

A. Goldmann¹

Stellenwert der MRT-Diagnostik bei Hüftgelenkveränderungen

Significance of MR-Imaging of Hip Disorders

Zusammenfassung: Die Magnetresonanztomografie (MRT) ist neben anderen bildgebenden Verfahren ein wichtiges Hilfsmittel, um Krankheitsbilder am Hüftgelenk zu erkennen und zu differenzieren. Bei der Interpretation von MRT-Bildern ist die Kenntnis der technischen Grundlagen der MRT hilfreich und in vielen Fällen Voraussetzung für die richtige und vollständige Beurteilung der MRT-Bilder. An Beispielen wird die Beurteilung von MRT-Befunden erläutert.

Schlüsselwörter: Hüftgelenke, Hüftgelenkerkrankungen, MRT, Beurteilung der MRT-Bilder

Zitierweise

Goldmann A: Stellenwert der MRT-Diagnostik bei Hüftgelenkveränderungen. OUP 2013; 7: 332–340.
DOI 10.3238/oup.2013.0332–0340

Abstract: Amongst other imaging methods, magnetic resonance imaging (MRI) is an important tool to detect and differentiate hip diseases. The knowledge of the technical fundamentals of MRI is helpful and in many cases a precondition for a correct and complete assessment of MRI images. In this article, the interpretation of hip MRI scans is demonstrated in examples.

Keywords: hip joint, hip disorders, MRI, assessment of MRI images.

Citation

Goldmann A: Significance of MR-Imaging of Hip Disorders. OUP 2013; 7: 332–340.
DOI 10.3238/oup.2013.0332–0340

Allgemeine Hinweise zur Bewertung von MRT-Bildern

In einer Sequenz wird eine Serie von Schnittbildern hergestellt, z.B. eine Schnittbildserie von medial nach lateral. Alle Schnittbilder einer Sequenz sind technisch gleich (also auch mit der gleichen Wichtung) und unterscheiden sich nur durch die Position der Schichten durch das Gewebe. Die Messzeit (Aquisitions-Zeit = TA) für eine Sequenz liegt um die 5 min.

Aufgrund der technischen Grundlagen werden die Sequenzen in 3 Sequenzfamilien eingeteilt:

- Spinecho-Sequenzen (SE),
- Inversion-Recovery-Sequenzen (IR), in der Regel als T2-Wichtung mit Fettunterdrückung, Vorteil: sehr sensitive, helle Darstellung von Wasser (z.B. Ödeme),
- Gradientenecho-Sequenzen (GE), Vorteil: kurze Messzeiten.

Mit jeder dieser genannten Sequenzen können Bilder in allen Wichtungen hergestellt werden.

Es gibt folgende Wichtungen:

- T1,
- T2 (aufgrund des physikalischen Hintergrundes wird diese Wichtung bei Gradientenecho-Sequenzen als T2* (sprich: T2 Stern) bezeichnet),
- PD oder RHO (Protonendichtegewichtete Sequenz).

Kontrastmittel (in der Regel Gadolinium-DTPA) wird nur bei T1-gewichteten Sequenzen verwendet.

Je nach Sequenz-Wichtung haben die verschiedenen dargestellten Strukturen unterschiedliche Signal-Intensitäten (Helligkeiten) auf den MRT-Bildern. Neben der Form liefert somit ein MRT-Bild eine zusätzliche Information über die dargestellte Struktur durch das Signalmuster auf den verschiedenen Wichtungen (Tab. 1).

Pathologische Befunde gehen in der Regel mit Veränderungen des normalen Signalmusters der verschiedenen Gewebe einher. In den Tabellen 2–6 sind mögliche Signalveränderungen

und die dazugehörigen differenzialdiagnostischen Überlegungen wiedergegeben.

In diesem Abschnitt wird nur das prinzipielle Herangehen an die Beurteilung des MRT-Signals erläutert. Die Betrachtung der verschiedenen Krankheitsbilder und deren Erscheinungsbild im MRT erfolgt hier nicht.

Signalmuster T1 dunkel, T2 hell entsprechend Wasser

Aufgrund dieses Signalmusters sind die in Tabelle 2 aufgelisteten Ursachen möglich. Die Differenzierung der verschiedenen Pathologien im MRT ist nicht immer einfach. So findet man durchaus sehr ähnliche Bilder bei Frakturen (besonders auch bei Ermüdungsbrüchen), entzündlichen Veränderungen wie Osteomyelitis und tumorbedingten Läsionen, sowohl was die Form als auch was das Signalverhalten anbelangt.

¹ Orthopädie Centrum Erlangen

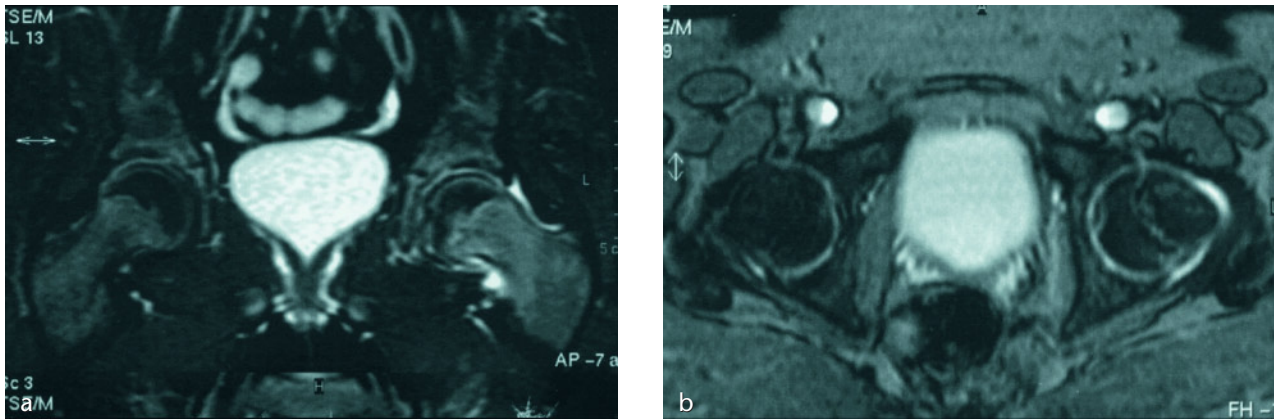


Abbildung 1a–b TSE T2 fettgesättigt coronal (a), Gradientenecho T2* fettgesättigt axial (b): Epiphysiolysis capitis femoris links ohne Abrutschen der Epiphyse. Die Wachstumsfuge ist aufgelockert und signalangehoben in T2. Geringer Hüftgelenkerguss. Rechte Hüfte unauffällig.

