingementsyndrom der Peroneus brevis-Sehne durch die dorsal verlaufende Peroneus longus-Sehne (Abb. 5d). Dies führt in manchen

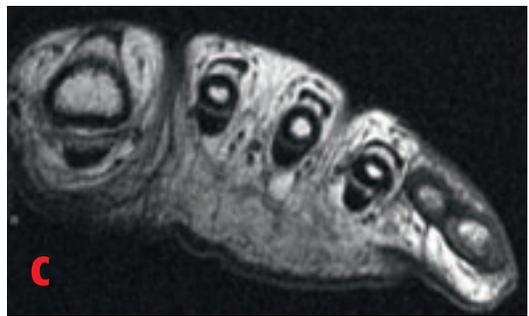
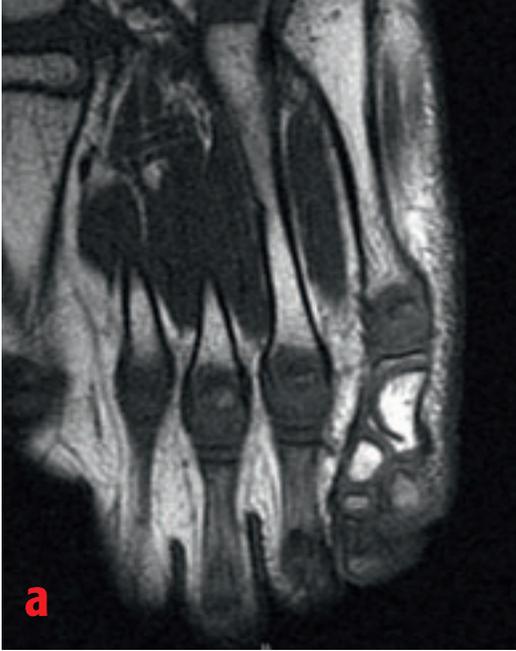
Fällen erst zur U-förmigen Deformierung (Abb. 5e) und dann zur Aufspaltung der Peroneus brevis-Sehne, was schmerzhaft ist. Bei geeigneter Fixierung heilt die Außenbandruptur ohne OP folgenlos aus.

Die Syndesmosenruptur muß unbedingt erkannt werden, da sie im Allgemeinen zu einer operativen Konsequenz führen muß. Zur Syndesmose, der durch Bänder erreichten fibrösen Verbindung der beiden

Unterschenkelknochen Tibia und Fibula führenden Struktur gehören:

1. Das Ligamentum tibiofibulare anterius,
2. das Ligamentum tibiofibulare posterius und
3. die Membran interossea.

Bei der häufigsten Syndesmosen-



■ Abb. 9 a-c: Fehlbildung mit partieller Doppelanlage von Dig. V

ruptur zerreißt der vordere Syndesmosenabschnitt (das Lig. tibiofibulare anterius), meist ist fibulaseitig noch ein Bandstumpf sichtbar (Abb. 6 a-d) Risse des Deltabandes sind selten, wenn sie vorkommen, sind meist nicht alle Bandabschnitte betroffen, da das Band fächerförmig ansetzt.

#### 4. Knorpelläsionen

Eine der wesentlichen Knorpelläsionen am Sprunggelenk ist die Osteochondrosis dissecans des Talus (Abb 7). Im Vergleich zur OD am Kniegelenk erfolgt die Reintegration des Dissekates oft nur sehr verzögert, manchmal nur nach OP/Anbohrung.

Nach Supinationstrauma kommt es oft zu einer schüssel-förmigen osteochondralen Läsion, meist über dem Scheitel der medialen Taluswanne.

Auch diese Läsionen heilen oft schlecht und können Ursache für langdauernden Schmerz und gegebenenfalls eine Arthrose sein. Sehr kleine osteochondrale Läsionen demarkieren sich oft zunächst nur aufgrund des begleitenden Knochenmarkdems (somit ist ein subchondrales dem am Talusdom immer verdächtig auf eine gleichzeitige Knorpellsion!).

#### 5. Entzündliche Prozesse

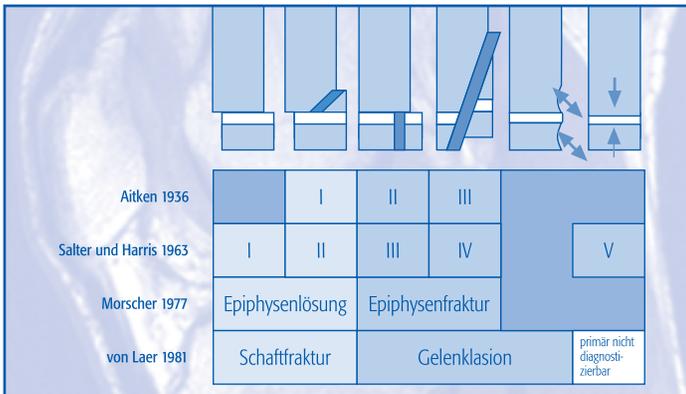
Die wesentlichen entzündlich bedingten Erkrankungen des Sprunggelenks beim Kind und Jugendlichen sind die Osteomyelitis (Abb. 8) und die juvenile idiopathische Arthritis. Die pigmentierte villonodulre Synovitis (PVNS) ist beim

Jugendlichen sehr selten. Grundsätzlich gilt: Immer dann, wenn eine Ergubildung ohne vorheriges Trauma auftritt (auch Erguß entlang von Sehnen!), sollte unbedingt eine Kontrastmittelserie (SE T1 oder FSE T1 mit Fettsuppression, besser noch 3D-Dnnschichtsequenz mit Fettsuppression) angefertigt werden.

Erst durch diese Untersuchungsreihe ist das Vorhandensein bzw. Ausmaß einer Synovitis oder auch Tenosynovitis gut zu erkennen und gegebenenfalls der Verdacht auf eine juvenile idiopathische Arthritis zu stellen. Der Verdacht auf eine



■ Abb. 10 a, b: Zyste in den zentralen Abschnitten des Calcaneus



Osteomyelitis (Abb. 8 a-d) ist immer dann zu stellen, wenn sich eine Signalanhebung in der STIR-Sequenz nicht durch ein Trauma oder anderes (z.B. zelluläres Knochenmark) erklären läßt. Der Beweis ist laborchemisch zu erbringen, in Zweifelsfällen auch durch eine Probenentnahme. Die PVNS erkennt man im MRT durch in allen Wichtungen hypointense Formationen (Hämosiderin) entlang der Synovialmembranen.

## 6. Fehlbildungen

Auch Fehlbildungen können mit der MRT gut dargestellt werden, dies kann zur Op-Planung hilfreich sein, da im Gegensatz zum konventionellen Röntgen auch z.B. knorpelig präformierte Skelettanteile sichtbar sind. (Abb. 9 a-c)

## 7. Tumoren

Tumoren an Sprunggelenk oder Fuß sind bei Kindern und Jugend-

lich extrem selten. Die häufigste Raumforderung ist nach unseren Erfahrungen das Ganglion, welches als glatt begrenzte, in T2-Wichtung signalintense Läsion leicht zu differenzieren ist.

Die in allen Wichtungen hypointensen Läsion bei der Plantaren Fibromatose oder auch das Morton-Neurom kommen im Allgemeinen erst in höherem Lebensalter vor. Hin und wieder sind Knochenzysten im Calcaneus nachweisbar (Abb.10 a, b).

► Dr. Cornelia Schröder  
Kinderradiologische Praxis  
Prüner Gang 16 - 20  
D-24103 KIEL