

#### Redaktion

J. Wollenhaupt, Hamburg (Leitung)  
O. Distler, Zürich  
M. Fleck, Bad Abbach  
J. Grifka, Bad Abbach



CrossMark



#### Online teilnehmen

### 3 Punkte sammeln auf CME.SpringerMedizin.de

#### Teilnahmemöglichkeiten

Die Teilnahme an diesem zertifizierten Kurs ist für 12 Monate auf CME.SpringerMedizin.de möglich. Den genauen Teilnahmeschluss erfahren Sie dort.

Teilnehmen können Sie:

- als Abonnent dieser Fachzeitschrift,
- als e.Med-Abonnent.

#### Zertifizierung

Diese Fortbildungseinheit ist zertifiziert von der Ärztekammer Nordrhein gemäß Kategorie D und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig. Es werden 3 Punkte vergeben.

#### Anerkennung in Österreich

Gemäß Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) werden die auf CME.SpringerMedizin.de erworbenen Fortbildungspunkte von der Österreichischen Ärztekammer 1:1 als fachspezifische Fortbildung angerechnet (§26(3) DFP Richtlinie).

#### Kontakt

Springer Medizin Kundenservice  
Tel. 0800 77 80 777  
E-Mail: kundenservice@springermedizin.de

# CME Zertifizierte Fortbildung

#### D. Windschall

Klinik für Kinder und Jugendmedizin, Asklepios Klinik Weißenfels, Weißenfels, Deutschland

## Möglichkeiten der Bildgebung in der Kinder- und Jugendrheumatologie

#### Zusammenfassung

Der Einsatz bildgebender Methoden hat in der Kinderrheumatologie in den vergangenen 15 Jahren deutlich zugenommen. Heute kann man mit sensitiven bildgebenden Methoden ergänzend zur physikalischen Untersuchung das Frühstadium einer kindlich rheumatischen Erkrankung erfassen. Hierbei spielt v. a. die Magnetresonanztomographie (MRT) oder der Gelenkulterschall die größte Rolle. Auch in der Differenzialdiagnostik oder Verlaufsbeobachtung haben Ultraschall und MRT den höchsten Stellenwert eingenommen. Der Einsatz von strahlenbelastenden bildgebenden Methoden konnte hierdurch im vergangenen Jahrzehnt deutlich reduziert werden.

#### Schlüsselwörter

Diagnostik · Differenzialdiagnostik · Ultraschall · Magnetresonanztomographie · Juvenile idiopathische Arthritis

Das hochauflösende Ultraschallgerät wird im klinischen Alltag häufig eingesetzt

Bei lokalen Interventionen kann die sichere Steuerung durch bildgebende Verfahren zum Erfolg des Eingriffs beitragen

## Lernziele

Nach der Lektüre dieses Beitrags ...

- sind Sie mit den wichtigen Einsatzmöglichkeiten bildgebender Verfahren in der Kinderrheumatologie vertraut,
- wissen Sie, welche bildgebenden Methoden in der Kinderrheumatologie aktuell die Hauptrolle spielen,
- ist Ihnen bekannt, welche kinderrheumatologischen Befunde mit der Bildgebung erfasst werden können,
- sind Ihnen die typischen Ultraschall- und MRT-Befunde bei juveniler idiopathischer Arthritis geläufig,
- wissen Sie um die Vor- und Nachteile der einzelnen bildgebenden Verfahren.

## Hintergrund

Kindliche Gelenkbeschwerden sind ein häufiger Anlass für die Vorstellung beim Kinderarzt, Orthopäden oder auch Kinderrheumatologen. Hier gilt es, eher harmlose Ursachen von einer ernsthaften Knochen- oder Gelenkerkrankung zu differenzieren. Ergeben sich aus Anamnese und klinischer Untersuchung noch offene Fragen, setzen Kinderärzte oder Kinderrheumatologen neben der Labordiagnostik immer häufiger auch bildgebende Verfahren ein, um die Ursache der Gelenkbeschwerden weiter abzuklären.

Ein hochauflösendes Ultraschallgerät steht inzwischen in vielen kinderrheumatologischen Einrichtungen zur Verfügung und wird im klinischen Alltag häufig eingesetzt [1, 2]. Aber auch weitere bildgebende Verfahren, wie z. B. die **Magnetresonanztomographie** (MRT) haben einen wichtigen Stellenwert in der kinderrheumatologischen Diagnostik erlangt. Die MRT ist z. B. in der Lage, neben der Entzündung der Weichteile auch frühe Knorpel- und Knochenläsionen multiplanar zu erfassen. Das konventionelle Röntgen hilft weniger in der Diagnostik einer frühen Arthritis und hat seine Stärken in der Darstellung von destruktiven Spätschäden und Differenzialdiagnosen. Auch unter dem Gesichtspunkt der Strahlenbelastung wird die konventionelle Röntgendiagnostik bei Kindern immer seltener eingesetzt. Oberflächliche Knochenläsionen, wie z. B. Usuren, lassen sich inzwischen mit dem hochauflösenden Ultraschall sensitiver als im Röntgen nachweisen. Bei tiefer gelegenen Knochenstrukturen ist der Ultraschall aufgrund der Schallauslöschung limitiert. In Abhängigkeit von der Fragestellung kann es auch sehr sinnvoll sein, mehrere bildgebende Verfahren ergänzend einzusetzen.

Die Einsatzgebiete der Bildgebung in der Kinderrheumatologie sind vielfältig. So hilft die Bildgebung zum einen bei der Diagnosestellung und Abgrenzung von zahlreichen Differenzialdiagnosen, zum anderen auch bei der Verlaufsdokumentation und Therapieüberwachung. Auch bei lokalen Interventionen wie Gelenkpunktionen kann die sichere Steuerung durch bildgebende Verfahren wesentlich zum Erfolg des Eingriffs beitragen.

## Imaging options in pediatric rheumatology

### Abstract

There has been growing interest in the use of imaging modalities in pediatric rheumatology for the past 15 years. Nowadays, highly sensitive imaging techniques can be used to detect early stages of pediatric rheumatic diseases in addition to the physical examination. Magnetic resonance imaging and musculoskeletal ultrasound play the most important role. Moreover, these two techniques are of great value in differential diagnostics and therapy monitoring. The use of imaging methods with a high radiation exposure could therefore be greatly reduced over the last decade.

### Keywords

Diagnostics · Differential diagnosis · Ultrasound · Magnetic resonance imaging · Juvenile idiopathic arthritis

**Tab. 1** Ursachen für kindliche Gelenkbeschwerden

Ursachen für kindliche Gelenkbeschwerden	Mögliche Krankheitsbilder
Schmerzsyndrome	Schmerzverstärkung, chronisch regionales Schmerzverstärkungssyndrom (CRPS), Wachstumsschmerzen
Infektassoziierte Arthritiden	Coxitis fugax, Lyme-Arthritis, reaktive Arthritiden, septische Arthritis
Juvenile idiopathische Arthritis	Am häufigsten Oligoarthritis, seronegative und seropositive Polyarthritis, Enthesitis-assoziierte Arthritis, systemische Arthritis, Psoriasisarthritis
Kollagenosen	Systemischer Lupus erythematodes (SLE), juvenile Dermatomyositis, Mischkollagenosen, Sklerodermie
Periodische Fiebersyndrome	Familiäres Mittelmeerfieber, Tumornekrosefaktor-Rezeptor-1-assoziiertes periodisches Syndrom (TRAPS), Cryopyrin-assoziiertes periodisches Syndrom (CAPS), Hyper-Immunglobulin-D-Syndrom
Aseptische Osteonekrosen	Morbus Perthes, Morbus Osgood-Schlatter, Morbus Köhler
Knochenentzündungen	Bakterielle Osteomyelitis, chronisch rezidivierende multifokale Osteomyelitis (CRMO)
Weichteilentzündungen	Phlegmone, Erysipel, Abszesse
Verletzungen	Frakturen, Bänderrisse, Patellaluxation, Meniskusläsionen, Muskelverletzungen, Knorpelläsionen, Distorsion
Muskellentzündungen	Infektassoziierte Myositis, Myositis bei Kollagenosen
Malignome	Osteosarkom, Ewing-Sarkom, Neuroblastom, Leukämie
Benigne Knochenprozesse	Osteoidosteom, Knochenzysten, Osteochondrom
Hypermobilität	Hypermobilitätssyndrom, Ehlers-Danlos-Syndrom, Marfan-Syndrom

## Ursachen für Gelenkbeschwerden bei Kindern und Jugendlichen

Als Ursache für Gelenksymptome bei Kindern kommen zahlreiche Differenzialdiagnosen infrage. Die **Tab. 1** gibt eine Übersicht über Ursachen kindlicher Gelenkbeschwerden. Bei kindlichen Gelenkentzündungen spielen infektassoziierte Arthritiden die Hauptrolle. Die häufigste Gelenkentzündung im Kindesalter ist die **Coxitis fugax**, die mit viralen Infekten der oberen Atemwege assoziiert wird. Zahlreiche Infektionserreger kommen als Auslöser kindlicher Gelenkentzündungen infrage. Ähnlich wie bei Erwachsenen findet man als Ursache für eine Gonarthrit bei Kindern nicht selten eine Borreliose. Auch die septische Arthritis, die meistens durch *Staphylococcus aureus* verursacht wird, ist eine wichtige Differenzialdiagnose von Gelenkentzündungen im Kindesalter.

