

# Radiologische Bildgebung der Spondylodiszitis

## Radiological imaging of spondylodiscitis

### Autoren

Matthias Heller<sup>1</sup>, Karen Hannah Davis<sup>2</sup>, Michael Rauschmann<sup>3</sup>, Thomas Vogl<sup>1</sup>

### Institute

- 1 Universitätsklinikum Frankfurt; Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
- 2 Universitätsklinikum Frankfurt; Klinik für Nuklearmedizin
- 3 Orthopädische Universitätsklinik Friedrichsheim gGmbH

### Schlüsselwörter

Spondylodiszitis, Bildgebung, Computertomografie, MRT, Differenzialdiagnosen

### Keywords

spondylodiscitis, imaging, computed tomography, MRI, differential diagnoses

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-114031> |  
Die Wirbelsäule 2017; 01: 245–254  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 2509-8241

### Korrespondenzadresse

Dr. med. Matthias Heller, Universitätsklinikum Frankfurt am Main, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Theodor Stern Kai 7, 60590 Frankfurt am Main

Tel.: 069 6301 87200

Fax: 069 6301 7258

Mathias.Heller@friedrichsheim.de,  
[www.radiologie-uni-frankfurt.de](http://www.radiologie-uni-frankfurt.de)

### ZUSAMMENFASSUNG

Der radiologischen Bildgebung der vertebralen Infektionen kommt eine zentrale Rolle in der Initialdiagnostik wie auch der Verlaufsbeurteilung zu. Der Artikel beschreibt die verschiedenen Möglichkeiten der Bildgebung, deren Vorteile und Grenzen. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der pyogenen Spondylodiszitis. Daneben werden die typischen bildmorphologischen Kriterien unter Berücksichtigung verschiedener Erreger erläutert. Zusätzlich befasst sich der Artikel mit den möglichen Differenzialdiagnosen.

### ABSTRACT

The radiological imaging of vertebral infections plays a central role in the initial diagnostic and follow up. The article describes the different possibilities of the imaging along with their advantages and limitations. The focus is set on the pyogenic spondylodiscitis. Typical morphological imaging criteria regarding the different pathogenic causes are also illustrated. In addition, the article addresses the possible differential diagnoses.

## Einleitung

Der radiologischen Bildgebung kommt in der Diagnostik der vertebralen Infektionen sowie auch deren Verlaufskontrolle eine entscheidende Bedeutung zu. Dieses zu einer Zeit, in der die Inzidenz dieser Erkrankung durchaus ansteigende Tendenzen aufweist. Begründet ist diese Situation vor allem in der Alterszunahme der Population sowie der Zunahme nosokomialer Infekte und der zunehmenden Verwendung intravaskulärer Katheter sowie auch einer Zunahme von Operationen an der Wirbelsäule. Auch Drogenabusus spielt nach wie vor eine Rolle. Bei einer aktuellen Inzidenz von 2/100 000/Jahr macht die infektiöse Spondylitis 2–4% aller knöchernen Infektionen aus. Daher muss sie akkurat visualisiert und diagnostiziert werden [1]. Die korrekte und zeitnahe Diagnose einer solchen Erkrankung ist entscheidend für das Endergebnis einer Therapie.

Da die pyogene Spondylodiszitis die häufigste Entität in der klinischen Routine darstellt, soll der Fokus dieses Artikels hierauf zentriert sein.

Bei der pyogenen Spondylodiszitis handelt sich hierbei um eine bakterielle Infekt-Situation, meist durch staphylococcus aureus ausgelöst [2]. Seltenerer bakterieller Erreger sind Streptokokken sowie auch Enterokokken. Befallen werden können die knöchernen Anteile der Wirbelsäule sowie die Bandscheiben und der Bandapparat. Dabei kann es auch zu einer Beteiligung der Strukturen des Spinalkanals kommen. Typischerweise liegt der Ursprung der Infektion nicht in der Wirbelsäule selbst, sondern es handelt sich um das Ergebnis einer hämatogenen arteriellen Streuung eines anderen Fokus, wie z. B. einer Infektion des Urogenitaltraktes. Zusätzlich ist auch eine Infektion im Rahmen eines postoperativen Settings oder einer stattgehabten Intervention, z. B. einer Infiltration der Facettengelenke oder einer Diskografie, möglich.

Die Frühdiagnostik der pyogenen vertebralen Osteomyelitis und begleitender Diszitis kann unter Umständen deutliche Schwierigkeiten bereiten und zu einer späten Diagnosefindung führen. Dies ist begründet in der primär eher unspezifischen Rückenschmerzen-Symptomatik des Patienten, die auch durch fehlende Zeichen eines Infektes zu einer Fehlinterpretation der Erkrankung führt. Auch kann sich eine Spondylodiszitis lediglich mit abdominellen Beschwerden äußern. Zumeist können von der initialen Klinik bis zur finalen Diagnosefindung im Schnitt bis zu mehreren Wochen bis sogar Monaten vergehen. Gleichwohl sind die Symptome, wenn sie denn vorliegen, rasch progredient.

Unter Berücksichtigung einer Mortalität, die noch immer ca. 10% ausmacht, sowie der potentiellen Gefahr bleibender neurologischer Schäden, ist die rasche und zielführende radiologische Diagnostik unabdingbar.

Am häufigsten wird hier die Lendenwirbelsäule befallen, während eine Infektion der Halswirbelsäule relativ selten vorkommt. Eine Studie von Shiban et al. zeigte retrospektiv ein Verteilungsmuster von 60% in der Lendenwirbelsäule, 17% in der Brustwirbelsäule und 18% in der Halswirbelsäule und 5% der Patienten hatten mehrere Foki [3].