Morphologische Kriterien können bei der Unterscheidung zwischen Tumor und Entzündung helfen. Die unten genannten Kriterien sind keineswegs scharf und geben nur Hinweise:

| Entzündung | Tumor |
|---------------------------------|----------------------------------------|
| Unschärfe Begrenzung der Läsion | Scharfe Begrenzung der Läsion |
| Destruktion | Weniger Destruktion |
| Periostale Reaktion | Periostale Reaktion unwahrscheinlicher |
| Abszedierung fakultativ | Einblutungen möglich |

Aussagen über die Tumor-Art und die Tumor-Dignität sind mit der MRT häufig ungenauer als mit einer Röntgenaufnahme möglich. Hilfreich ist die MRT zur Differenzierung des Inhalts von tumorbedingten Zysten. Solides Tumorgewebe nimmt Kontrastmittel auf, eine flüssigkeitsgefüllte Zyste nicht.

Analog dazu wird bei Entzündungen ein flüssigkeitsgefüllter Abszess kein Kontrastmittel, Entzündungsgewebe dagegen Kontrastmittel aufnehmen.

Konversion ist die altersgemäße Umwandlung des Knochenmarks von blutbildendem Knochenmark in Fettmark. Eine Umkehr dieser Entwicklung, die Rekonversion, kann z.B. entstehen bei Anämien, bei Rauchern, Leistungs-

sportlern (erhöhter Bedarf an Blutbildung) etc..

Um auch geringe Signalveränderungen durch Flüssigkeit im Knochen (z.B. Knochenkontusionen) und den Weichteilen (z.B. Bursitis subacromial) zu erkennen, sind die Inversion-Recovery-Sequenzen mit typischerweise T2-Wichtung und Fettunterdrückung die Sequenzen der Wahl.

Signalmuster T1 hell, T2 hell entsprechend Fett

Aufgrund dieses Signalmusters sind die in Tabelle 3 aufgelisteten Ursachen möglich. Bei dem Verdacht auf fetthaltiges Gewebe aufgrund dieses Signalmusters kann eine ergänzende Sequenz mit Fettsättigung zusätzliche Sicherheit bringen. Fetthaltiges Gewebe, was zuvor hell dargestellt war, wird mit einer Fettsättigung dunkel.

Das Knochenmark erscheint normalerweise z.B. in den Wirbelkörpern als Fettmark, also hell in T1 und T2. Bei einer diffusen Infiltration (z.B. bei myeloplastischem Syndrom oder Leukämie) oder einer diffusen Verdrängung (primäre Tumoren, Metastase) des normalen Fettmarks der Wirbelkörper können alle Wirbelkörper in der T1-Wichtung homogen dunkel sein. Da alle Wirbelkörper homogen betroffen sind, kann diese Signalveränderung leicht übersehen werden. Deshalb sollte man an eine solche Veränderungen denken, wenn das Signal der wasserhaltigen Bandscheiben im T1 Bild heller ist als das Signal aus den Wirbelkörpern.

Signalmuster T2 dunkel

Ein dunkles Signal in T2 ist zu erwarten als Normalbefund bei kortikalem Knochen, intakten Sehnen und Menisken etc.. Die Tabelle 4 listet die möglichen, zum Teil sehr seltenen pathologischen Veränderungen mit niedrigem T2-Signal auf.

Krankheitsbilder

Trauma

Für alle Frakturformen gilt, dass bei typischer Anamnese und klinischem Verdacht das erste bildgebende Verfahren das konventionelle Röntgen ist. Bei röntgenologisch negativen Befunden können die Läsionen sowohl mit einer Skelett-Szintigrafie als auch mit MRT mit gleicher Sensitivität nachgewiesen werden. Das MRT hat aber den Vorteil der fehlenden Strahlenbelastung und der höheren Spezifität.

Bone Bruise

Knochenverletzung mit Signalveränderung im spongiosen Knochen (Signal-minderung in T1 und Signalanhebung in T2) aber ohne oder nur geringfügiger Verformung des Knochens. In der Regel keine Frakturlinie. Unschärfe Begrenzung der Läsion.

Okkulte Fraktur

Der Röntgenbefund ist bei einer okkul- ten Fraktur negativ. Der Nachweis ge-

| Signalverhalten verschiedener Strukturen in verschiedenen Wichtungen | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|-----------|-----------|--------------|
| | T1 | T2 | PD | T1 mit Gd | T2 mit FS | T1 mit Gd/FS |
| Fett | hell | hell | hell | hell | dunkel | dunkel |
| Wasser | dunkel | hell | hell | dunkel | hell | dunkel |
| Kortikalis | dunkel | dunkel | dunkel | dunkel | dunkel | dunkel |
| Fettmark | hell | hell | hell | hell | dunkel | dunkel |
| Tumor | dunkel | hell | hell | hell | hell | hell |
| Hämangiom | hell | hell | hell | hell | hell | hell |
| Hämatom | hell | hell | hell | hell | hell | hell |
| Entzündung | dunkel | hell | hell | hell | hell | hell |
| Sehne/Band | dunkel | dunkel | dunkel | dunkel | dunkel | dunkel |
| Knorpel | dunkel | hell | hell | dunkel | hell | dunkel |
| Bandscheibe | dunkel | hell | hell | dunkel | hell | dunkel |
| Meniskus | dunkel | dunkel | dunkel | dunkel | dunkel | dunkel |

Abkürzungen: PD = Protonendicht, Gd = Kontrastmittel Gadolinium, FS = Fettsättigung

Tabelle 1

lingt eher mit einer Skelett-Szintigrafie als mit der MRT.