Die häufigste chronische Gelenkentzündung bei Kindern ist die juvenile idiopathische Arthritis (JIA), die in Europa mit einer Prävalenz von ca. 100/100.000 Kindern und einer Inzidenz von ca. 10/100.000 Kindern vorkommt. Die aktuelle **ILAR-Klassifikation** (International League of Associations for Rheumatology) unterscheidet die JIA in 7 verschiedene Kategorien. Der Überbegriff JIA ist definiert durch eine mindestens 6 Wochen bestehende Arthritis, deren Beginn vor der Vollendung des 16. Lebensjahres liegen muss und für die es keine andere Ursache gibt. Das Gelenkbefallsmuster, extraartikuläre Manifestationen und Labormarker entscheiden über die Zugehörigkeit zu der jeweiligen Untergruppe. Für jede Kategorie sind auch Ausschlusskriterien definiert [3]. Daten aus der deutschen Kinderkerndokumentation zeigen, dass Patienten mit einer JIA das größte Krankenkollektiv in allen kinderrheumatologischen Einrichtungen darstellen [3]. Die Oligoarthritis, bei der meistens auch das Kniegelenk betroffen ist, wird als häufigste Form der JIA gesehen. Ergibt sich die Verdachtsdiagnose einer JIA aufgrund der typischen Anamnese und klinischen Untersuchung, kann die Bildgebung mithelfen, die Diagnosestellung zu sichern und die Indikation zu einer entsprechenden Therapie vorzugeben [3, 4].

Entwicklungen und Verbesserungen der bildgebenden Technik haben in den letzten Jahren dazu beigetragen, dass bei klinisch unsicherem Befund einer kindlichen Arthritis die Diagnose leichter gestellt und auch im Verlauf genauer beobachtet werden kann. Vor allem der Gelenkulterschall und die MRT leisten hier einen wesentlichen Beitrag [1, 5, 6]. Weitere Beispiele für rheumatische Erkrankungen im Kindesalter sind die Kollagenosen, Vaskulitiden oder periodischen Fiebersyndrome. Die häufigsten **Kollagenosen** sind bei Kindern der systemische Lupus erythematodes (SLE, Inzidenz 0,4/100.000 Kinder) und die Dermatomyositis (Inzidenz 0,3/100.000 Kinder). Häufigere **Vaskulitiden** im Kindesalter sind die Purpura Schönlein-Henoch (Inzidenz 17,8/100.000 Kinder) oder das Kawasaki-Syndrom [7]. Zu den **periodischen Fiebersyndromen** gehört z. B. das familiäre Mittelmeerfieber. Auch hier werden bildgebende Verfahren zur Diagnosestellung und Verlaufskontrolle eingesetzt.

Bei kindlichen Gelenkentzündungen spielen infektassoziierte Arthritiden die Hauptrolle

Die häufigste chronische Gelenkentzündung bei Kindern ist die JIA

Die Oligoarthritis wird als häufigste Form der JIA gesehen

**Tab. 2** Bildgebende Verfahren in der Kinderrheumatologie

Befunde bei juveniler idiopathischer Arthritis	Vorteile	Nachteile
<i>Ultraschall</i>		
Erguss Synovialhypertrophie Kapselanhebung Erosionen Hypervaskularisation (Doppler) Tendinitis/Tendovaginitis Enthesitis Bursitis Ossifikationsprogredienz	Keine Strahlenbelastung Geringe Kosten Einfache Durchführung Dynamisch möglich Frühzeichen Arthritis Sehnenbeteiligung Erosionen Nadelführung	Untersucherabhängig Limitiert am Achsenskelett Limitiert an Kiefergelenken Nur oberflächliche Knochenveränderungen
<i>Magnetresonanztomographie</i>		
Erguss Synovialhypertrophie Knorpelschäden Knochenödem Erosionen Hyperperfusion (Kontrastmittel) Tendinitis/Tendovaginitis Enthesitis Bursitis Ossifikationsprogredienz	Keine Strahlenbelastung Alle Gelenke multiplanar erfassbar Dynamisch möglich Frühzeichen Arthritis Knochenödem Erosionen multiplanar Knorpelschäden	Hoher Zeitaufwand Hoher Kostenaufwand Evtl. Sedierung notwendig Kontrastmitteleinsatz Wenige Gelenke in einer Sitzung
<i>Konventionelles Röntgen</i>		
Wachstumsstörungen Ossifikationsprogredienz Knochenläsionen Gelenkspaltverminderung Subluxationen Ankylosierung	Geringer Zeitaufwand Geringer Kostenaufwand Gute Reproduzierbarkeit Nicht untersucherabhängig	Strahlenbelastung Keine Weichteilabbildung Keine Früharthritis Keine Dynamik Keine Vaskularisation

## Übersicht Bildgebung bei Rheuma im Kindesalter

Die bildgebende Diagnostik hat sich zu einem wichtigen Baustein in der Routinediagnostik einer chronischen Gelenkentzündung entwickelt. Die Bildgebung bestätigt und ergänzt nicht nur den klinischen Befund, sondern sie kann inzwischen auch ganz wesentlich zur Differenzialdiagnostik und Therapieoptimierung eines kindlichen Rheumas beitragen [1, 2, 5, 6].

Das **konventionelle Röntgen** wird zum Nachweis von Traumafolgen, Knochenentzündungen, Knochennekrosen oder Tumoren sowie im schweren Krankheitsverlauf zur Darstellung von Wachstumsstörungen, Destruktionen, aber auch Reparationsvorgängen eingesetzt (■ **Tab. 2**). Dabei muss die Strahlenbelastung bei Kindern berücksichtigt werden.

Einen höheren Stellenwert bei den bildgebenden Verfahren haben inzwischen der Gelenk-ultraschall und die MRT. Durch beide Verfahren können wichtige Differenzialdiagnosen ausgeschlossen werden (■ **Tab. 3**). Der wesentlichste Vorteil beider bildgebender Verfahren liegt in der Erfassung einer entzündlichen Aktivität, bevor es zu einer möglichen Knorpel- oder Knochenschädigung kommt. Beide bildgebende Verfahren können somit ganz wesentlich den rechtzeitigen Einsatz einer medikamentösen Therapie steuern. Internationale Empfehlungen für den Einsatz der Bildgebung bei kindlichem Rheuma wurden erstmals im vergangenen Jahr publiziert [8]. So sprach man sich in den **Konsensusempfehlungen** für den Einsatz der Bildgebung v. a. bei unsicherem Befund in der physikalischen Untersuchung aus. Bei Beteiligung der Kiefergelenke und des Achsenskelettes wird eine MRT als Goldstandard empfohlen. Weitere Konsensuspunkte umfassen Empfehlungen zum Einsatz der Bildgebung bei Therapiekontrolle, Gelenkdestruktion, Gelenkinjektion und klinischer Remission. Seltener werden in der Kinderrheumatologie bildgebende Verfahren wie die Computertomographie (CT), nuklearmedizinische Verfahren oder die Fluoreszenzoptik eingesetzt. Die CT kommt bei Kindern und Jugendlichen v. a. zur sicheren Applikation von Steroiden z. B. in die Iliosakralgelenke zum Einsatz. Nuklearmedizinische Verfahren spielen insbesondere in der Differenzialdiagnostik eine Rolle. Die Bedeutung der Fluoreszenzoptik für

Die Bildgebung kann ganz wesentlich zur Differenzialdiagnostik und Therapieoptimierung beitragen

Gelenk-ultraschall und MRT erfassen eine entzündliche Aktivität, bevor es zu einer Knorpel- oder Knochenschädigung kommt

Seltener werden bildgebende Verfahren wie CT, nuklearmedizinische Verfahren oder die Fluoreszenzoptik eingesetzt

**Tab. 3** Differenzialdiagnosen der juvenilen idiopathischen Arthritis mit bildgebenden Nachweisverfahren

Diagnose	Mögliche Bildgebung
Coxitis fugax	Ultraschall Hüftgelenk
Infektassozierte Arthritiden	Ultraschall und MRT je nach Gelenkbefall
Dermatomyositis	Myositis oder Verkalkungen in Ultraschall und MRT, Gefäßveränderungen in der Kapillarmikroskopie
Systemischer Lupus erythematosus	Ultraschall und MRT bei Gelenkbeteiligung, MRT bei ZNS-Beteiligung, Kapillarmikroskopie, Dopplersonographie (Gefäßverschlüsse, Vaskulitis)
Osteosarkom/Ewing-Sarkom	Röntgen, MRT
Osteoidosteom	Röntgen, MRT, selten CT notwendig
Neuroblastom	Szintigraphie, MRT
Epiphysiolysis capitis femoris	Röntgen in Lauenstein-Technik, MRT, Ultraschall
Morbus Perthes	Ultraschall Hüfte, Röntgen, MRT (Frühstadium)
Weitere aseptische Knochennekrosen	Ultraschall, Röntgen, MRT (Frühstadium)
Osteochondrosen	Röntgen, MRT
Bakterielle Osteomyelitis	MRT, Röntgen, Ultraschall
Nicht bakterielle Osteomyelitis	MRT, Ganzkörper-MRT, Röntgen, Szintigraphie
Frakturen	Röntgen, Ultraschall, MRT
Weichteiltrauma	Ultraschall, MRT
Weichteilentzündungen	Ultraschall
Sarkoidose	Ultraschall, MRT, Lungen-CT
Stoffwechselerkrankungen wie Mukopolysaccharidosen	Röntgen, Ultraschall Abdomen

den kinderrheumatologischen Alltag ist aktuell noch offen [9]. Auch die **Kapillarmikroskopie** kann zu den bildgebenden Verfahren, die in der Kinderrheumatologie Anwendung finden, gerechnet werden. Ihr kommt v. a. eine Bedeutung bei der Differenzierung einer juvenilen Kollagenose zu [10].