Um zu verstehen, wie die Pathophysiologie hier abläuft, muss ein kurzer Exkurs in die Gefäßversorgung der Wirbelkörper unternommen werden.

Beim Erwachsenen sind die zentralen Wirbelarterien von den peripheren Wirbelarterien – im Gegensatz zum Kindesalter – nicht mehr durch Anastomosen miteinander verbunden. Die Anastomosen obliterieren im 2.–3. Lebensjahrzehnt. Im Rahmen der arteriellen Verschleppung septischer Emboli werden somit im Wirbelkörper des Erwachsenen vor allem endplattennahe Endarterien erreicht. Dieses wiederum führt zu Knocheninfarkten des Wirbelkörpers. Bei Endplatteninfarkten entsteht durch die Keimeinspülung eine lokale Infektionssituation, welche durch direkte Kontaktierung die avaskuläre Bandscheibe erreicht. Die Keimausbreitung erfolgt dann weiter über Arterien, welche im peridiskalen Bindegewebe unter dem vorderen Längsband verlaufen, zum angrenzenden Wirbelkörper.

Zusätzlich muss bedacht werden, dass degenerative Vorgänge im Erwachsenenalter eine Revaskularisierung des Zwischenwirbelaumes bedingen können, was eine per continuitatem transdiskale Ausbreitung von Keimen auf die korrespondierende Endplatte erlaubt.

Auch eine venöse Verschleppung von Keimen ist möglich. Es existiert ein klappenloses venöses Plexussystem, welches im Epiduralraum jedes Segment drainiert. Bei Erhöhung des intrathorakalen oder intraabdominellen Druckes kann hier eine Strömungsumkehr mit Keimverschleppung eines Infektfokus zum Beispiel vom Becken in die Wirbelkörper resultieren.

## Konventionelle Bildgebung

Die primäre Bildgebung bei Patienten mit unklaren Rückenschmerzen, in der auch eine Spondylodiszitis im Raum steht, umfasst die Anfertigung eines konventionellen Röntgenbildes des betroffenen Areals, normalerweise in 2 Ebenen. Problematisch ist die Tatsache, dass die konventionelle Bildgebung in ei-

ner frühen Phase der Erkrankung komplett unauffällig sein kann und auf diese Weise die Diagnosefindung prolongiert ist. In bis zu 89% der Fälle lassen jedoch konventionell radiologische Veränderungen eine Spondylodiszitis zumindest vermuten [4]. Bei hoher Sensitivität ist gleichwohl die Spezifität mit 57% vergleichsweise gering [5]. Als Hinweise zeigen sich konventionell radiologisch vor allem destruktive Veränderungen korrespondierender Wirbelkörperabschlussplatten, meist ventral beginnend, dies mit oder ohne Höhenminderung des Bandscheibenfaches. Die Abgrenzung zur erosiven Osteochondrose kann alleine mit konventioneller Bildgebung meist nicht erfolgen. Bei längerer Dauer der Erkrankung kommt es durch die zunehmenden osteodestruktiven Prozesse zur Entstehung von Keilwirbelbildungen mit konsekutiver Fehlstellung des sagittalen Profis der Wirbelsäule. In späten Stadien der Erkrankung bzw. der Behandlung greifen dann reparative Prozesse, welche nach Wochen bis Monaten zu ausgedehnten Mehrsklerosierungen der Wirbelkörperabschlussplattenregionen bis hin zu Wirbelkörperüberbauungen führen können (► **Abb. 1**).

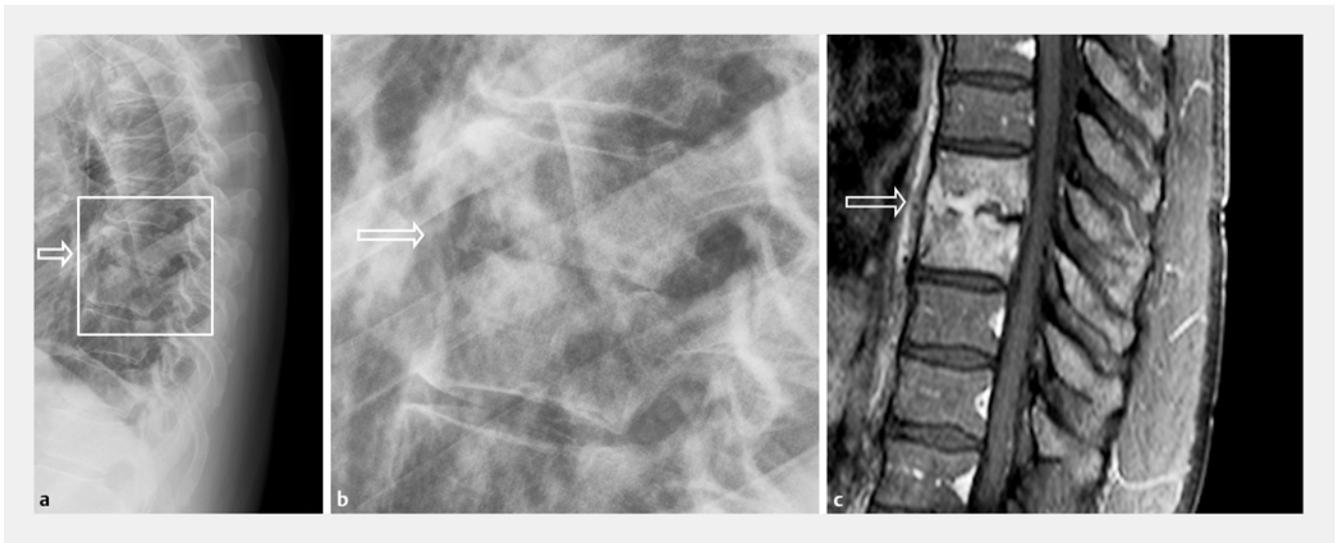
## Bildmorphologien in der Magnetresonanztomografie und deren Wertigkeit

