

Richard Doepner, Thekla von Kalle, Thomas Wirth

Speziell für das Kind

Interventionelle diagnostische und therapeutische Maßnahmen in der MRT

Zusammenfassung:

Bildgesteuerte minimalinvasive Interventionen haben den Vorteil der schnelleren Rekonvaleszenz der Patienten und der Schonung wichtiger Gewebestrukturen. Hohe Detailauflösung und kurze Untersuchungszeit machen die CT zu einem idealen Instrument. Jedoch besteht bei Kindern aufgrund der noch zu erwartenden langen Lebenszeit das dringende Gebot, die Strahlenexposition auf ein Minimum zu reduzieren. Viele pathologische Veränderungen des Skelettsystems lassen sich auch mittels MRT darstellen, selbst jene, die in Röntgenbild oder CT nur unzureichend erkennbar sind. Deshalb haben wir einen Algorithmus entwickelt, bei dem mittels MRT zielgenaue Interventionen durchgeführt werden können. In dieser Arbeit stellen wir 7 therapeutische und eine diagnostische Intervention dar, welche wir zwischen 01/2016 und 03/2018 MRT-gestützt minimalinvasiv durchgeführt haben. Im Rahmen der 8 Behandlungen kam es zu keinen Komplikationen. Ein Rezidiv eines Osteoidosteoms konnte im Rahmen eines 2. Eingriffs zur Ausheilung gebracht werden.

Schlüsselwörter:

Osteoidosteom, MRT, Intervention, Diagnostik, Kind

Zitierweise:

Doepner R, von Kalle T, Wirth T: Speziell für das Kind: Interventionelle diagnostische und therapeutische Maßnahmen in der MRT. OUP 2019; 8: 022–025

DOI 10.3238/oup.2019.0022–0025

Die MRT in der kindlichen Diagnostik

Auch wenn das Röntgenbild das primäre Diagnostikum in der Beurteilung skelettaler Veränderungen im Kindesalter ist, hat die Magnetresonanztomografie über die letzten Jahrzehnte an diagnostischer Bedeutung gewonnen. So gibt es heute vielfältige Indikationen zur MRT-Diagnostik im Kindesalter (Tab. 1), nicht zuletzt, da es eine röntgenstrahlungsfreie Untersuchungsmethode ist und im Gegensatz zur Projektionsradiografie auch eine 3-dimensionale Darstellung der zu untersuchenden Region

möglich macht. Häufig lassen sich Veränderungen in der Knochensubstanz früher und sensitiver darstellen als im Röntgenbild oder CT, sodass die MRT insbesondere in der Tumordiagnostik und zur Abklärung einer Osteomyelitis eingesetzt wird. Spezifische Untersuchungsprotokolle ermöglichen aber auch die sichere magnetresonanztomografische Darstellung kleiner Läsionen wie die des Osteoidosteoms [10, 11, 13]. Hier kommen sowohl MR-Sequenzen mit hoher räumlicher Auflösung (Pixelgröße $< 1 \times 1$ mm und Schichtdicke ≤ 3 mm) als auch die dyna-

mische Kontrastmitteluntersuchung zum Einsatz.

Das Osteoidosteom

Das Osteoidosteom gehört zu den 3 häufigsten gutartigen primären Knochentumoren des Menschen [2]. Es führt typischerweise zu nächtlichen Schmerzen, die sich mit NSAR-Einnahme kupieren lassen. Das Prädiagnostikalter liegt zwischen 5 und 25 Jahren [5]. Die Hauptmanifestation ist die untere Extremität, und hier insbesondere das proximale Femur mit enger anatomischer Lagebeziehung zu den strahlensensiblen Gona-

Especially for the child Interventional diagnostic and therapeutic measures in MRT

Summary: Radiological guided minimal invasive procedures help patients to recover earlier and reduce traumatic harm to the surrounding tissue in the operative field. High resolution and short examination times make the CT a perfect instrument for such interventions. Looking at the long resting lifetimes of children it is obvious to reduce x-ray exposition to a minimum during medical treatment. Furthermore there are many bone pathologies which are not visible in normal x-ray- or CT-diagnostic, making MRI imaging a reasonable diagnostic feature in childhood. On the other hand minimal invasive procedures help patients to recover earlier and reduce traumatic harm to the tissue, which is surrounding the operative field. For this reasons we developed an algorithm, in which MRI supported minimal invasive diagnostics and interventions can be done. In this paper we describe 7 therapeutic and 1 interventional minimal invasive procedure, which we performed MRI guided between 01/2016 and 03/2018 in our hospital. We had no major complication. Recurrence of an osteoidosteoma could be successfully treated with a second intervention.