Im Folgenden sollen die 3 wichtigsten bildgebenden Verfahren in der Kinderrheumatologie beschrieben werden.

## Konventionelles Röntgen

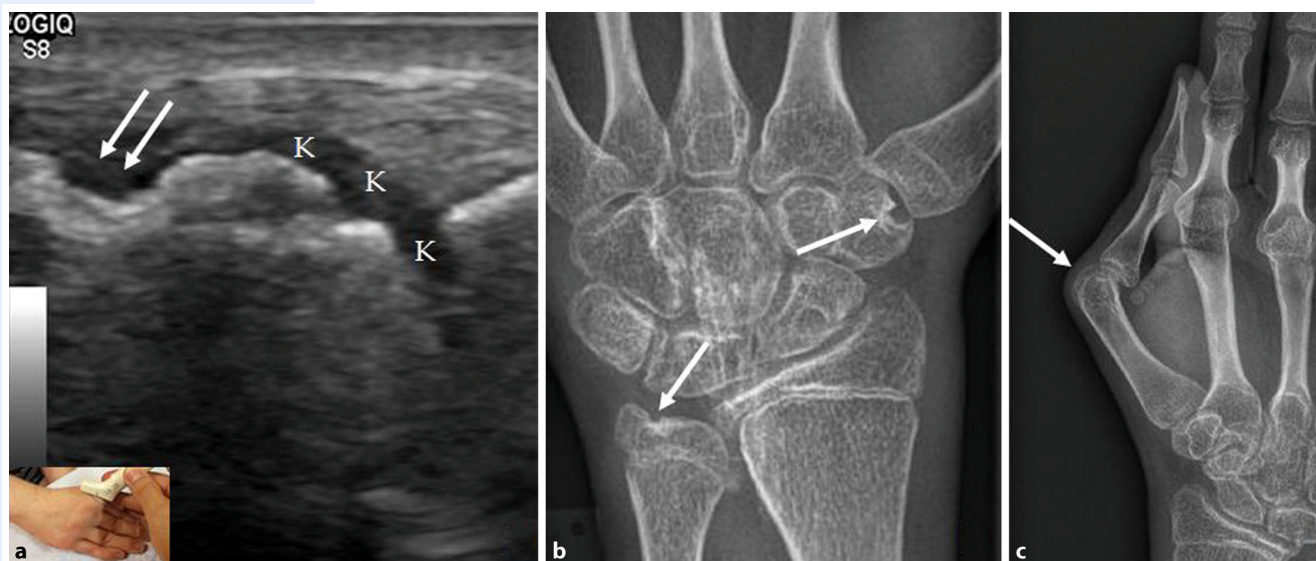
Konventionelle Röntgenaufnahmen sind ohne größeren zeitlichen oder technischen Aufwand bei Kindern durchführbar. Sie sind untersucherunabhängig und in fast jeder Einrichtung verfügbar.

Obwohl die Aussagekraft bei einer akuten Gelenkentzündung limitiert ist, kann bei einer Monarthritis das Röntgen zur Differenzialdiagnostik und Abklärung einer Osteonekrose, eines Knochentumors oder einer Fraktur sinnvoll sein. Bei bestimmten differenzialdiagnostischen Fragestellungen kann der zusätzliche Einsatz bestimmter Röntgentechniken (z. B. Lauenstein-Technik bei der Abklärung einer Epiphysiolysis capitis femoris) zielführend sein.

Im fortgeschrittenen Verlauf einer Arthritis kann das konventionelle Röntgen knöcherne Veränderungen oder Destruktionen nachweisen. **Typische Röntgenbefunde** sind Erosionen, Usuren, Ankylosen, Fehlstellungen, Wachstumsstörungen und Periostveränderungen (■ **Abb. 1**). Indirekte Zeichen einer Arthritis können Weichteilschwellungen, eine gelenknahe Kalksalzminderung und bei Knorpel- und Knochenschädigung eine zunehmende Gelenkspaltverschmälerung sein. Spezifisch für Kinder mit Rheuma kann eine unphysiologische Verknöcherungs- und Wachstumsprogredienz der betroffenen Gelenke sein. Insbesondere bei Klein- oder Schulkindern kann es hier zu erheblichen **Wachstumsstörungen** und im Verlauf zu einem vorzeitigen Verschluss der Epiphysenfugen kommen, was röntgenologisch erfasst werden kann [11, 12].

**Bei einer Monarthritis kann das Röntgen zur Differenzialdiagnostik und Abklärung einer Osteonekrose, eines Knochentumors oder einer Fraktur sinnvoll sein**





**Abb. 1** ▲ Ultraschall und Röntgen der Hände und Finger eines 15-jährigen Patienten mit seronegativer Polyarthritis mit Beteiligung des Handwurzelskelettes und der Metakarpophalangealgelenke. **a** Knöcherne Erosion am Metakarpophalangealköpfchen II im Ultraschall (*Doppelpfeil*). Die echoarme Knorpelschicht (*K*) am Metakarpalköpfchen ist nach langjähriger Arthritis verschmälert und weist eine unruhige Knorpeloberfläche ohne echoreiche Grenzlinie auf. **b** Usuren im Röntgenbild (*Pfeile*). **c** Fehlstellung mit Subluxation des rechten Metakarpophalangealgelenkes I im Röntgen (*Pfeil*)

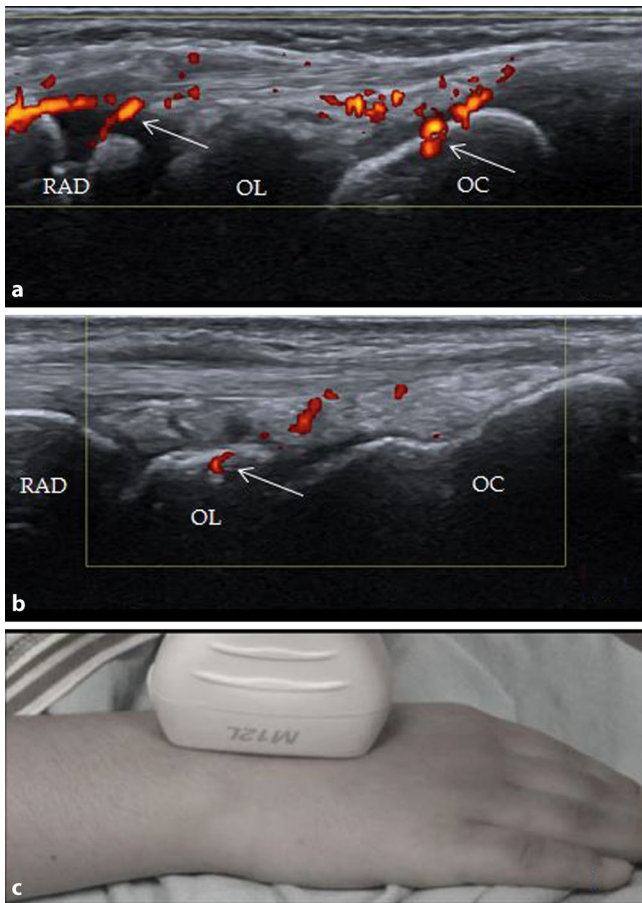
### Gelenkulterschall

Durch die Entwicklung hochauflösender Ultraschallsysteme und -applikatoren sind Gelenkstrukturen einschließlich der benachbarten Sehnen und Muskulatur insbesondere an den Extremitätengelenken sicher und genau abbildbar. Dies gelingt mit kleinen **hochfrequenten Linearapplikatoren** (bis Frequenzen von 20 MHz) selbst an den kleinen proximalen und distalen Interphalangealgelenken der jüngsten Patienten. Sogar bei Jugendlichen oder adipösen Patienten, die eine höhere Eindringtiefe mit Frequenzen unter 10 MHz benötigen, ist noch eine gute Abbildbarkeit der Gelenkstrukturen möglich. Hierbei können z. B. Knochen- und Knorpelstrukturen, Sehnen, Muskulatur und Gefäße gut voneinander differenziert werden (■ **Abb. 2**). Bei einer Gelenkentzündung kann der B-Mode-Ultraschall den intraartikulären Erguss sowie eine synoviale Hypertrophie erkennen und die Diagnose einer Arthritis unterstützen. Durch Hinzunahme der Doppler-Funktion kann auch die Hypervaskularisation im Gelenk und insbesondere der Synovialis als ein wichtiges sonographisches Aktivitätskriterium für eine Arthritis erfasst werden [13]. Power-Doppler oder Farbdoppler sind bei den meisten Geräten laut Herstellern inzwischen gleichwertig. In einer von Torp-Pedersen veröffentlichten Studie zeigte sich bei bestimmten Geräten sogar eine höhere Sensitivität für den Farbdoppler, während der Power-Doppler früher aufgrund seiner Unabhängigkeit von der Flussrichtung als etwas sensitiver für niedrige Blutflüsse galt [14].