Die Magnetresonanztomografie stellt die Methode der Wahl zur radiologischen Diagnostik der Spondylodiszitis dar. Sie verfügt über eine sehr hohe Sensitivität wie auch Spezifität mit Werten jeweils um die 95% [6]. Die Vorteile gegenüber den anderen bildgebenden Verfahren liegen vorrangig in dem hohen Weichteilkontrast begründet, der bereits Frühstadien der Erkrankung erkennen lässt.

Zu verwendende Basis-Sequenzen umfassen eine Inversionsbildgebung (z. B. TIRM- bzw. STIR-Sequenz), welche durch die Fettunterdrückung und flüssigkeitssensitive Darstellung einen Überblick über Ödemzonen und liquide Veränderungen von Geweben ermöglicht. Hierzu sollte eine sagittale Schnittführung sowie optional eine transversale oder koronare Ebene gewählt werden, die beiden letztgenannten geben einen zusätzlichen Überblick über das perivertebrale Gewebe und die Psoasmuskulatur, während die sagittale Schichtorientierung einen Überblick über die Bandscheibenräume und die Wirbelkörperabschlussplatten sowie Einsicht in den Spinalkanal erlaubt. Anschließend sollten sich Turbospinecho-Sequenzen in T1- und T2-Wichtung in sagittaler Schichtorientierung sowie T2-gewichtete transversale Schichten. Anstelle der IR-Bildgebung kann auch eine T2-Bildgebung mit Fettsättigung erfolgen.

Eine T1-Bildgebung mit Kontrastmittelgabe und Fettsättigung in transversaler und sagittaler Schichtung komplettiert das Protokoll.

Dabei wird die kontrastmittelgestützte Untersuchung wertvolle zusätzliche Hinweise auf das Ausmaß der Infektion geben. Insbesondere der erleichterte Ausschluss von Abszessen erscheint hier als wichtigster Punkt. Im Umkehrschluss kann bei Fehlen typischer entzündlicher Veränderungen in der Inversionsbildgebung auf eine Kontrastmittelgabe verzichtet werden, da keine zusätzlichen Informationen zu erwarten sind.



► **Abb. 1** Korrespondierende Darstellung der Spondylodiszitis in der konventionellen Bildgebung mit der MRT. **a** zeigt ein konventionelles Röntgenbild der Brustwirbelsäule, dabei ist in **b** ein Abschnitt hieraus vergrößert dargestellt. Es ergibt sich (durch den transparenten Pfeil markiert) eine in der Übersichtsaufnahme durchaus leicht zu übersehende knöcherne Defektzone zweier anteriorer Wirbelkörperabschlussplatten. Die kontrastmittelverstärkte MRT-Untersuchung (**c**) zeigt eine deutliche KM-Aufnahme der Wirbelkörper mit ausgedehnter Beteiligung der Bandscheibe.

Im Rahmen eines frühen Erkrankungsstatus entstehen in der IR- und T2-Bildgebung Signalsteigerungen zumeist der anterioren Abschnitte der Wirbelkörper, welche einer Ödematisierung entsprechen. Korrelierend hierzu entsteht in der nativen T1-Bildgebung ein Signalabfall. Dabei ist die Ausdehnung dieser Ödematisierung in den Wirbelkörpern variabel, jedoch beginnend und sich konzentrierend nahe den korrespondierenden Abschlussplatten. Auch eine Ödembildung des gesamten Corpus vertebrae ist möglich. Dabei muss darauf hingewiesen werden, dass diese Signalveränderungen, wenngleich als atypische Variante, auch nur einen Wirbelkörper betreffen können, dieses ebenfalls in einer frühen Phase der Erkrankung. Meist ist das Kontrastmittelenhancement des Wirbelkörpers in seinem Ausbreitungsmuster gleich oder sogar flächiger als die Ödembildung.

Im weiteren Verlauf der Erkrankung kommt es zu Arrosionen der Wirbelkörperabschlussplatten. Diese sind in sagittaler oder koronarer Schichtführung gut erkennbar. Beginnend mit einer unscharfen Darstellung der Kortikalis der Abschlussplatten, können im Verlauf großflächige Defekte der Abschlussplatten entstehen.

Parallel hierzu kommt es zu einem Befallsmuster der Bandscheibe. Diese zeigt in der IR- und T2-Bildgebung im Vergleich mit nicht befallenen Bandscheiben ein stark hyperintenses Signal, welches die entzündliche Transformation anzeigt. Dieses ist in der Kontrastmittelpphase durch deutliches Kontrastmittelenhancement an den Grund- und Deckplattennahen Abschnitten der Bandscheibe erkennbar, während das Zentrum der Bandscheibe kein Kontrastmittel aufnimmt (► **Abb. 2**).