Signalmuster: Signalminderung in T1 und Signalanhebung in T2 mit unscharfer Begrenzung. Die Frakturlinie ist in T1 dunkel, in T2 kann die Frakturlinie sowohl dunkel als auch Signal-angehoben sein.

Ermüdungsfraktur (Stressfraktur)

Typische Lokalisation ist der Schenkelhals, aber auch das Acetabulum. Das Signalmuster zeigt wieder eine Signalminderung in T1 und Signalanhebung in T2 sowie eine KM-Aufnahme. Die Signalveränderung ist unscharf begrenzt. Wenn die Frakturlinie in allen Sequenzwichtungen dunkel erscheint,

spricht dieses für das Vorliegen einer Ermüdungsfraktur.

MRT-Zeichen der Ermüdungsfraktur sind die periostale Reaktion, ein Knochenmark-Ödem und eine erkennbare Frakturlinie. Das Ausmaß dieser Veränderungen erlaubt eine semiquantitative Einteilung [3] und damit eine Aussage über die Prognose und über die Therapiedauer.

Grad I: knochenmantelnahe Schwellung, Periost-Ödem,

Grad II: Periost-Ödem und Knochenmark-Ödem,

Grad III: verstärktes Ödem im Knochenmark, Markraum-Ödem in T1 und T2 sichtbar,

Grad IV: röntgenologisch sichtbare Fraktur, keine Indikation mehr zur MRT.

| Signalmuster T1 dunkel, T2 hell entsprechend Wasser |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Trauma z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kontusion (bone bruise) - Okkulte Fraktur - Fraktur (auch osteochondrale Verletzung) - Ermüdungsfraktur - Frische Einblutung in Weichteile |
| <p>Reaktive Ursache z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arthrose - Post-OP |
| <p>Bestrahlung</p> |
| <p>CRPS (chronisch reaktives Schmerz-Syndrom)</p> |
| <p>Blutbildendes Knochenmark (vermehrt bei Rekonversion)</p> |
| <p>Knochenmarködem-Syndrom (transitorische Osteoporose, transiente Osteoporose)</p> |
| <p>Ischämie, Nekrose</p> <ul style="list-style-type: none"> - Osteochondrosis dissecans - M. Perthes - Osteonekrose - Knocheninfarkt |
| <p>Entzündung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abszess - keine Kontrastmittel-Aufnahme - Solides Entzündungsgewebe - Kontrastmittel-Aufnahme |
| <p>Tumor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flüssigkeitsgefüllte Zyste - keine Kontrastmittel-Aufnahme - Solides Tumorgewebe - Kontrastmittel-Aufnahme |
| <p>Gefäßberkrankungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - AV-Fistel |

Tabelle 2

Bei **pathologischen Frakturen** erlaubt die MRT die Bewertung der zugrunde liegenden Erkrankung (Tumor, Entzündung etc.)

Die **traumabedingte Fraktur** ist nur in Sonderfällen nach der röntgenologischen Diagnostik (Röntgen, CT) eine Indikation zur MRT.

Alle traumabedingten Veränderungen des Knochens können am sichersten mit einer Inversion-Recovery-Sequenz (T2-gewichtet mit Fettsuppression) erkannt werden. Dieses gilt im besonderen Maße für intraspongiose Pathologien.

Epiphysiolysis capitis femoris

Die Diagnostik erfolgt bei anamnestischem und klinischem Verdacht mit-

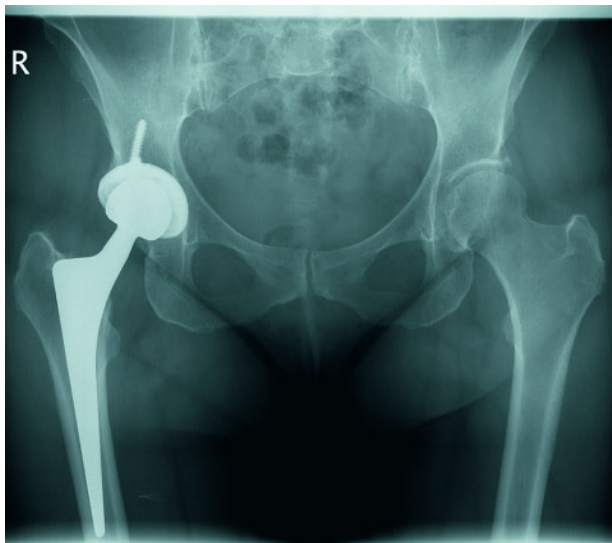


Abbildung 2 Schmerzen linke Hüfte ohne Trauma, in der Anamnese Überlastung der linken Hüfte.

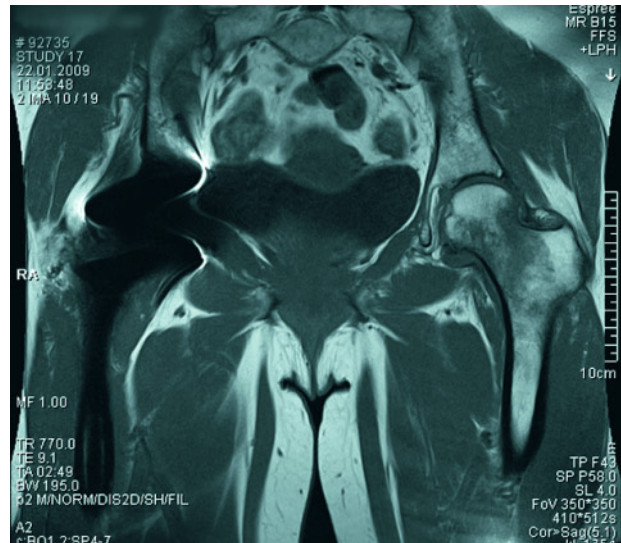


Abbildung 3 TSE T1 coronal.