In den letzten 10 Jahren hat man sich in der Kinderreumatologie vorwiegend an den Standards der internistischen oder orthopädischen Gelenksonographie orientiert [15–17]. Mit vielen standardisierten Schnittebenen, etabliert durch internistisch rheumatologische Arbeitsgruppen, gelingt in der Regel auch der Nachweis einer Arthritis bei Kindern. So kann z. B. mit dem suprapatellaren Longitudinalschnitt am Kniegelenk eine kindliche Gonarthrit sicher dargestellt werden. Wesentlicher ist es, die Interpretation der kindlichen Gelenkbefunde von adulten Befunden zu differenzieren. So zeigen kindliche Gelenke im Kleinkindalter nicht nur einen deutlich höheren Knorpelanteil, sondern auch Unterschiede in der Darstellung von Gefäßen und Durchblutung. Während sich im Kindesalter v. a. im Bereich des Epiphysenknorpels eine physiologische Gefäßversorgung sehr gut darstellen lässt, können im adulten Gelenkknorpel, der nur noch durch die Synovialflüssigkeit versorgt wird, keine Gefäße dargestellt werden. Diese physiologische Vaskularisation im Kindesalter muss von einer durch Vasodilatation und Neovaskularisation bei Entzündung verursachten Hypervaskularisation differenziert werden. Um die Beurteilbarkeit kindlicher Gelenkbefunde zu standardisieren, haben sich mehrere Arbeitsgruppen in den letzten

Power-Doppler oder Farbdoppler sind bei den meisten Geräten inzwischen gleichwertig

Mit vielen standardisierten Schnittebenen gelingt in der Regel auch der Nachweis einer Arthritis bei Kindern



**Abb. 2** ◀ Dorsaler mittlerer Longitudinalschnitt Handgelenk. **a** Handskelett eines 4-jährigen Mädchens mit großen echoarmen Knorpelanteilen im Bereich der Radiusepiphyse (RAD), des unverknöcherten Os lunatum (OL) sowie des Os capitatum (OC). Physiologische Vaskularisation mit kleinen Blutgefäßen, die Knorpel und Knochen versorgen (Pfeile). **b** Handskelett eines 16-jährigen Mädchens mit einzelnen Gefäßsignalen (Pfeil) und zunehmender Verknöcherung der Handwurzelknochen. **c** Anwendung einer Linearsonde in der dorsalen mittleren Longitudinalebene am Handgelenk eines 4-jährigen Mädchens

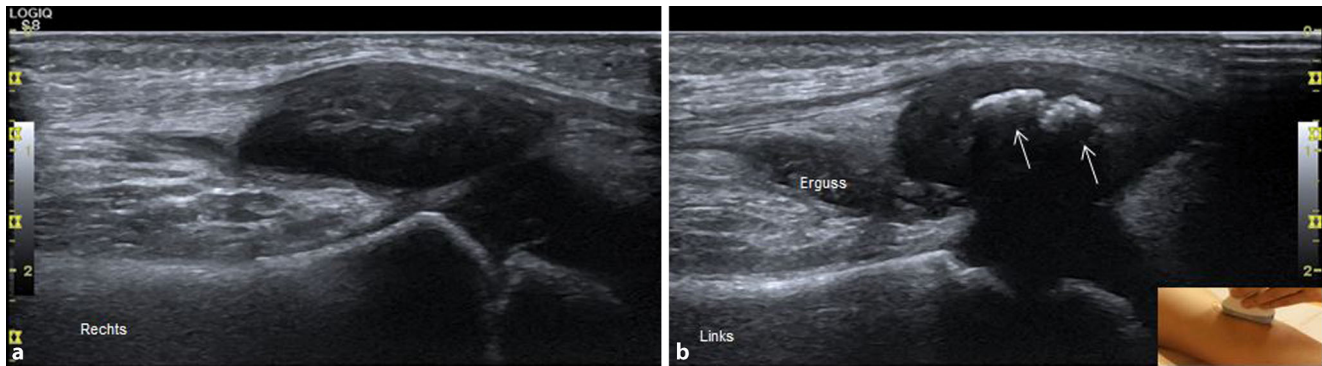
Jahren gebildet und erste Publikationen zu dieser Thematik veröffentlicht. Zwei Arbeiten einer deutschen Arbeitsgruppe (Kommission Bildgebung der Gesellschaft für Kinder- und Jugendrheumatologie [GKJR]) wurden auf der letzten Jahrestagung der GKJR in Bremen vorgestellt und prämiert. Auch durch die internationale pädiatrische Ultraschallgruppe der OMERACT wurden im vergangenen Jahr erste Arbeiten zu dieser Thematik publiziert [18–22].

Neben den sonographischen Zeichen einer akuten Gelenkentzündung können auch bei Kindern und Jugendlichen frühzeitig oberflächliche Knorpel- und Knochendestruktionen sonographisch nachgewiesen werden. Auch Wachstumsstörungen und insbesondere eine **Ossifikationsprogredienz** von enchondralem Knochenwachstum kann sonographisch bei einer Arthritis gesehen werden (▣ **Abb. 3**). Neben der Entzündung der Gelenke können bei Kindern auch die periartikulären Weichteile dargestellt werden, Sehnen und Sehnencheidenentzündungen mit den Zeichen einer inhomogenen Verdickung und Echogenitätsveränderung der Sehne, Exsudat in der Sehnen Scheide oder die Sehne umgebend sowie einer Hypervaskularisation (▣ **Abb. 4 und 5**). Auch Muskelentzündungen oder oberflächliche Periostveränderungen bei Osteitis lassen sich zum Teil sonographisch sehr gut erfassen.

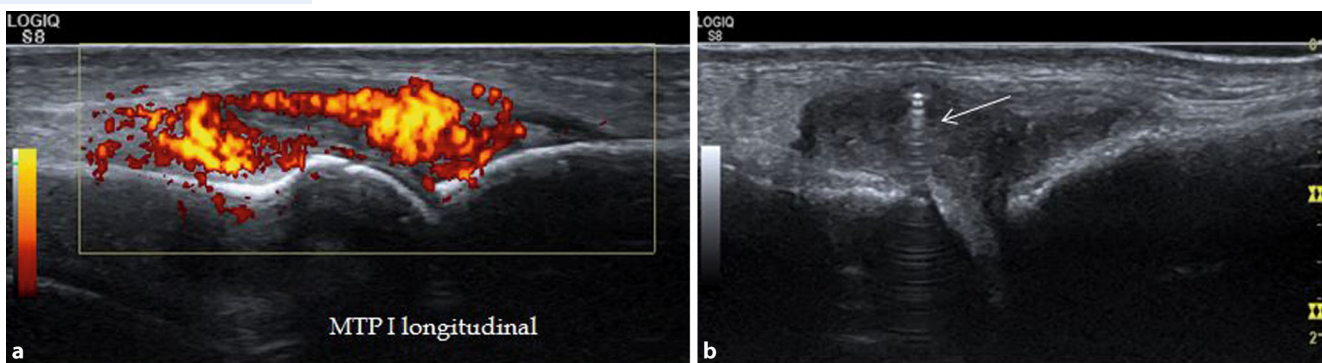
Neben den typischen Veränderungen, die bei einer Gelenkentzündung nachgewiesen werden, können auch wichtige **Differenzialdiagnosen** bereits sonographisch vermutet, ausgeschlossen oder gestellt werden. Hierzu gehören z. B. Weichteilentzündungen, Weichteiltumoren, Ödeme, Weichteiltraumen, Knochennekrosen, Frakturen oder verschiedene Muskelaaffektionen. So kann es z. B. bei kindlichen Hüftschmerzen durch den Nachweis einer verschmälerten Hüftkopfepiphyse gelingen, einen Morbus Perthes bereits sonographisch zu vermuten, selbst wenn die Diagnostik ggf. noch durch ein MRT ergänzt werden muss. Auch Frakturen können in der Sonographie häufig dargestellt werden, Aktuell wird die Fraktursonographie in der Kinderchirurgie etabliert. Bei der Durchführung und Interpretation der kindlichen Gelenksonographie ist es ganz entscheidend, die sonographische Abbildung des sich entwickelnden Bewegungsapparates zu kennen [18–20]. So stellen sich die Gelenke von Klein- und auch noch Schulkindern anders als die Gelenke Jugendlicher

**Neben sonographischen Zeichen einer akuten Gelenkentzündung können frühzeitig oberflächliche Knorpel- und Knochendestruktionen sonographisch nachgewiesen werden**