Wenn die Entzündung auf das perivertebrale und auch epidurale Fettgewebe übergreift, so zeigt dieses in der IR- und fettgesättigten T2-Bildgebung einen deutlichen Signalanstieg. Das Fettgewebe oder auch die angrenzende Psoasmuskulatur

kann dabei zum einen diffus phlegmonös durchsetzt sein, was eine eher kompakte, flächige Kontrastmittelaufnahme bedingt. Zum anderen kann es bereits Einschmelzungen im Sinne einer Abszedierung aufweisen, welche in der KM-T1-Bildgebung dann durch hypointense Zonen mit starker randständiger Kontrastmittelaufnahme resultieren. Dabei weisen die Ränder dieser Läsionen dicke, irreguläre Wände auf. Die genaue Lokalisationsbeschreibung bei Einschmelzungsreaktionen ist absolut bedeutsam, da diese Läsionen entweder operativ angegangen oder interventionell radiologisch zeitnah drainiert werden müssen (► **Abb. 3** und ► **Abb. 4**).

Insbesondere Abszedierungen im Bereich des epiduralen Fettgewebes müssen erfasst und beschrieben werden, da diese einerseits zu Spinalkanal- und Neuroforamenstenosen führen, andererseits die Entzündung auch auf angrenzende Segmente oder das Myelon übergreifen kann [7, 8].

Nachteile der Kernspintomografie betreffen die Korrelation mit dem klinischen Bild. So kann die bildmorphologische Situation in einer Verlaufskontrolle sogar noch ein verschlechtertes Bild zeigen, während der Patient klinisch bereits auf dem Weg der Besserung ist. Offensichtlich scheint hier die Bildgebung der klinischen Besserung etwas hinterher zu hinken [9]. Wochen bis sogar Monate nach einer erfolgreichen Antibiotikatherapie können MR-tomografische Veränderungen insbesondere des Corpus vertebrae persistieren. Insofern sollte die MRT als Werkzeug der kurzfristigen Verlaufskontrolle unter Therapie zumindest kritisch angewendet werden. Eine Studie kam sogar zu dem Ergebnis, dass bei klinischer Besserung unter Antibiotikatherapie die Bildgebung erst nach 4–8 Wochen sinnvoll sei [10]. Als allgemein akzeptiertes Kriterium für eine Heilungstendenz des Wirbelkörpers zeigt sich eine Signalsteigerung des Knochenmarks des betroffenen Wirbelkörpers in der nativen



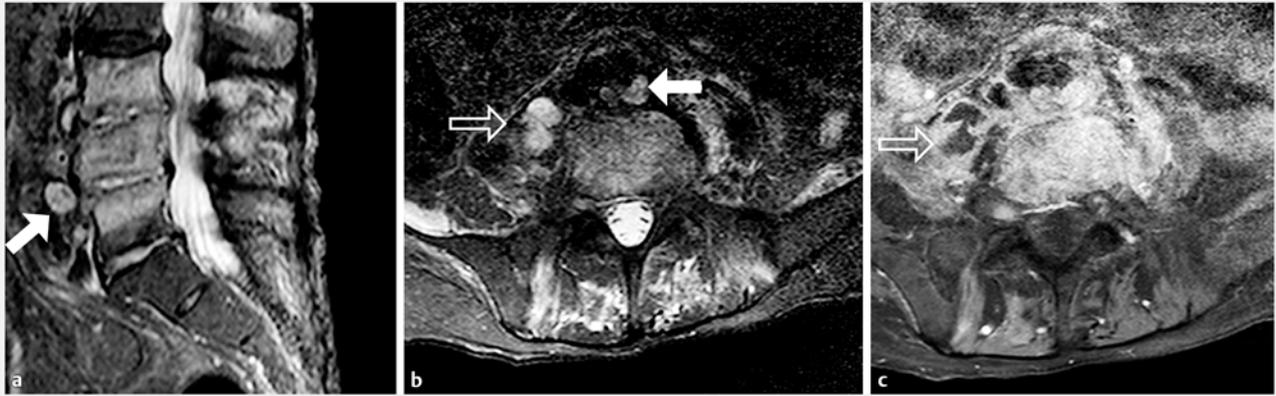
► **Abb. 2** Morphologie der Bandscheibe und der Wirbelkörperabschlussplatten im Rahmen der Spondylodiscitis in der Magnetresonanztomografie. **a** zeigt eine sagittale STIR-Bildgebung. Zwei korrespondierende Wirbelkörperabschlussplatten weisen knöcherne Defektbildungen auf. Dabei diffuse Signalsteigerung der Wirbelkörper, die einem Knochenödem entspricht. Die Bandscheibe (Pfeil) erfährt dabei eine deutliche Signalsteigerung. Auch in der T2-TSE-Bildgebung (**b**) erscheint diese Bandscheibe im Vergleich zu den anderen Bandscheiben signalangehoben. Dazu passend ist der Signalabfall der Wirbelkörper und das Intermediärsignal der Bandscheibe in der T1-TSE-Darstellung (**c**). Durch die Kontrastmittelgabe in **d** und **e** lässt sich das ganze Ausmaß der Entzündungsreaktion erkennen. Der transparente Pfeil zeigt dabei den deutlich kontrastenhancenden Bandscheibenanulus mit liquider Transformation der Bandscheibe (weißer Pfeil). Dabei zeigt der schwarze Pfeil den Übergriff der Entzündungsreaktion auf das epidurale Fettgewebe.

T1-Wichtung, was als Ersatz des infizierten knöchernen Areals durch Fettmark angesehen wird [11].