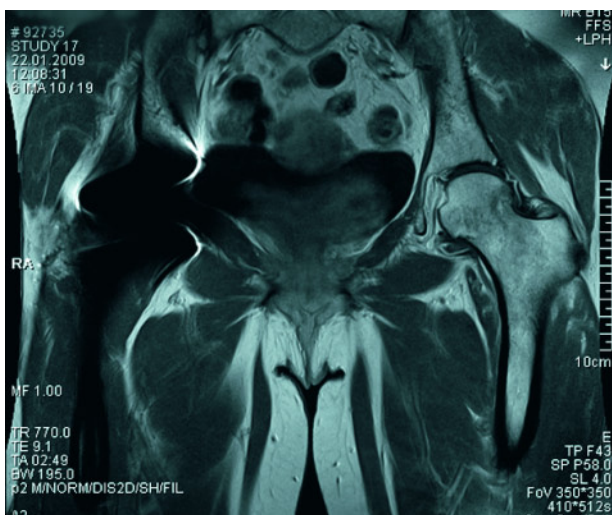


Abbildung 4 TSE T1 mit KM coronal, zu Abb. 2: Ermüdungsfraktur. Signalminderung in T1, unscharfe Begrenzung der Läsion. Kontrastmittelaufnahme in der Zone der Ermüdungsfraktur.

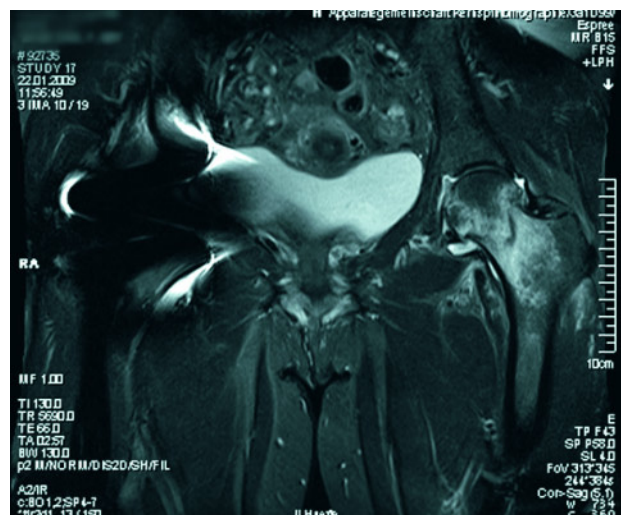


Abbildung 5 IR T2 fettgesättigt coronal, zu Abb. 3–4: Signalanhebung im Bruchbereich mit sekundärem Ödem. Dass die Frakturlinie als dunkle Linie erscheint, ist ein Hinweis auf eine Ermüdungsfraktur.

tels Röntgen. Hier erfolgt auch die Bestimmung des Epiphysentorsionswinkels. Die MRT ist überlegen bei der Erkennung früher Stadien (pre-slip).

MRT-Kriterien sind:

- unscharfe und aufgeweitete Epiphysenfuge,
- perifokale Ödemzone,
- Erguss, Synovialitis des Hüftgelenks.

Femoroacetabuläres Impingement (FAI)

Das knöcherne Impingement (Cam- und/oder Pincer-Impingement) wird im

Röntgen bewertet, weitere Informationen liefern Schnittbildverfahren (CT, MRT). Das MRT ermöglicht zusätzlich die Darstellung von:

- ödematösen Reaktionen im subchondralen Knochen,
- Labrum-Läsion werden nach Czerny et al. in Bezug auf Labrumform und Rissform beurteilt [2] (für eine suffiziente Beurteilung des Labrums ist die intraartikuläre Kontrastmittelgabe erforderlich [13]),
- paralabralen Zysten,
- Beurteilung des Gelenkknorpels, was für die Indikationsstellung für

eine OP (Abtragung des knöchernen Impingements) von Bedeutung ist.

Arthrose

Die Arthrose wird im Röntgenbild entsprechend der Beschreibung Kellgren, Lawrence beurteilt [8]. Aufgrund der relativ geringen Knorpeldicke des Hüftgelenk-Knorpels ist auch mittels der MRT eine Bewertung der Knorpeldicke schwierig. Die MRT ist aber das geeignete Verfahren zur Darstellung von Veränderungen im subchondralen Kno-

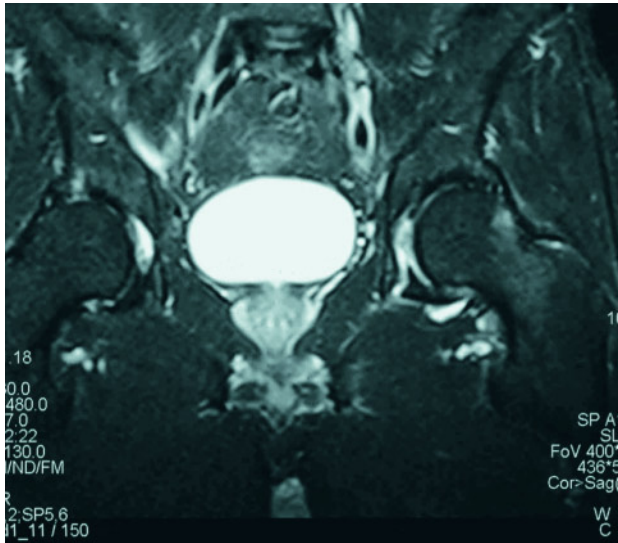


Abbildung 6 IR T2 fettgesättigt coronal: femoroacetabuläres Impingement linke Hüfte, ödematöse Reaktion am Schenkelhals (Cam-Impingement) und am Acetabulum (Pincer-Impingement), geringer Hüftgelenkerguss.