**Die Gelenke von Klein- und Schulkindern stellen sich anders als die Gelenke Jugendlicher dar**



**Abb. 3** ▲ Psoriasisarthritis unter Beteiligung des Kniegelenkes mit Knochenkernen in der Patella (Pfeile) im Vergleich zur nichtbetroffenen Seite. Suprapatellarer Longitudinalschnitt. **a** gesundes unauffälliges Kniegelenk mit unverknöchelter Patella. **b** betroffenes Kniegelenk mit geringem Resterguss im Recessus suprapatellaris und Verknöcherungsvorsprung der Patella



**Abb. 4** ▲ Dorsaler Longitudinalschnitt Metatarsophalangealgelenk (MTP) I bei einem 16-jährigen Jungen mit Entthesitis-assoziiierter Arthritis. **a** Starkes Power-Dopplersignal bei Synovialitis. **b** Ultraschallgestützte Punktion mit Nachweis der Punktionskanüle (Pfeil)

dar. Ein großer Anteil an echoarmem Knorpelgewebe in den Gelenken ossifiziert zu einem echoreichen, schallschattengebenden Knochengewebe. Diese Veränderungen lassen sich bereits bei Neonaten nachweisen [23]. Während der Skelettreifung im Säuglings-, Kleinkind- und auch noch Schulalter kann die Interpretation und Differenzierung echoarmer Ergussanteile zwischen echoarmen Knorpelstrukturen schwierig sein kann. Hierbei können dynamische Untersuchungen mit Bewegung des Ergusses oder auch die Dopplersonographie für die Abgrenzung hilfreich sein.

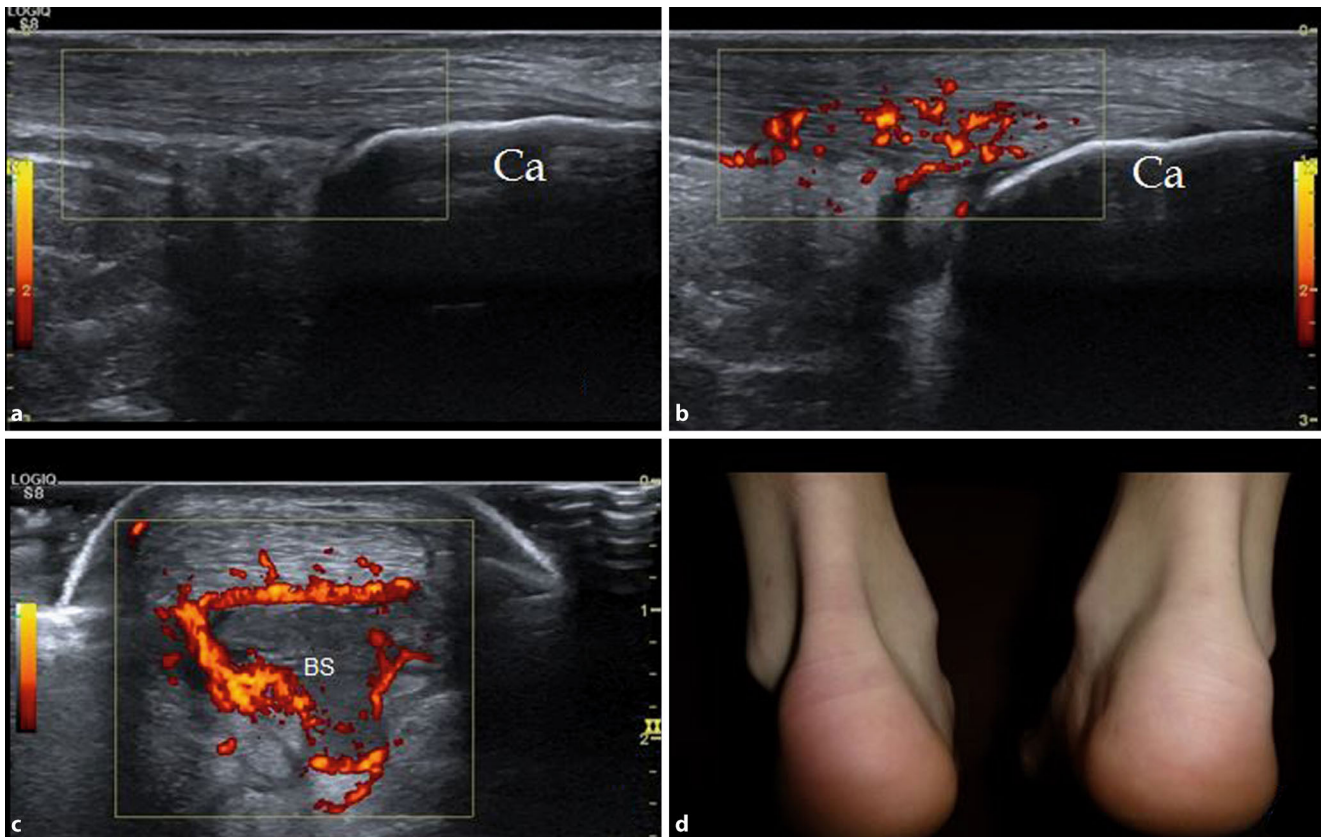
Auch bei der Punktion kindlicher Gelenke mit sehr kleinen Ergüssen oder schwierigen anatomischen Verhältnissen ist der Einsatz einer **ultraschallgesteuerten Nadelführung** äußerst hilfreich und effektiv (▣ **Abb. 4**).

Auch bei Kollagenosen und Vaskulitiden kann der Ultraschall eine ganz wesentliche Rolle einnehmen. Neben Gelenkbefunden können z. B. bei rheumatischen Myositiden entzündete Muskelanteile durch Echogenitäts- und Echotexturveränderungen abgegrenzt und einer Muskelbiopsie sicherer zugeführt werden (▣ **Abb. 6**). Verkalkungen von Unterhaut und Muskulatur können dargestellt werden. Auch die sonographische Erfassung einer Organbeteiligung (z. B. Milz- oder Herzbeteiligung bei SLE) sowie von Gefäßentzündungen (z. B. Koronaraneurysmen beim Kawasaki-Syndrom) gehören zum kinderrheumatologischen Ultraschallrepertoire, das ggf. interdisziplinär (z. B. mit Kinderkardiologen) durchgeführt wird.

Wesentliche Vorteile der Ultraschalldiagnostik liegen bei Kindern in der unspektakulären, angst-, zeit- und kostensparenden Durchführbarkeit. Ohne Strahlenbelastung und ohne Sedierung können die meisten Gelenke mit hoher Auflösung auch dynamisch dargestellt werden. Bei Entzündungen am Achsenskelett sowie an den Kiefergelenken ist die Ultraschalltechnik deutlich limitiert. Hier müssen weitere bildgebende Verfahren, in erster Linie das MRT, bei Kindern und Jugendlichen eingesetzt werden. Eine weitere Limitation des Ultraschalls ist die **Untersucherabhängigkeit**. Die Erstellung einer guten Bildqualität sowie die richtige Interpretation erfordern

Ohne Strahlenbelastung und ohne Sedierung können die meisten Gelenke mit hoher Auflösung auch dynamisch dargestellt werden





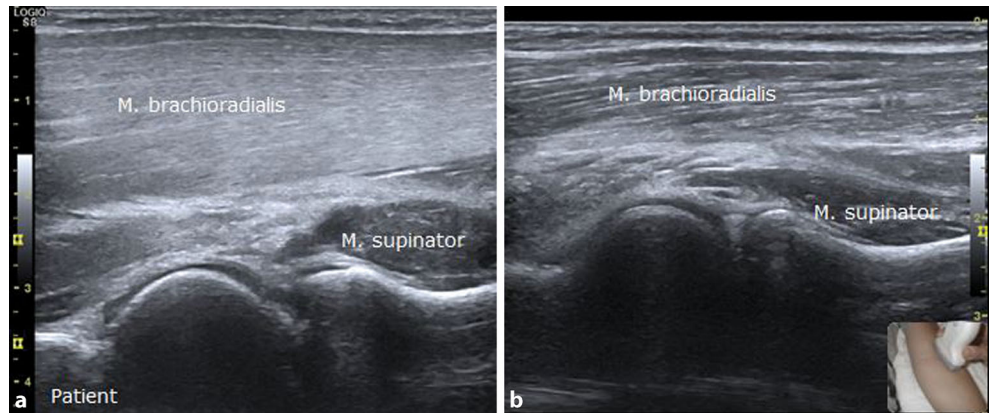
**Abb. 5** ▲ **a,b** Dorsaler Longitudinalschnitt über der Achillessehne bei einem 16-jährigen Jungen mit Enthesitis-assoziiierter Arthritis. **a** Unauffällige linke Achillessehne ohne Nachweis von Dopplersignalen im Power-Doppler. **b** Deutliche Verdickung des Achillessehnenansatzes am Kalkaneus (Ca) mit gesteigerter Vaskularisation im Power-Doppler. **c** Dorsaler Transversalschnitt mit Bursitis der Bursa subachillea (BS) unterhalb der Achillessehne. **d** Verdickter rechter Achillessehnenansatz bei einem 16-jährigen Jungen mit Enthesitis-assoziiierter Arthritis

eine umfassende Ausbildung und Erfahrung. Neben der fehlenden Strahlenbelastung kommt dem Gelenk-ultraschall im Vergleich zum konventionellen Röntgen auch eine viel größere Bedeutung in der **Frühdagnostik** zu. Hier zeigt der Ultraschall mit dem sicheren Nachweis von Entzündungen der Weichteilstrukturen, die sich mit dem Röntgen in der Regel nicht abbilden lassen, seine Überlegenheit. Auch bei dem Nachweis oberflächlicher Knorpel- und Knochenläsionen an den Extremitäten ist der hochauflösende Ultraschall im Vergleich zum Röntgen inzwischen sensitiver. Die **Abb. 7** zeigt destruktive Veränderungen am Knorpel und Knochen bei einer JIA. Ein standardisiertes Vorgehen bei der Interpretation kindlich rheumatischer Ultraschallbefunde muss auch im Hinblick auf die sicheren Kriterien für eine Remission weiterhin im Fokus von Vergleichsstudien stehen [24, 25].