Keywords: osteoidosteoma, MRI, intervention, diagnostic, child

Citation: Doepner R, von Kalle T, Wirth T: Especially for the child: Interventional diagnostic and therapeutic measures in MRT. OUP 2019; 8: 022–025

DOI 10.3238/oup.2019.0022–0025

den, es kann aber am gesamten Skelettsystem vorkommen. Am häufigsten ist eine kortikale Lage, weitere Möglichkeiten sind medullär, endostal oder artikulär [3], mit dann auch fehlendem Sklerosesaum, sodass die Läsionen konventionell radiologisch schwierig zu identifizieren sind. In der Diagnostik ist bei Verdacht im konventionellen Röntgenbild noch die CT-Untersuchung der Goldstandard. Des Weiteren kommt die Skelettszintigrafie [4] und wie oben beschrieben auch die Kernspintomografie zur Anwendung. In der Behandlung ist nach konservativem Therapieversuch häufig die operative oder interventionelle Entfernung/Zerstörung die Behandlung der Wahl. Hier gibt es eine ganze Bandbreite von Therapieoptionen, von der minimalinvasiven CT-gesteuerten Radiofrequenzablation [7, 12, 8] über die CT-gesteuerte Anbohrung [1] bis zur chirurgischen En-Bloc-Resektion. Alle diese Verfahren haben entweder eine hohe Strahlenbelastung oder sind nicht minimalinvasiv. Kürzlich wurde ein Verfahren publiziert, bei dem hochintensiver fokussierter Ultraschall MRT-gesteuert erfolgreich zur Zerstörung von Osteoidosteomen [6, 9] angewendet wurde.

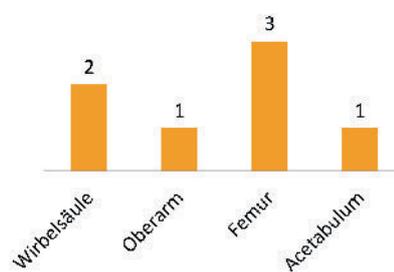


Abbildung 1 Im MRT behandelte Osteoidosteom

Behandlungsalgorithmus im Olgahospital des Klinikums Stuttgart

Zunächst wurden geeignete Patienten unter folgenden Gesichtspunkten für die MRT-gesteuerte Anbohrung selektiert:

1. Die Läsion lässt sich konventionell radiologisch nicht sicher darstellen.
2. Die Läsion ist ohne Gefährdung neurovaskulärer Strukturen minimalinvasiv erreichbar.

So verblieben von 19 Osteoidosteom-Patienten, welche wir im Zeitraum von 01/2016 bis 03 /2018 behandelten, noch 7 Patienten übrig. Das Durchschnittsalter der Patienten war 15 Jahre (7–19 Jahre). Drei der Läsionen befanden sich am Femur, 2 an

der Wirbelsäule, einer am Humerus und einer im Acetabulum (Abb. 1). Bei diesen Patienten wurden dann unter Allgemeinanästhesie und sterilen Kautelen in der 1. Phase des sich entwickelnden Algorithmus der Eingriffskorridor im MRT mit einer langen Kanüle markiert und anschließend ein MRT-fähiger Titandraht entsprechend der Nadellage platziert. Die Drahtlage wurde dann kernspintomografisch kontrolliert und je nach Positionierung nochmals korrigiert oder der Patient in den OP überführt und der Befund ausgebohrt und kurettiert. Später wurde das zeitintensive Überführen der Patienten in den OP zugunsten der Durchführung der operativen Prozedur in einem dem MRT benachbarten Eingriffsraum aufgegeben.

Ein weiterer Vorteil der Durchführung der Intervention in direkter Nähe zum MRT war, dass der Erfolg der Maßnahme gleich in der MRT kontrolliert werden konnte. Da jedoch auch die Platzierung der Kanüle und die anschließende Überprüfung der Drahtlage in der MRT sehr zeitintensiv waren, wurde in der weiteren zeitlichen Entwicklung des Behandlungspfades eine erste Markierung der Läsion mittels Titandraht