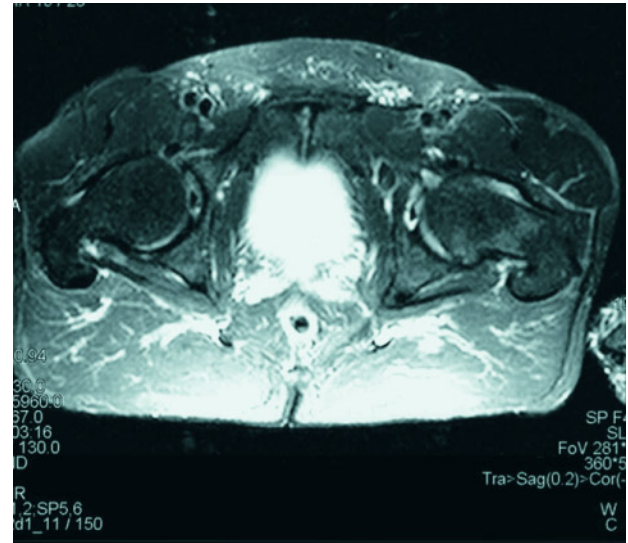


Abbildung 7 IR T2 fettgesättigt transversal, zu Abb. 6: reaktives Ödem am linken Schenkelhals ventral (Cam-Impingement).

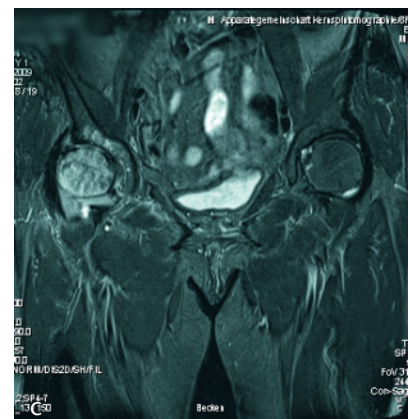
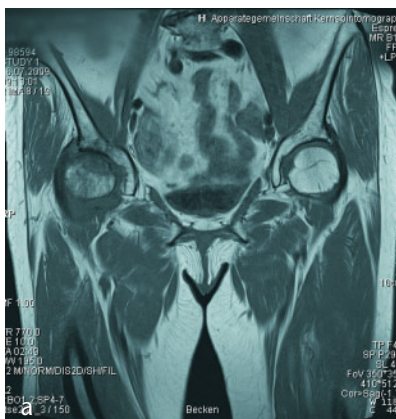


Abbildung 8a–c SE T1 coronal (a), SE T1 coronal mit KM (b), IR T2 fettgesättigt corona (c): Coxarthrose, reaktives Ödem beidseitig im Hüftkopf und dem Acetabulum, Hüftkopf geringfügig eingebrochen.

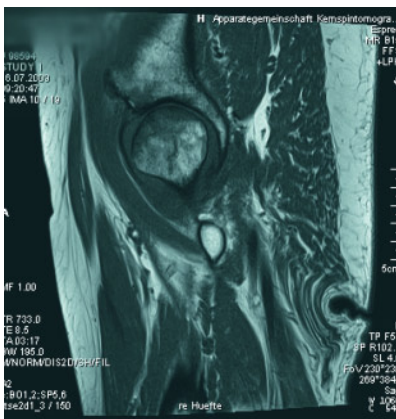


Abbildung 9 TSE T1 sagittal, zu Abb. 8a–b: Bei einer Arthrose typischerweise ventral/lateral betonte Gelenkspaltverschmälerung.

chen (subchondralen Zysten, subchondrales Ödem).

Zeichen für eine Aktivierung einer Coxarthrose sind im MRT ein Hüftgelenkerguss sowie ein Ödem im subchondralen Knochen. Typischerweise aber nicht obligat ist dieses subchondrale Ödem auf beiden Seiten der gelenkbildenden Anteile, also im Hüftkopf und in der Gelenkpfanne. Es gibt Hinweise, dass das Ausmaß des Knochenmark-Ödems mit dem Ausmaß der Beschwerden korreliert.

Knochenmarködemsyndrom

Synonyme sind transitorische Osteoporose oder transiente Osteoporose. Es

handelt sich hier um ein primäres Ödem im Knochenmark mit entsprechendem Signalmuster, Signalminde- rung in der T1-gewichteten Sequenz, Signalanhebung in der T2-gewichteten Sequenz und auch eine Kontrastmittelaufnahme.

Dieses Erscheinungsbild entspricht dem Stadium ARCO 1 der aseptischen Knochennekrose. Einziger MRT-Hinweis zur Differenzierung ist das Signal in der Trochanter-Apophyse. Die Ausparung der Trochanter-Apophyse spricht für das Vorliegen des Knochenmarködemsyndroms, eine Signalveränderung in der Trochanter-Apophyse für ein Stadium 1 einer aseptischen Knochennekrose.

Zu den möglichen Veränderungen des Knochenmarks s. Tabelle 5.

Ischämien

M. Perthes

Im MRT sind Beurteilungen möglich, die für die Prognose und Therapie von Bedeutung sind. Diese sind eine laterale Subluxation des Kopfs aus der Pfanne und das Stadium der Erkrankung.

Herring Stadien [6]: Beteiligung der lateralen Epiphyse (äußere Säule, lateral pillar)

Herring A: äußere Säule intakt,

Herring B: von der äußeren Säule stehen noch > 50 %,

Herring C: von der äußeren Säule stehen noch < 50 %.

Weitere Kriterien, die in der MRT bewertet werden können, sind das Ausmaß der Beteiligung der Metaphyse und der Verlauf der Wachstumsfuge. Das Gage-Zeichen und eine Kalzifikation der lateralen Epiphyse werden besser im Röntgenbild beurteilt.

Signalmuster:

- fleckige oder segmentale Signal-Minderung in T1 und T2,
- in der Reparation Signal-Anhebung T1 und T2 durch Regeneration des Knochenmarks (fetthaltig).

Aseptische Knochennekrose

Anders als beim Knochenmarködem-Syndrom handelt es sich bei der aseptischen Knochennekrose um ein zelluläres Geschehen.

Das kernspintomografische Bild der aseptischen Knochennekrose im Stadium 1 entspricht dem beim Knochenmarködem-Syndrom. Aber anders als beim Knochenmarködem-Syndrom kann die Trochanter-Apophyse bei der aseptischen Knochennekrose mit betroffen und signalverändert sein.