### Magnetresonanztomographie

Die MRT ist aktuell das einzige bildgebende Verfahren, das in der Lage ist, das Frühstadium einer Arthritis in allen Körpergelenken zu erfassen. Neben den Nachteilen eines hohen Zeit- und Kostenfaktors muss bei kleineren Kindern mit Angst und Bewegungsdrang auch die Notwendigkeit einer **Sedierung** zur Durchführung einer MRT berücksichtigt werden. Für bestimmte Gelenkregionen (z. B. Kiefergelenk, Achsenskelett), bei Knochenbeteiligung und einigen wichtigen Differenzialdiagnosen (z. B. bakterielle und nichtbakterielle Osteomyelitis, Malignom usw.) ist die MRT die bildgebende Methode der Wahl [6, 25].

Zum Nachweis von Knochenödem und Gelenkentzündung werden in der Regel ödem-sensitive Sequenzen (STIR, TIRM, fettunterdrückte T2) eingesetzt. Hier kann sich eine intraossäre oder extraossäre Signalintensität als Zeichen einer Inflammation zeigen. Mit T1-gewichteten nativen Sequenzen können kleine subchondrale Läsionen gut erkannt und anatomisch zugeordnet werden.



**Abb. 6** ▲ a Ventraler Humeroradialschnitt bei Supination mit Darstellung einer Myositis des M. brachioradialis bei einem 15-jährigen Patienten mit familiärem Mittelmeerfieber. Im Vergleich zum gesunden Kontrollpatienten (b) ist die Muskelstruktur aufgehoben. Es zeigt sich eine Pseudohypertrophie und Echogenitätsanreicherung bei unauffälligem M. supinator (a)

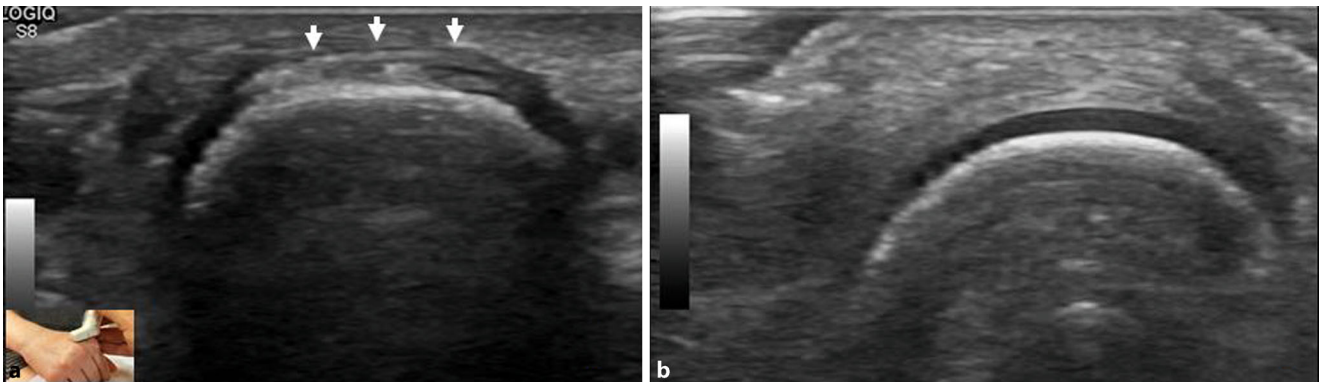
Mit T1-gewichteten fettunterdrückten Sequenzen lassen sich nach Applikation von Kontrastmittel (z. B. Gadolinium) entzündete Gelenkschleimhäute, entzündete Sehnen und Sehnenscheiden oder entzündetes peritendinöses Gewebe gut darstellen und von Ergussanteilen differenzieren, was in der T2-Wichtung schwierig sein kann. Die **Abb. 8** zeigt eine in der MRT detektierte Sehnenscheidenentzündung der Tibialis-posterior-Sehne im Vergleich zur sonographischen Darstellung einer Sehnenscheidenentzündung. In der MRT kann die Inflammation des Knochenmarks sehr sensitiv signalintens nachgewiesen werden [26, 27].

Bei Kindern und Jugendlichen mit einer JIA können auch die Kiefergelenke von einer Arthritis mit nachfolgender Destruktion von Knorpel und Knochen betroffen sein. Als Methode der Wahl gilt hier die **kontrastmittelverstärkte MRT**, da sie reversible Frühzeichen der Temporomandibulararthritis wie Erguss, Synovialitis und Pannusbildung noch vor Knorpel- oder Knochendestruktion darstellen kann [28]. Insbesondere bei Kindern können hierdurch frühzeitig therapeutische Maßnahmen ergriffen werden, die Einfluss auf Wachstums- und Entwicklungsstörungen des Unterkiefers nehmen können. Sehr wichtig ist dabei die Abgrenzung einer auch physiologisch vorkommenden Kontrastmittelanreicherung im Kiefergelenk, die nicht als Kiefergelenkarthritis fehlinterpretiert werden darf [29]. Dies liegt daran, dass die Wachstumsfuge dem Gelenk unmittelbar benachbart ist.

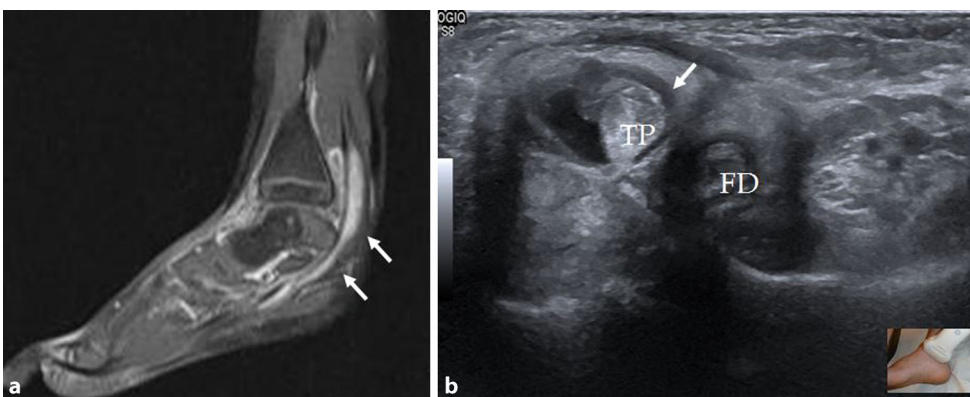
Eine weitere wichtige Domäne der MRT bei kindlichem Rheuma ist der Nachweis von Entzündungen am **Achsenskelett**. Kinder oder Jugendliche mit den Kategorien Enthesitis-assoziierte Arthritis oder Psoriasisarthritis haben ein höheres Risiko, eine Sakroiliitis oder Spondylarthritis zu entwickeln. Im Frühstadium einer Sakroiliitis können auch bei Kindern die typischen Befunde eines gelenknahen Knochenödems oder einer Kontrastmittelanreicherung der Synovialis gefunden werden. Im Gegensatz zu Erwachsenen scheint ein Teil der Kinder und Jugendlichen mit Sakroiliitis im Frühstadium der Erkrankung kein Knochenödem, sondern nur eine Synovialitis aufzuweisen. Diese Patienten profitieren von einer kontrastmittelverstärkten MRT [30, 31]. Neben der Sakroiliitis lässt sich bei vielen Kindern mit der MRT auch eine begleitende pelvine Enthesitis oder Coxitis darstellen [32].