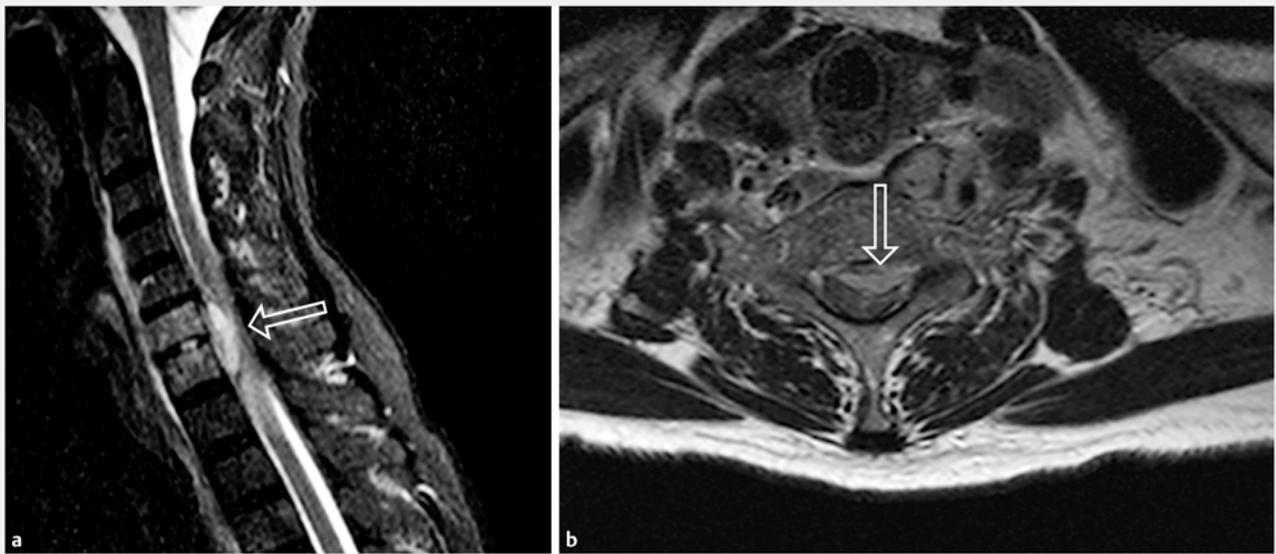
Darüber hinaus kann die MRT im Rahmen eines postoperativen Settings nach einer Wirbelsäulenoperation zum Ausschluss einer Spondylodiscitis mitunter schwierig zu beurteilen sein (► **Abb. 5**).

Dies findet seine Begründung darin, dass postoperative Veränderungen, wie z. B. Knochenödembildungen von Abschlussplatten-nahen Wirbelkörperabschnitten bis zu 6 Monate nach einer Operation persistieren [12]. Hilfreich kann hier die Beurteilung des Paravertebralgewebes sein, welches bei einer In-

fektsituation Ödembildung mit Kontrastmittelaufnahme zeigt [13]. Eine weitere Problematik besteht in der Interpretation von postoperativen Wirbelsäulenabschnitten mit eingebrachten Implantaten. Diese führen zum Teil zu erheblichen Artefakten in der MRT-Bildgebung, die eine Pathologie maskieren können. Der Einsatz von metallartefaktreduzierten Sequenzen, die mittlerweile von jedem Hersteller angeboten werden, bietet hier eine deutliche Verbesserung der Bildqualität.



► **Abb. 3** Visualisierung einer Abszessbildung prä- und paravertebral sowie in der Psoasmuskulatur. **a** zeigt in der sagittalen STIR-Bildgebung neben dem bisegmentalen Befall einer Spondylodiszitis eine prävertebrale (Pfeilmarkierung) rundliche flüssigkeitsintense Läsion. In **b** zeigt sich diese Läsion in der transversalen STIR-Darstellung ebenfalls prävertebral lokalisiert (ausgefüllter Pfeil). Zusätzlich durch den transparenten Pfeil in **b** gekennzeichnet finden sich zwei weitere Herde derselben Morphologie rechts paravertebral mit Einbeziehung der Psoasmuskulatur. **c** zeigt dazu korrespondierend die kontrastmittelverstärkte Darstellung, die diese Läsionen als liquide Herde mit randständigem Kontrastmittelsaum im Sinne von Abszessen differenziert.

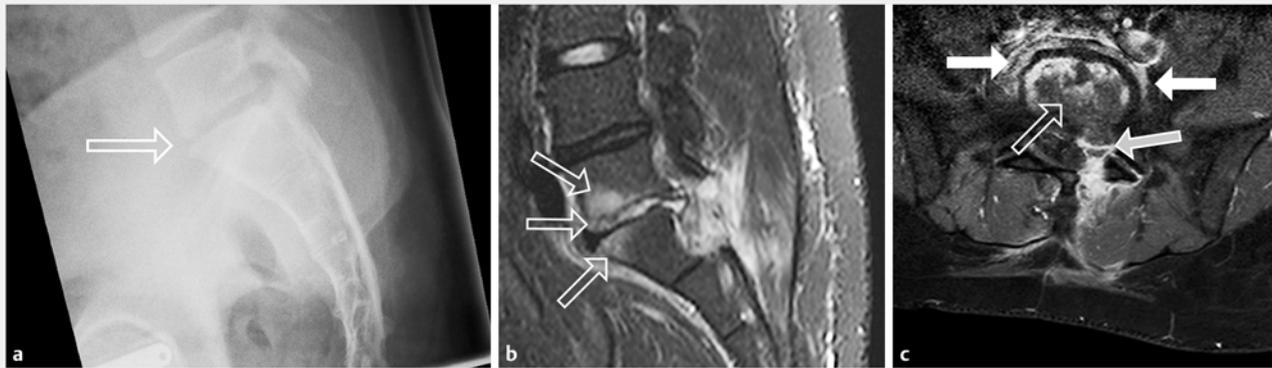


► **Abb. 4** Visualisierung eines Abszesses im Spinalkanal. Die sagittale STIR-Sequenz in **a** zeigt eine Spondylodiszitis der Segmente C 6/7 mit den typischen morphologischen Veränderungen der Wirbelkörper und der Bandscheibe. Additional dabei jedoch auf Höhe dieser Entzündung Dokumentation einer flüssigkeitsintensiven dorsalebigen Läsion, welche sich in den anterioren Spinalkanal ausdehnt. **b** (T2-TSE-Sequenz transversal) dokumentiert dabei die Verdrängungs- und Druckwirkung auf das Rückenmark nach dorsal. Das hintere Längsband ist angehoben. Es liegt hier eine subligamentäre Abszedierung vor.