Die Prognose hängt ab vom Stadium der Nekrose, von der Größe und der Lokalisation der Läsion. Im Hüftkopf laterale gelegene Nekrosen haben eine schlechtere Prognose als medial gelegene Nekrosen.

Stadien nach ARCO (Association Research Circulation Osseous) [4]

• **Stadium 0**

- Alle bildgebenden Verfahren (Röntgen, CT, MRT, Szintigrafie) sind negativ,

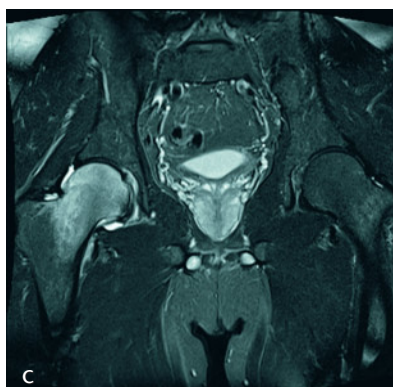
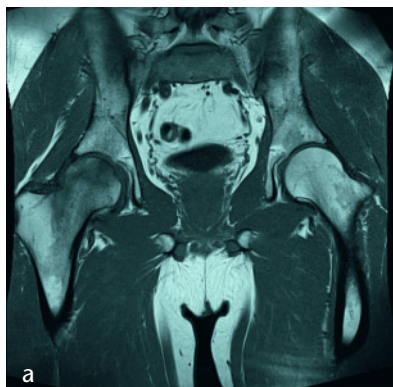


Abbildung 10a-c

SE T1 coronal (a), SE T1 coronal mit KM (b), IR T2 fettgesättigt coronal (c): Knochenmarködem-Syndrom. Signalveränderung entsprechend einem Ödem nur im Schenkelhals, Trochanterapophyse ist ausgespart, Acetabulum nicht betroffen, KM-Aufnahme in der Ödemzone.

– lediglich positive Histologie.

• **Stadium 1**

- MRT positiv: Signalveränderung mit Signal-minderung in T1, Signal-anhebung in T2, Läsion unscharf begrenzt, meist deutliche KM-Aufnahme,
- Szintigrafie positiv,
- Röntgen und CT negativ.

• **Stadium 2**

Signalmuster T1 hell, T2 hell entsprechend Fett

Struktur intraossär

- Intraossäres Lipom
- Hämangiom
- Knocheninfarkt
- Morbus Paget

Struktur in Weichteilen Tumore mit hohem Fettanteil z.B.

- Lipom
- Liposarkom
- Lipoma arborescens (intraartikulär z.B. im Knie nach chronischer Synovialitis)

**Hämangiom
Hämatom (subakut)
Melanom**

Tabelle 3

Strukturen im Knochen und in Weichteilen mit niedrigem T2-Signal

Struktur intraossär

- Knocheninsel (Kompaktinsel, Osteom, Enostom)
- Sklerose
- Sklerotische Metastase
- Vakuumphänomen
- Einige fibröse Läsionen
- Primäres Lymphom des Knochens
- Mastozytose
- Hämosiderose
- Myelofibrose
- Osteopetrose

Struktur in Weichteilen

- Pigmentierte villonoduläre Synovitis = Riesenzelltumor der Sehnenscheide durch Einblutungen
- Fibröse Läsionen
- Hämatom (alt) durch Hämosiderin
- Amyloid
- Gicht
- Melanom
- Kalzifikationen
- Ossifikationen
- Luft z.B. nach Injektionen
- Vakuumphänomen z.B. in Bandscheiben

Tabelle 4

- MRT: Demarkierungslinie (Demarkierungssaum) zwischen normalem Knochen und Nekrosezone im T1-gewichteten Bild dunkel, im T2 gewichteten Bild eine helle und eine dunkel Linie (Double-Line-Sign),
- alle bildgebenden Verfahren (Röntgen, CT, MRT, Szintigrafie) positiv,
- Hüftkopf in der Form erhalten.

• **Stadium 3**

Veränderungen des Knochenmarks

Konversion

Altersgemäße Umwandlung des blutbildenden Marks im Fettmark

Rekonversion

Rückwandlung von inaktivem Fettmark in blutbildendes Mark
Beispiel: Anämie, Leistungssport, Rauchen ...

Knochenmark-Ödem – Infiltration durch extrazelluläres Wasser

– **Primäres Ödem**

Knochenmark-Ödem-Syndrom

– **Sekundäres Ödem**

Trauma, Überlastung Ischämie (M. Perthes, Osteochondrosis dissecans, aseptische Knochennekrose, Knocheninfarkt)
Entzündung
Peritumoral
Bestrahlungsfolge
CRPS (M. Sudeck)

Knochenmark-Ersatz – vollständiger Ersatz durch Zellen
– **diffus** (multiples Myelom, Non-Hodgkin Lymphom, Leukämie, myeloplastisches Syndrom ...)

– **fokal** (primärer Tumor, Metastase)

Indikationen für die Gabe von Kontrastmittel in der MRT-Diagnostik der Bewegungsorgane

Tumor z.B. zur

- Beurteilung der Tumovitalität (Nekrosezonen, Einblutungen)
- Beurteilung der Tumorausdehnung im spongiösen Knochen (T1-Wichtung mit Fettsättigung)
- Differenzierung zwischen solidem Tumorgewebe (nimmt Kontrastmittel auf) und einer flüssigkeitsgefüllten Zyste (nimmt kein Kontrastmittel auf)

Entzündung z.B. zur Erkennung einer

- Synovialitis bei Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis
- Synovialitis bei septischer Arthritis Arachnoiditis

Aseptische Knochennekrose

- Beurteilung der Vitalität der Nekrosezone

Osteochondrosis dissecans

- Beurteilung der Vitalität des Dissekats
- Synovialitis bei septischer Arthritis Arachnoiditis