Doch auch für die genaue **multiplanare Darstellung** von Synovialitis, Knorpel- und Knochenödem sowie Knochenläsionen in den Extremitätengelenken eignet sich die MRT. In den vergangenen Jahren haben sich mehrere Arbeitsgruppen um eine Standardisierung der kindlichen MRT-Untersuchung bei JIA einschließlich der Überprüfung erster MRT-Entzündungsscores bemüht. Einer dieser ersten **MRT-Scores** (JAMRIS) wurde für das kindliche Kniegelenk entwickelt und in einer Studie mit hoher Reliabilität bewertet [33]. Wesentliche MRT-Kriterien für die Bewertung einer Gelenkentzündung sind das Knochenödem, Knorpel- und Knochenschäden, der Gelenkerguss und insbesondere die Synovialitis, bei der in der MRT zwischen einer synovialen Verdickung und einer synovialen Kontrastmittelanreicherung unterschieden werden kann. Doch für die meisten dieser Entzündungskriterien fehlen aktuell noch größere Vergleichsstudien mit gesunden Kindern und Jugendlichen. Eine norwegische MRT-Studie konnte auch bei gesunden

Auch die Kiefergelenke können von einer Arthritis mit nachfolgender Destruktion von Knorpel und Knochen betroffen sein



**Abb. 7** ▲ **a** Transversalschnitt über dem 2. Metakarpalköpfchen bei Flexion im Metakarpophalangealgelenk bei einem 15-jährigen Jungen mit seronegativer Polyarthritis. Deutliche Knorpelläsion mit Strukturstörung. Die Knorpel- und Knochengrenze ist jeweils unscharf konturiert (*Pfeile*). **b** Vergleich mit einem gesunden Kontrollpatienten



**Abb. 8** ▲ Magnetresonanztomographie Fuß mit T1-gewichteter Kontrastmittelaufnahme. **a** Nach Kontrastmittelapplikation (Gadolinium) deutliches Kontrastmittelenhancement im Bereich der Tibialis-posterior-Sehne (*Pfeile*). Zusätzlich zeigt sich eine Synovialitis im oberen Sprunggelenk und im Subtalargelenk bei der 3-jährigen Patientin mit „extended“ Oligoarthritis. **b** Im Ultraschallbild (medialer Transversalschnitt Sprunggelenk bei einer 12-jährigen Patientin mit Oligoarthritis) zeigt sich ebenfalls eine deutliche Tenosynovialitis der Tibialis-posterior-Sehne (*TP*) sowie der Flexor-digitorum-Sehne (*FD*) mit Tendovaginitis, Sehnenverdickung und inhomogener Echotextur der Sehnen

Kindern knöcherne Konturunterbrechungen im wachsenden Handskelett nachweisen, die leicht als knöcherne Läsion im Rahmen einer JIA fehlinterpretiert werden könnten [34].

Während sich der Einsatz der **Ganzkörper-MRT** zur Herdsuche bei einer nichtbakteriellen multifokalen Osteomyelitis zu einem wesentlichen Diagnostikbaustein etabliert hat, ist der Einsatz selbst bei einer kindlichen Polyarthritis derzeit noch sehr umstritten. Ein Vorteil dieser bildgebenden Technik ist die potenzielle Detektion klinisch unauffälliger Gelenkentzündungen am gesamten Bewegungsapparat. Bisher lagen die Nachteile dieser Untersuchungstechnik in einer geringeren Ortsauflösung und längeren Untersuchungszeit, was dem Einsatz beim Kind entgegenstand. Durch die Entwicklung neuerer Gerätetechniken mit kürzeren Untersuchungszeiten und höherer Ortsauflösung wird die Ganzkörper-MRT in Zukunft bei der Diagnostik einer JIA vielleicht noch an Bedeutung gewinnen. Neuere Techniken wie die dynamische kontrastmittelverstärkte MRT erlauben durch quantitative Bestimmung der Kontrastmittelanreicherung Rückschlüsse auf die Entzündungsaktivität [35]. In Pilotstudien konnten hierdurch auch geringe Veränderungen unter einer antirheumatischen Therapie besser quantifiziert werden. Diese Techniken lassen sich aktuell nur schwer in den kinderrheumatologischen Alltag integrieren und bleiben derzeit eher Studien vorbehalten.

Auch in der Differenzialdiagnostik einer kindlich rheumatischen Erkrankung ist die MRT eines der wichtigsten bildgebenden Verfahren. Durch die mögliche gleichzeitige Abbildung von Weichteil- und Knochenprozessen können mit der MRT die wesentlichen Differenzialdiagnosen einer Gelenkentzündung erfasst werden. Hierzu gehören Weichteil- und Knochenentzündungen,

**In der Differenzialdiagnostik einer kindlich rheumatischen Erkrankung ist die MRT eines der wichtigsten bildgebenden Verfahren**

benigne und maligne Tumoren, Osteonekrosen, Frakturen, Muskelverletzungen oder -entzündungen, traumatische Knorpelläsionen sowie auch der Ausschluss eines Gelenkprozesses bei einem Schmerzverstärkungssyndrom.

Die **Indikation** zur MRT sollte im Einklang mit den anderen bildgebenden Verfahren v. a. im Interesse des Kindes gestellt werden. Lassen sich durch den Einsatz der MRT Röntgenstrahlen einsparen oder diagnostische Unklarheiten ausräumen, sollten auch ein größerer Zeit- und Kostenaufwand keinen Untersucher davon abhalten, die Indikation bei einem Kind zu stellen.

### Fazit für die Praxis

- Die Bildgebung gewinnt in der Diagnostik und Verlaufskontrolle einer kindlich rheumatischen Erkrankung zunehmend an Bedeutung.
- Bildgebende Verfahren stellen eine wichtige Ergänzung zur klinischen Untersuchung dar.
- Der einfach einzusetzende Gelenkulterschall kann die Diagnosestellung eines kindlichen Rheumas in Ergänzung zur physikalischen Untersuchung erleichtern und zur Verlaufsbeobachtung genutzt werden.
- Die MRT ist das einzige bildgebende Verfahren, das in allen Körpergelenken einschließlich der Knorpel- und Knochenstrukturen sehr sensitiv eine Entzündung erfassen kann.
- Das konventionelle Röntgen spielt sowohl in der Differenzialdiagnostik einer kindlich rheumatischen Erkrankung als auch in der Darstellung von destruktiven Veränderungen bei kindlichen Gelenkentzündungen eine Rolle.
- Weitere bildgebende Verfahren wie CT, nuklearmedizinische Verfahren oder Fluoreszenzoptik haben aktuell bei kindlichem Rheuma nur eine untergeordnete Bedeutung.
- Eine weitere Standardisierung ist notwendig, um physiologische Normbefunde und -varianten von pathologischen Prozessen in Zukunft noch besser unterscheiden zu können.

### Korrespondenzadresse

#### Dr. D. Windschall

Klinik für Kinder und Jugendmedizin, Asklepios Klinik Weißenfels  
Naumburgerstr. 76, 06667 Weißenfels, Deutschland  
d.windschall@asklepios.com

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** D. Windschall gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine vom Autor durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

### Literatur

1. Magni-Manzoni S, Collado P, Jousse-Joulin S et al (2014) Current state of musculoskeletal ultrasound in paediatric rheumatology: results of an international survey. *Rheumatology* 53:491–496
2. Windschall D, Trauzeddel R, Berendes R, Ganser G, Krumrey-Langkammerer M, Schoof P, Niewerth M, Trauzeddel RF, Lehmann H (2015) Bildgebung in der pädiatrischen Rheumatologie: Ergebnisse einer Umfrage unter deutschen Kinder-rheumatologen. *Akt Rheumatol* 40:299–303
3. Minden K, Niewerth M (2008) Klinische Formen der juvenilen idiopathischen Arthritis und ihre Klassifikation. *Z Rheumatol* 67(2):100–110
4. Minden K, Niewerth M (2012) Rheumakranke Kinder und Jugendliche. *Monatsschr Kinderheilkd* 160:237–243
5. Windschall D (2015) Ein Update der Diagnostik bei Juveniler Idiopathischer Arthritis. *Akt Rheumatol* 40(04):288–298
6. Lanni S, Martini A, Malattia C (2014) Heading toward a modern imaging approach in juvenile idiopathic arthritis. *Curr Rheumatol Rep* 16:416
7. Minden K (2014) Rheuma im Kindesalter – Häufigkeit, Klinik, Therapie. *Kinderarzt Prax* 85:162–169
8. Colebatch-Bourn AN, Edwards CJ, Collado P et al (2015) EULAR-PreS points to consider for the use of imaging in the diagnosis and management of juvenile idiopathic arthritis in clinical practice. *Ann Rheum Dis* 74:1964–1957
9. Werner S, Langer HE, Horneff G (2011) Fluorescence optical imaging of juvenile arthritis. *J Rheumatol* 38:1447
10. Ingegnoli F, Herrick A (2013) Nail-fold capillaroscopy in pediatrics. *Arthritis Care Res* 65:1393–1400
11. Van Rossum M, Zwinderman A, Boers M et al (2003) Radiologic features in juvenile idiopathic arthritis. *Arthritis Rheum* 48:507–515
12. Häfner R (2012) Röntgenologisch erkennbare Differenzialdiagnosen zur juvenilen idiopathischen Arthritis. *Akt Rheumatol* 37:98–104
13. Naredo E, Bonilla G, Gamero F, Uson J, Carmona L, Laffon A