### Wertigkeit der MRT-Diffusion

Die MRT-Diffusionsbildgebung erfasst die Diffusion von Wassermolekülen. Diese Beweglichkeit von Wassermolekülen ist jedoch bei einer ganzen Reihe von Entitäten, seien es Abszesse, Tumoren, Infekte oder Infarkte, gestört. Gleichwohl konnte eine Studie im Rahmen der DWI-Bildgebung eine Unterscheidbarkeit von degenerativen Veränderungen zur Spondylodiszitis finden. Es fand sich bei osteochondrotischen, also degenerati-

ven Veränderungen eine diffusionsgeminderte linienförmige Zone, welche sich nur an den Wirbelkörperabschlussplatten-nahen Regionen nachweisen ließ. Bei einer Spondylodiszitis hingegen entsteht eine diffuse DWI-Signalsteigerung der gesamten Wirbelkörper unter Beteiligung der Bandscheibe [14].



► **Abb. 5** Spondylodisitis in der postoperativen Situation. Patient mit steigenden Entzündungsparametern nach Dekompressionsoperation mit Nukleotomie mit Interlaminärzugang links. Die primär angefertigte Röntgenaufnahme zeigt allenfalls dezente Konturunregelmäßigkeiten der anterioren Wirbelkörperabschlussplatten (Pfeilmarkierung). In der angefertigten MRT der OP-Region ergibt sich in der STIR-Sequenz (b) eine starke Signalsteigerung der Bandscheibe und der anterioren Wirbelkörper. Die kontrastmittelverstärkte MRT-Darstellung in c zeigt die paravertebralen Entzündungsareale des Fettgewebes (weiße Pfeile) sowie die liquide Transformation der Bandscheibe (transparenter Pfeil) und eine Abszessbildung des epiduralen Fettgewebes (grauer Pfeil) im Verlauf des OP-Zuganges.

## Wertigkeit der Computertomografie

Die Computertomografie bietet gegenüber der MRT rein bildmorphologisch keinen relevanten Vorteil, jedoch kann sie ersatzweise eingesetzt werden bei Patienten, für die eine MRT nicht infrage kommt. Neben Patienten mit MR-inkompatiblen Implantaten wie z. B. Herzschrittmachern können auch Patienten mit ausgeprägter Platzangst untersucht werden. Daneben ist die Verfügbarkeit eines CT-Gerätes in Allgemeinen besser und schneller gegeben. Auch die viel kürzere Untersuchungszeit kann eine Rolle spielen. Die Multidetektor-CT zeigte sich in einer Studie mit einer Sensitivität von 83 % für die kontrastmittelgestützte Untersuchung gegenüber 75 % bei nativen Untersuchungen, zusammengerechnet entstand eine Sensitivität von 79 % für die Gesamtheit der CT-Untersuchungen [15].

Insofern ist eine Kontrastmittelapplikation als hilfreich anzusehen. Dabei zeigt sich ein dem MRT-Kontrastmittel ähnliches Verhalten mit Kontrastmittelaufnahme der entzündlichen Fettgewebsinfiltrationen bei nur randständiger Kontrastmittelaufnahme bei Abszessen. Die erosiven Veränderungen der Wirbelkörper sind in der CT ähnlich gut wie in der MRT erkennbar. Schwierigkeiten bereiten jedoch vor allem die Beurteilung des Spinalkanals hinsichtlich epiduraler Abszesse (► **Abb. 6**).

Problembehaftet ist die CT-Bildgebung bei Patienten mit Spondylodisitisverdacht in der Nachbarschaft von Spondylodeseimplantaten. Die Metallartefakte bedingen Bildstörungen, welche die metallnahen Gewebeabschnitte der Beurteilung entziehen können.

Die Hauptursache für die gegenüber der MRT geringere Sensitivität der CT liegt darin begründet, dass die frühen Phasen einer Spondylodisitis, dabei insbesondere die Ödembildung des Wirbelkörpers, nicht visualisiert werden können.