Post-Nukleotomie-Syndrom

- Differenzierung zwischen Einblutung, Rezidiv-Prolaps oder Narbe

Intraartikuläre Fragestellungen z.B. zur

- Verbesserung der Darstellung vom Labrum glenoidale (Schulter) oder Labrum acetabulare (Hüfte)
- Möglich ist eine indirekte Arthrografie (intravenöse Gabe des Kontrastmittels) oder eine direkte Arthrografie (intraartikuläre Gabe des Kontrastmittels) (cave: es ist auf die Zulassung des Kontrastmittels zur intraartikulären Gabe zu achten)

Tabelle 5

Tabelle 6

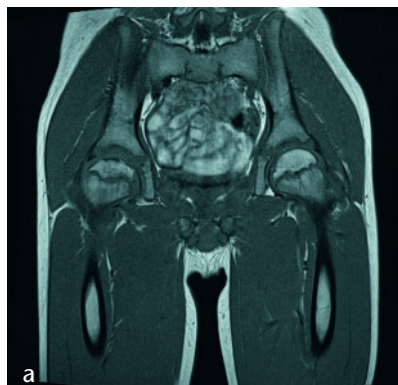


Abbildung 11a–b SE T1 coronal (a), IR T2 fettgesättigt coronal (b):
M. Perthes mit beginnender Kondensation, gesamte Epiphyse betroffen, keine laterale Dezentrierung des Hüftkopfs, Hüftgelenkerguss.

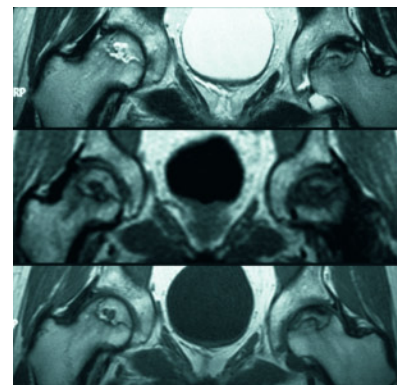


Abbildung 12 von oben nach unten SE T2, SE T1 und SE T1 mit KM: Hüftkopfnekrose ARCO-Stadium 2, Double-Line-Signs, Hüftkopfform noch erhalten.

– Mechanisches Versagen des Hüftkopfs mit subchondrale Frakturlinien (Crescent-Signs).

• **Stadium 4**

– Spätstadium mit Kalottenimpression.

• **Stadium 5**

– Sekundär-Arthrose.

• **Stadium 6**

– Gelenkdestruktion

Der **Knocheninfarkt** ist von der aseptischen Knochennekrose abzugrenzen. Typisch ist das landkartenartige Bild der Veränderungen mit Befall von Epi-, Meta- und Diaphyse. Double-Line-Signs im T2-Bild sind möglich.

Der Knocheninfarkt tritt auf nach Chemotherapie, metabolisch-toxisch verursacht, bei Polyglobulie, Sichelzellanämie, Morbus Gaucher, Protein-S-Mangel etc.

nämie, Morbus Gaucher, Protein-S-Mangel etc.

Entzündung

Coxitis fugax

Die Coxitis fugax ist die häufigste Ursache für Hüftschmerzen im Alter von 3–8 mit einer vollständigen

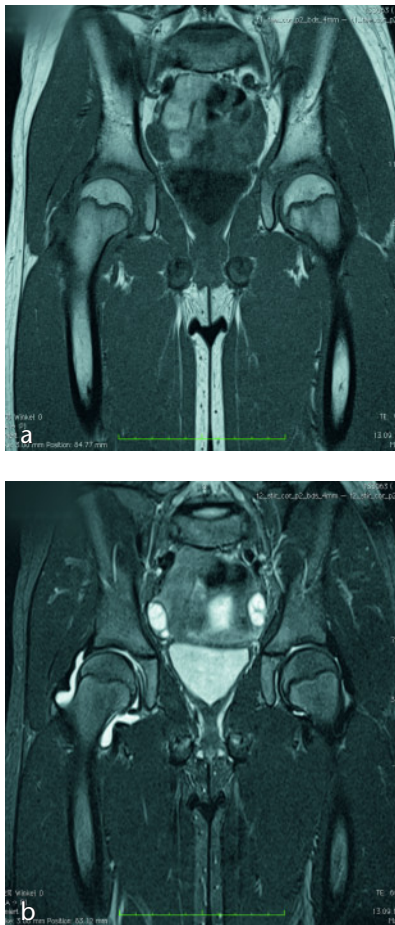


Abbildung 13a–b SE T1 coronal (a), IR T2 fettgesättigt coronal (b): Coxitis fugax mit Hüftgelenkerguss, Knochenform nicht verändert, keine Signalveränderungen im Knochen. Nebenbefundlich Lymphknoten im kleinen Becken bds. in T2 hell.

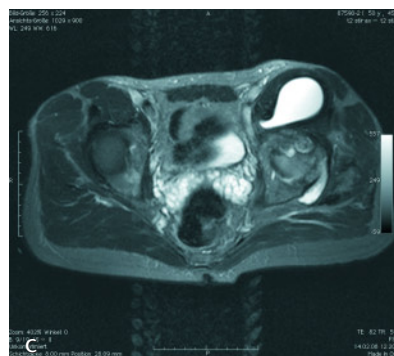


Abbildung 14a–e

SE T1 transversal (a), SE T1 transversal mit KM (b), IR T2 fettgesättigt transversal (c), IR T2 fettgesättigt coronal (d), IR T2 fettgesättigt sagittal (e): Coxarthrose mit großen Geröllzysten, große Bursa iliopsopectinea. Die Bursa ist flüssigkeitsgefüllt ohne Kontrastmittelaufnahme.

Rückbildung innerhalb von 10 Tagen.

Differenzialdiagnosen sind: bakterielle (eitrige) Coxitis, Morbus Perthes, rheumatoide Arthritis, Senkungsabszess, Leistenhernie, Leukämie, Fraktur, Hüfttuberkulose, rechtsseitig evtl. auch Appendizitis. Die Diagnostik mit Sonografie, Entzündungslabor (Entzündung, Rheuma) reicht aus. Eine weitere Diagnostik mit Röntgen (M. Perthes) und/oder MRT ist nur bei einer Beschwerdepersistenz über mehrere Tage erforderlich.