- (2005) Assessment of inflammatory activity in rheumatoid arthritis: a comparative study of clinical evaluation with grey scale and power Doppler ultrasonography. *Ann Rheum Dis* 64:375–381
14. Torp-Pedersen S, Christensen R, Szkudlarek M et al (2015) Power and color Doppler ultrasound settings for inflammatory flow: impact on scoring of disease activity in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheumatol* 67:386–395
  15. Schmidt WA, Hauer RW, Banzer M et al (2002) Technik und Stellenwert der Arthrosonographie in der rheumatologischen Diagnostik Teil 2: Sonographie der Hüftregion. *Z Rheumatol* 61:180–188
  16. for the OMERACT 7 Special Interest Group, Wakefield RJ, Balint PV, Szkudlarek M, Filippucci E, Backhaus M, D'Agostino MA et al (2005) Musculoskeletal ultrasound including definitions for ultrasonographic pathology. *J Rheumatol* 32:2485–2487
  17. Backhaus M (2002) Der Stellenwert der Arthrosonographie in der Früharthritisdagnostik. *Z Rheumatol* 61:120–129
  18. on behalf of the OMERACT Ultrasound Group, Collado P, Vojinovic J, Nieto JC, Windschall D, Magni Manzoni S, Bruyn GAW et al (2016) Toward standardized musculoskeletal ultrasound in paediatric rheumatology: normal age-related ultrasound findings. *Arthritis Care Res* 68:348–356
  19. Collado P, Naredo E, Calvo C, Crespo M (2007) Assessment of the joint recesses and tendon sheaths in healthy children by high-resolution B-mode and power Doppler sonographie. *Clin Exp Rheumatol* 25:915–921
  20. Roth J, Jousse-Joulin S, Magni-Manzoni S, Rodriguez A, Tzaribachev N, Iagnocco A et al (2015) Outcome measures in Rheumatology Ultrasound Group. Definitions for the sonographic features of joints in healthy children. *Arthritis Care Res* 67:136–142
  21. Trauzeddel R, Windschall D, Trauzeddel RF et al (2015) Arthrosonografische Normwerte im Kindes- und Jugendalter – Schultergelenk. Kongressbeitrag 43. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Rheumatologie, Bremen.
  22. Windschall D, Trauzeddel R, Haller M et al (2015) Arthrosonografische Normbefunde im Kindes- und Jugendalter – Kniegelenk. Kongressbeitrag 43. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Rheumatologie, Bremen.
  23. Windschall D, Pommerenke M, Haase R (2016) Ultrasound assessment of the skeletal development of the proximal femoral, distal femoral and proximal tibial epiphyses in premature and mature neonates. *Ultrasound Med Biol* 42:451–458
  24. Collado P, Jousse-Joulin S, Alcalde M, Naredo E, D'Agostino MA (2012) Is ultrasound a validated imaging tool for the diagnosis and management of synovitis in juvenile idiopathic arthritis? A systematic literature review. *Arthritis Care Res* 64:1011–1019
  25. Magni-Manzoni S, Malattia C, Lanni S, Ravelli A (2012) Advances and challenges in imaging in juvenile idiopathic arthritis. *Nat Rev Rheumatol* 8:329–336
  26. Hemke R, Maas M, Veenendaal M, Dolman K, Van Rossum M, Berg J, Kuijpers T (2014) Contrast-enhanced MRI compared with the physical examination in the evaluation of disease activity in juvenile idiopathic arthritis. *Eur Radiol* 24(2):327–334
  27. Malattia C, Consolaro A, Pederzoli S et al (2013) MRI versus conventional measures of disease activity and structural damage in evaluating treatment efficacy in juvenile idiopathic arthritis. *Ann Rheum Dis* 72:363–368
  28. Von Kalle T, Stuber T, Winkler P et al (2015) Early detection of temporomandibular joint arthritis in children with juvenile idiopathic arthritis – the role of contrast-enhanced MRI. *Pediatr Radiol* 45:402–410
  29. Von Kalle T, Winkler P, Stuber T (2013) Contrast-enhanced MRI of normal temporomandibular joints in children – is there enhancement or not? *Rheumatology (Oxford)* 52:363–367
  30. Herregods N, Dehoorne J, Roos R et al (2015) Diagnostic value of MRI features of sacroiliitis in juvenile spondylarthritis. *Clin Radiol* 70:1428–1438
  31. Tse SM, Laxer RM (2012) New advances in juvenile spondylarthritis. *Nat Rev Rheumatol* 8:269–278
  32. Herregods N, Dehoorne J, Pattyn E et al (2015) Diagnostic value of pelvic enthesitis on MRI of the sacroiliac joints in enthesitis related arthritis. *Pediatr Rheumatol* 13:46. doi:10.1186/s12969-015-0045-5
  33. Hemke R, van Rossum MA, van Veenendaal M et al (2013) Reliability and responsiveness of the Juvenile Arthritis MRI Scoring (JAMRIS) system for the knee. *Eur Radiol* 23:1075–1083
  34. Ording Muller LS, Boavida P, Avenarius D et al (2013) MRI of the wrist in juvenile idiopathic arthritis: erosions or normal variants? A prospective case-control study. *Pediatr Radiol* 43:785–795
  35. Malattia C, Damasio MB, Basso C et al (2010) Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging in the assessment of disease activity in patients with juvenile idiopathic arthritis. *Rheumatology (Oxford)* 49:178–185

# CME-Fragebogen

Teilnahme am zertifizierten Kurs auf CME.SpringerMedizin.de

- Der Teilnahmezeitraum beträgt 12 Monate, den Teilnahmeschluss finden Sie online beim CME-Kurs.
- Fragen und Antworten werden in zufälliger Reihenfolge zusammengestellt.
- Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort zutreffend.
- Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70% der Fragen richtig beantwortet werden.

**?** Ein Kleinkind mit Schonhaltung und einseitigen Hüftbeschwerden seit 2 Tagen ohne Traumaanamnese wird Ihnen ambulant vorgestellt. Bei der klinischen Untersuchung zeigt sich eine deutliche Funktionseinschränkung im rechten Hüftgelenk. Ansonsten befindet sich das Kleinkind in einem guten Allgemeinzustand. Welche bildgebende Methode wäre zunächst sinnvoll?

- MRT Becken
- Szintigraphie
- Computertomographie
- Gelenkulterschall
- Konventionelles Röntgen

**?** Bei einer juvenilen idiopathischen Arthritis werden mehrere Subtypen unterschieden? Welcher Subtyp gehört zu den 7 Kategorien der internationalen ILAR-Klassifikation?

- Rheumatoide Arthritis
- Seronegative Polyarthritis
- Juvenile Dermatomyositis
- Juvenile Spondylarthritis
- Lyme-Arthritis

**?** Bei einer juvenilen idiopathischen Arthritis kann es zu einer Kiefergelenketeiligung kommen. Mit welcher bildgebenden Methode kann die Synovialitis im Kiefergelenk sicher nachgewiesen werden?

- Röntgen
- MRT
- Ultraschall
- Kapillarmikroskopie
- Computertomographie

**?** Bei einer juvenilen idiopathischen Arthritis kann es auch zu einer Beteiligung der Sehnenansätze kommen. Welches Kriterium einer Enthesitis kann sonographisch *nicht* sicher erfasst werden?

- Verdickung Sehnenansatz
- Oberflächliche Knochenläsionen Fersenbein
- Hypervaskularisation des Sehnenansatzes
- Bursitis subachillea
- Begleitosteitis Fersenbein

**?** Bei welchen Gelenken sollte im Rahmen der Abklärung einer vermuteten JIA vorwiegend eine MRT-Untersuchung durchgeführt werden?

- Iliosakralgelenke
- Kniegelenke
- Metakarpophalangealgelenke
- Obere Sprunggelenke
- MTP-Gelenke

**?** Welche bildgebende Methode ist am meisten von der Erfahrung des Untersuchers abhängig?

- Röntgen
- MRT
- Ultraschall
- Computertomographie
- Ganzkörper-MRT

**?** Was ist die häufigste Gelenkentzündung im Kindesalter?

- Arthritis urica
- Coxitis fugax
- Rheumatoide Arthritis
- Septische Arthritis
- Gonarthrit

**?** Welche bildgebende Methode spielt in der Frühphase einer juvenilen idiopathischen Arthritis die größte Rolle zum Entzündungsnachweis?

- Röntgen
- Szintigraphie
- Computertomographie
- MRT
- Kapillarmikroskopie

**?** Das konventionelle Röntgen wird heutzutage viel weniger eingesetzt. In welchem Bereich werden konventionelle Röntgenbilder weiterhin genutzt?

- Bei Nachweis von Traumafolgen
- Bei jährlichen Verlaufskontrollen
- Bei der Frage nach Gelenkergüssen im Kniegelenk
- Bei der Früherkennung von Gelenkveränderungen
- Bei der Beurteilung von Sehnen und Muskulatur

**?** Welche Aussage zum Einsatz von Ultraschall in der Kinder- und Jugendrheumatologie trifft zu?

- Meist werden Schallköpfe vom Sektor-scannertyp eingesetzt.
- Für die Gelenke sind niedrige Frequenzen unter 5 MHz ideal.
- Der Power-Doppler ist dem Farbdoppler immer vorzuziehen.
- Es lassen sich auch oberflächliche Knorpel- und Knochendestruktionen nachweisen.
- Ultraschall ist zwar bei Jugendlichen, nicht aber bei Kleinkindern einsetzbar.