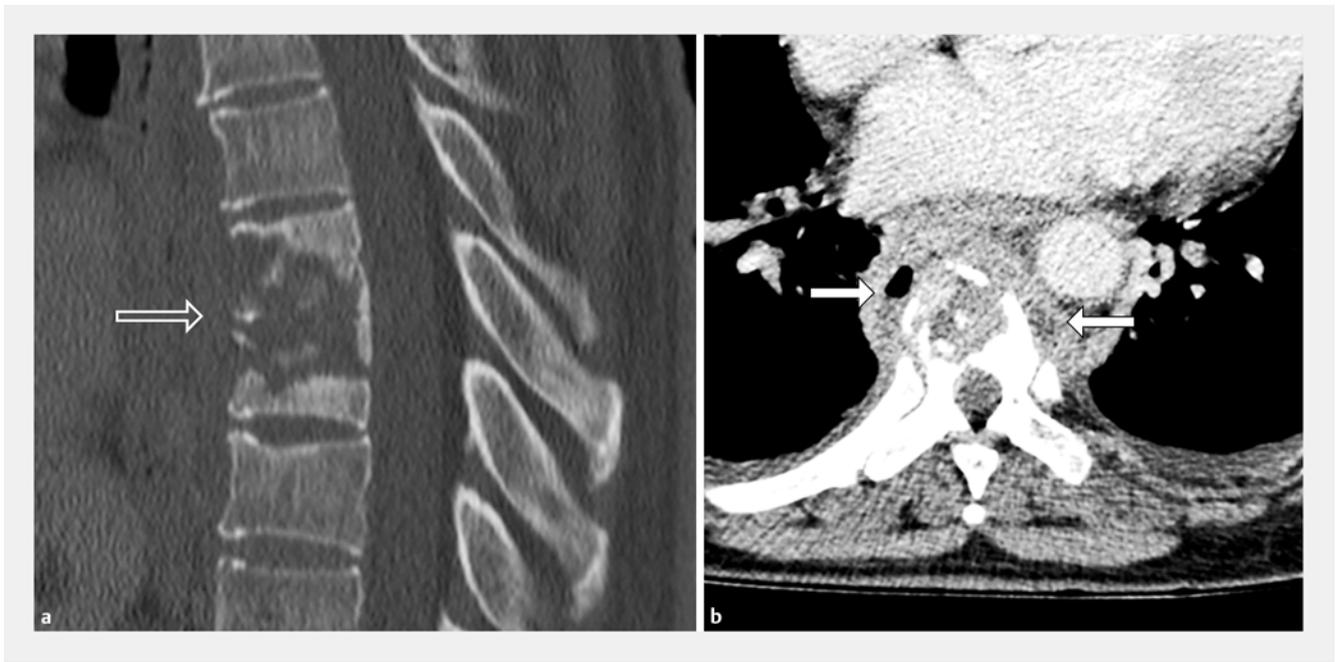
Dennoch hat die CT weiterhin ihre Wertigkeit bei der Spondylodisitis. Zum einen kann im Rahmen einer interventionellen CT Probematerial aus einer Bandscheibe oder einem Abszess gewonnen werden, zum anderen ist eine Drainage vor allem

von Psoasabszessen weit schonender als eine operative Ausräumung. Auch in der präoperativen Planung hat die CT ihre Bedeutsamkeit zur Größenplanung von Intervertebralcages oder Pedikelschrauben.

Äußerst hilfreich kann eine CT auch in der Differenzialdiagnose der Spondylodisitis zu einer rein degenerativen Veränderung der Bandscheibe und der Wirbelkörperabschlussplatten sein, da sie sehr gut auch kleinstflächige Vakuumphänomene im Bandscheibenfach, welche normalerweise nur bei Degenerationen vorkommen, visualisiert.

## Die Bildmorphologien anderer Infektentitäten der Wirbelsäule Tuberkulose der Wirbelsäule

Der Tuberkulosebefall ist die häufigste granulomatöse Infektion der Wirbelsäule. Vor allem die Differenzierung zwischen tuberkulöser und pyogener Spondylodisitis ist häufig vom Kliniker gefragt. Eine Zunahme dieser Entität ist durch die ansteigende Zahl von Immigranten aus endemischen Gebieten zu verzeichnen [16]. Hauptbefallsregion ist dabei die Brustwirbelsäule, hier bevorzugt der thorakolumbale Übergang. Grundsätzlich zeigt die tuberkulöse Spondylitis ein ähnliches Bild wie die pyogene Spondylodisitis. Sie beginnt zumeist auch in den anterioren Wirbelkörperregionen, wird sich dann aber über subligamentär, meist über das vordere Längsband, über mehrere hinter einander liegende Segmente ausbreiten oder auch Skip-Läsionen aufweisen [17]. Skip-Läsion bedeutet hierbei das Vorliegen eines weiteren Befallsherdes der Wirbelsäule ohne direkte Verbindung zum Primärherd. Destruierende Veränderungen der bevorzugt vorderen Anteile der Wirbelkörper bedingen Keilwirbelentstehung, welche bei Befall mehrerer Wirbelkörper zu ausgeprägter Gibbusbildung führen. Dabei können die Bandscheiben bei bereits gut erkennbaren subligamentären Abszessen nur dezente Involvierungen aufweisen [18]. Dieses ist be-



► **Abb. 6** CT-Morphologie der Spondylodiszitis. Die im Knochenfenster sagittal rekonstruierte BWS in **a** zeigt eine ausgedehnte Destruktion zweier Wirbelkörper ventral betont. Dabei zeigt sich in der kontrastmittelverstärkten Weichteilfensterung der **b** das Bild paravertebraler Abszesse (weiße Pfeile), rechts dabei mit Lufteinschluss. Besondere Problematik bietet sich in der Nähe der descendierenden Aorta zu den Einschmelzungen. Epidurale Abszedierungen scheinen nicht vorzuliegen.

gründet mit dem Fehlen proteolytischer Enzyme der Mykobakterien. Es kann auch ein Befall des Zwischenwirbelraumes komplett fehlen. Abszedierende Veränderungen finden sich vor allem paravertebral. In ca. 5% der Fälle können sich Psoasabszesse entwickeln [19, 20].

Die Wände der Abszessmembranen erscheinen bei der Tuberkulose eher dünn. Häufig lassen sich auch paraspinale Verkalkungen nachweisen. Möglich ist auch ein intraduraler Befall bis hin zur Myelitis.