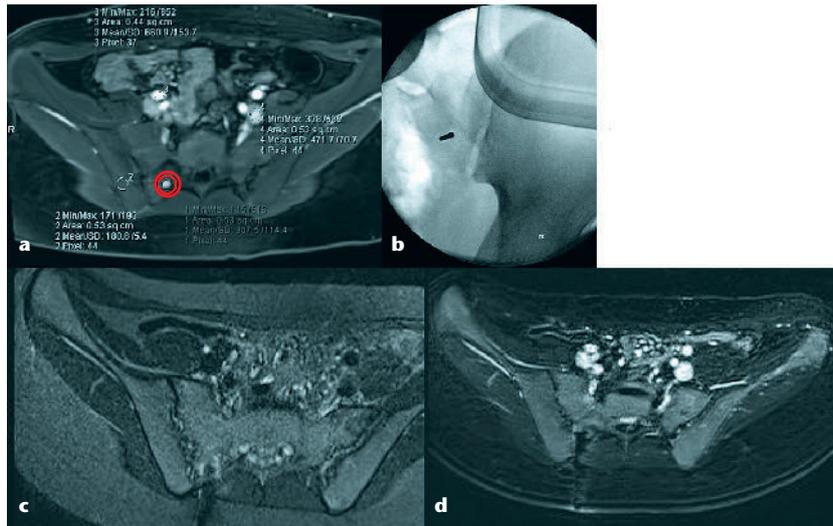


Abbildung 2 16-jährige Patientin mit Osteoidosteom im SWK 2 rechts
a) MRT prä OP, der rote Kreis markiert das Osteoidosteom mit typischem Flussignal
b) BV-Drahtplatzierung
c) MRT-Kontrolle der Drahtlage
d) MRT-Kontrolle der Niduseresektion

MRT-Indikationen in der Skelettdiagnostik im Kindes- und Jugendalter

Akute/chronische Osteomyelitis
Artikuläre Bandläsionen
Osteochondrale Frakturen, inkl. Frakturen von noch nicht ossifizierten Knochenanteilen
Tumordiagnostik (gutartig/bösartig, Follow-up)
Kontrolle nach Reposition einer kongenitalen Hüftluxation
Darstellung knöcherner Anomalien/Fehlbildungen

Tabelle 1 MRT-Indikationen

Evolution des Behandlungsalgorithmus zur MRT-gesteuerten Behandlung der Osteoidosteome

Im MRT-Raum: Bestimmung des Eingriffskorridors mit feiner Nadel -> Titandrahtplatzierung -> Transfer in den OP zur Ausbohrung und Kürettage
Im MRT-Raum: Bestimmung des Eingriffskorridors mit feiner Nadel -> Titandrahtplatzierung -> Ausbohrung und Kürettage im MRT-Raum -> MRT-Kontrolle des Behandlungserfolgs
Im MRT-Vorraum: Erste Platzierung des Drahts unter BV-Kontrolle -> MRT-Kontrolle -> ggf. Umplatzierung oder Überbohren des Drahts -> MRT-Kontrolle des Erfolgs

Tabelle 2 Evolution des Behandlungsalgorithmus

unter Bildwandlerkontrolle im Eingriffsraum durchgeführt, die Drahtlage dann kernspintomografisch kontrolliert und je nach Befund korrigiert oder mit der Überbohrung im benachbarten Eingriffsraum begon-

nen. Anschließend wurde die Entfernung des Osteoidosteoms im MRT überprüft. Tabelle 2 zeigt die „Evolution“ des angewendeten Behandlungsalgorithmus. Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Durchführung der

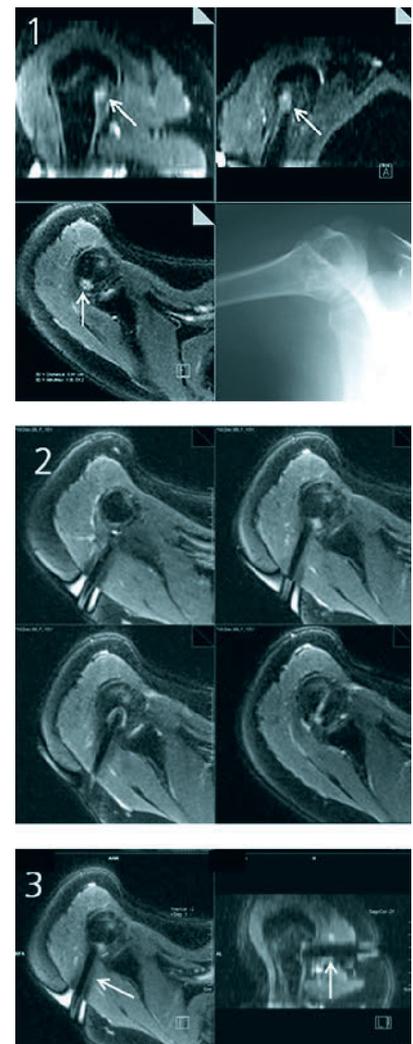


Abbildung 3 Patient mit erfolgreichem behandeltem Ewing-Sarkom und Verdacht auf Rezidiv am proximalen Humerus (siehe Pfeil) konventionell radiologisch unauffällig (1), Drahtmarkierung im MER (2), anschließend Durchführung der Stanzbiopsie (Stanze ist mit Pfeil markiert) (3)

Maßnahme bei einer 16-jährigen Patientin mit einem Osteoidosteom im SWK 2 re.