Im MRT ist ein Hüftgelenkerguss, und wenn überhaupt nur eine geringe Synovialitis, charakteristisch. Es finden sich typischerweise weder Signalveränderungen im spongiosen Knochen noch Strukturstörungen der Corticalis

oder Formveränderungen der gelenkbildenden Anteile.

Septische Arthritis

Bei einer septischen Arthritis zeigt das MRT einen Hüftgelenkerguss, eine Synovialitis (nachweisbar durch KM-Gabe), subchondrale Erosionen oder Zysten und eine Signalveränderung im angrenzenden Knochen mit unscharfer Begrenzung.

Bei einer Coxitis im Rahmen einer rheumatoide Arthritis sind die Befunde vergleichbar nur in geringerer Ausprägung.

Tumoren

Signalmuster: Im T2-gewichteten Bild sind Zonen mit aktivem Tumorgewebe

hell, andere Bereiche (wie z.B. Nekrosezonen) können in T2 wiederum dunkel sein. In einer T1-gewichteten Sequenz ist eine tumoröse Läsion dunkel, und zwar dunkler als die Referenzstruktur Muskel.

Andere Veränderungen wie blutbildendes Mark (bei Rekonversion) sind ebenfalls dunkel in T1 und hell in T2. In diesem Fall ist aber die Läsion in der T1-Wichtung heller als die Referenzstruktur Muskel.

Bei der Beurteilung von tumorbedingten Läsionen kommt dem T1-gewichteten Bild eine große Bedeutung zu.

Zusätzlich ist eine tumorbedingte Läsion typischerweise scharf begrenzt, anders als z.B. bei entzündungsbedingten Veränderungen oder bei Insuffizienzfrakturen. Allenfalls ein un-



Abbildung 15a–c SE T1 coronal (a), SE T1 coronal mit KM (b), IR T2 fettgesättigt coronal (c) Muskelbündelriss der ischiocruralen Muskulatur (M. semitendinosus) am Tuber ossis ischii, keine KM-Aufnahme in der Einblutungszone, kein umgebendes Ödem.

scharf-begrenztes peritumorales Ödem kann die scharfe Tumorgrenze umgeben. Eine Artdiagnose und Dignität der Läsion gelingt besser auf dem Röntgenbild.

Die MRT ist das beste bildgebende Verfahren, um die intraspongiose Ausdehnung einschließlich Skip-Läsionen im Kompartiment darzustellen. Hierfür eignet sich besonders auch eine T1-gewichtete Sequenz mit KM-Gabe und Fettsuppression.

Weichteil-Veränderungen

Bursitiden

Beispiele für betroffene Bursen: Bursa iliopectinea, Bursa trochanterica etc.. Die Bursa ist flüssigkeitsgefüllt, d.h.

dunkel in T1, hell in T2 und fehlende KM-Aufnahme. Die synoviale Auskleidung der Bursa nimmt KM auf, erst hierdurch wird eine Abgrenzung von Flüssigkeit in der Bursa von dem synovialen Gewebe möglich.

Um die Bursa herum kann ein geringes Ödem mit entsprechenden Signalveränderungen bestehen.

Muskelverletzungen

Mit der Sonografie und der MRT können Weichteile (Muskel, Sehnen etc.) dargestellt werden. Mit der MRT können auch tief gelegene Verletzungen erkannt werden. Zusätzlich kann das Ausmaß der Verletzung quantifiziert werden, um daraus Konsequenzen für die Prognose und Therapie zu ziehen [9].

Weichteiltumore

Wie auch bei Tumoren im Knochen ist das Signalmuster von Weichteiltumoren in der Regel dunkel in T1, hell in T2, KM-Aufnahme und scharfe Begrenzung der Läsion.

Interessenkonflikt: Der Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Axel Goldmann
Orthopädie Centrum Erlangen
Nägelsbachstraße 49a, 91054 Erlangen
goldmann@orthopaeden.com

Literatur

- Breitenseher M. Der MR-Trainer: Untere Extremität. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Thieme, 2013
- Czerny C, Hofmann S, Neuhold A, Tschauer C, Engel A, Recht MP, Kramer J. Lesions of the acetabular labrum: accuracy of MR imaging and MR arthrography in detection and staging. *Radiology* 1996; 2001: 225–230.
- Fredericson MA, Bergman AG, Hoffman KL, Dillingham MS. Tibial stress reaction in runners. *American Journal of Sports Medicine* 1995; 23: 472–481.
- Gardeniers JWM. Report of the Committee of Staging and Nomenclature. *ARCO Newsletter* 1993; 5: 2: 79–82
- Helms CA, Major NM, Anderson MW, Kaplan P, Dussault R. *Musculoskeletal MRI*. 2. Auflage. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2008
- Herring JA, Kim HT, Browne R. Legg-Calvé-Perthes Disease: Part I: Classification of Radiographs with Use of the Modified Lateral Pillar and Stulberg Classifications. *Bone J Joint Surg Am* 2004; 86: 2103–2120
- Heuck A, Steinborn MM, Rohen JW, Lütjen-Drecoll E. *MR-Atlas des muskuloskelettalen Systems*. 2. Auflage. Stuttgart: Schattauer, 2009
- Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological Assessment of Osteo-Arthrosis. *Ann Rheum Dis* 1957; 164: 494–502
- Müller-Wohlfahrt HW, Uebliacker P, Hänse L. *Muskelverletzungen im Sport*. 1. Auflage. Stuttgart: Thieme, 2010
- Stoller DW. *Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine*. 3. Auflage. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006
- Stoller D, Tirman P, Bredella M. *Diagnostic Imaging: Orthopaedics*. 1. Auflage. Salt Lake City: Amirsys Elsevier Saunders, 2004
- Vahlensieck W, Reiser M. *MRT des Bewegungsapparates*. 3. Auflage. Stuttgart: Thieme, 2006
- Indikationen zur direkten CT- und MR-Arthrographie. Empfehlungen der AG Muskuloskeletale Radiologie der DRG. <http://www.ag-msk.drg.de/seite/334/stellungnahmen-und-empfehlungen>