Ähnlich wie bei der Behandlung der Osteoidosteome konnte bei einem Patienten nach erfolgreicher Behandlung eines Ewing Sarkoms am prox. Humerus ein suspekter MRT-Befund, welcher im Rahmen der Routinekontrolle aufgefallen war, nach kernspintomografischer Drahtmarkierung mittels einer MRT-kompatiblen Knochenstanze biopsiert werden (Abb. 3).

Ergebnisse, Schlussfolgerung und Aussicht

Im Rahmen unserer Behandlung kam es zu keinerlei Komplikationen, insbesondere Infektionen traten trotz Durchführung der invasiven Maßnahmen außerhalb des OP-Bereichs nicht auf. Des Weiteren sahen wir keine Schädigung neurovaskulärer Strukturen. Ein Osteoidosteom-Rezidiv konnte im Rahmen einer 2. MRT-gesteuerten Behandlung erfolgreich zur Ausheilung gebracht werden. Dies lässt uns schlussfolgern, dass der von uns beschriebene Behandlungsalgorithmus zur invasiven Therapie von Osteoidosteomen geeignet ist, eine sichere komplikationsarme Entfernung der Läsionen mit einer Reduzierung der Exposition gegenüber Röntgenstrahlen im Vergleich zu herkömmlichen Methoden zu gewährleisten.

Eine weitere Verbesserung der Methode wäre die Entwicklung MRT-fähiger Sonden für die Radiofrequenzablation, um die Invasivität des Eingriffs zu reduzieren. Für einige der von uns behandelten Fälle ist sicherlich auch die Therapie mit hochintensivem fokussiertem Ultraschall eine geeignete Alternative. Bei dieser Methode erscheint aktuell insbesondere die Distanz zu neurovaskulären Strukturen behandlungslimitierend zu sein.

Interessenkonflikt:

Keine angegeben.

Literatur

1. Adam G, Keulers P, Vorwerk D et al.: The percutaneous CT-guided treatment of osteoid osteomas: a combined procedure with a biopsy drill and subsequent ethanol injection. *Rofo* 1995; 162: 232–35
2. Campanacci M: Bone and soft tissue tumors: clinical features, imaging, pathology and treatment, 2. Aufl. Springer 1999; Wien, New York
3. Ciftdemir M, Tuncel SA, Usta U: Atypical osteoid osteomas. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2015; 25: 17–27
4. Helms CA, Hattner RS, Vogler JB: Osteoid osteoma: radionuclide diagnosis. *Radiology* 1984; 151: 779–84
5. Jundt G: pathologic-anatomic characteristics of benign bone tumors. *Orthopäde* 1995; 24: 2–14
6. Napoli A, Bazzocchi A, Scipione R et al.: Noninvasive Therapy for osteoid osteoma: A prospective developmental study with MR imaging-guided high-intensity focused ultrasound. *Radiology* 2017; 285: 186–96
7. Omlor G W, Lehner B, Wiedenhofer B et al: Radiofrequency ablation in spinal osteoid osteoma. *Options and limits. Orthopäde* 2012; 41: 618–22
8. Rosenthal DI, Alexander A, Rosenberg AE, Springfield D: Ablation of osteoid osteomas with a percutaneously placed electrode: a new procedure. *Radiology* 1992; 183: 29–33
9. Sharma KV, Yarmolenko PS, Celik H et al.: Comparison of noninvasive high-intensity focused ultrasound with radiofrequency ablation of osteoidosteoma. *J Pediatr.* 2017; 190: 222–28
10. Teixeira PA et al.: Dynamic MR imaging of osteoid osteomas: correlation of semiquantitative and quantitative perfusion parameters with patient symptoms and treatment outcome. *Eur Radiol.* 2013; 23: 2602–11
11. von Kalle T, Langendörfer M, Fernandez FF, Winkler P: Combined dynamic contrast-enhancement and serial 3D-subtraction analysis in magnetic resonance imaging of osteoid osteomas, *Eur Radiol* 2009; 19: 2508–17
12. Widmann G, Schullian P, Fasser M, Niederwanger C, Bale R : CT-guided stereotactic targeting accuracy of osteoid osteoma. *Int J Med Robot* 2013; 9: 274–79
13. Zampa V et al.: Osteoid osteoma in atypical locations: the added value of dynamic gadolinium-enhanced MR imaging. *Eur J Radiol.* 2009; 71: 527–35

Korrespondenzadresse

Dr. med. Richard Doepner
Orthopädische Klinik
Klinikum Stuttgart Olgahospital,
Kriegsbergstraße 62
70174 Stuttgart
r.doepner@klinikum-stuttgart.de