### Brucellenspondylitis

Die Brucellose ist eine Anthroponose, welche vor allem im Bereich der Mittelmeergebiete, aber auch im Nahen Osten vorkommen kann.

Brucelleninfekte der Wirbelkörper betreffen zumeist die untere Lendenwirbelsäule und den lumbosakralen Übergang, mehrsegmentale Befallsmuster sind selten. Dabei bleibt trotz der bildgebend sich zeigenden Infektion des Wirbelkörpers und der Bandscheibe mit Signalsteigerung in der IR- und T2-Bildgebung sowie dem korrespondierenden Kontrastmittelenhancement die Form und Integrität dieser Strukturen meist erhalten, ausgedehnte Destruktionen der Wirbelkörperabschlussplatten fehlen. Bevorzugt befallen werden die anterioren Abschnitte der Wirbelkörper. Die Facettengelenke werden bei dieser Entität häufig mitbeteiligt. Paravertebrale Abszesse sind seltener als bei anderen Erregern [21].

### Pilzinduzierte Spondylitis

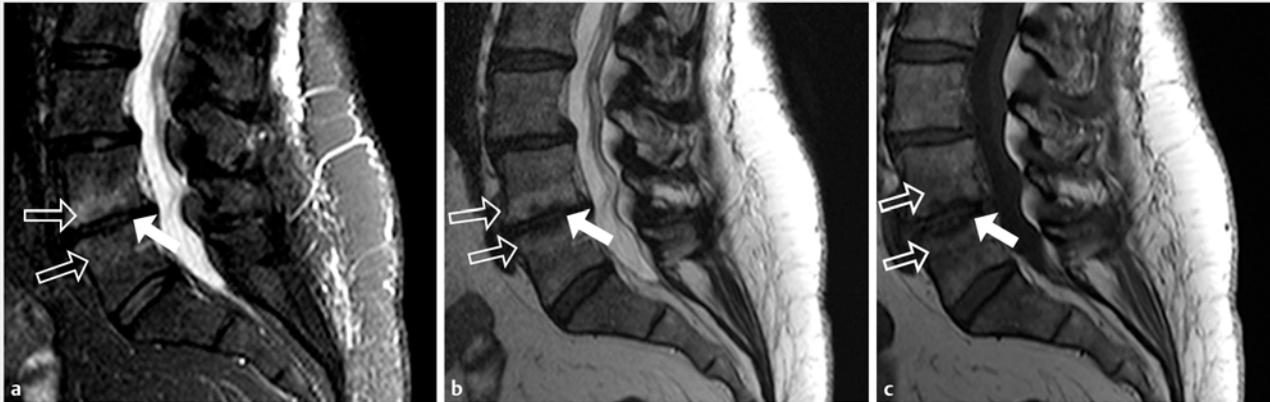
Ein weiterer, eher seltener Typ der Spondylitis ist die Infektion mit Pilzen wie Aspergillus oder auch Candida. An diese muss vor allem bei immuninkompetenten Patienten gedacht werden. Es kann hier zu einem mehrsegmentalen Befall mit Skip-Läsionen kommen. Typischerweise fehlt hier in der T2-Bildgebung die Signalsteigerung der Bandscheibe. Ebenso entstehen an den Wirbelkörperabschlussplatten und deren angrenzenden Wirbelkörperabschnitten T2-Signalabfälle [22]. Dies wird erklärt durch das Vorliegen von ferromagnetischen und paramagnetischen Substanzen innerhalb der Pilze [23]. Insofern kann es aufgrund des Signalverhaltens der Bandscheibe zu einer Verwechslung mit der tuberkulösen Spondylitis kommen.

### Potenzielle Differenzialdiagnosen

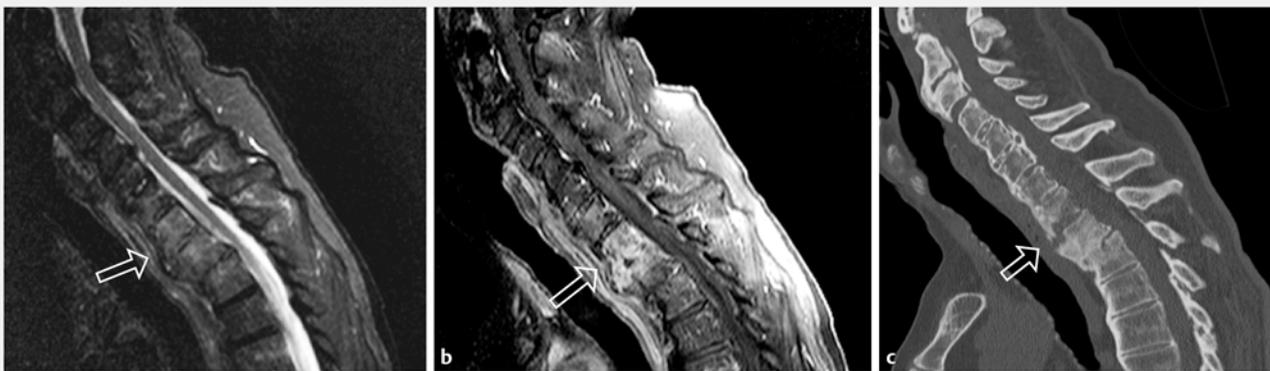
Neben degenerativen Veränderungen im Sinne von Osteochondrosen können auch Pseudarthrosen sowie eine Reihe von Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis einen Wirbelkörperinfekt imitieren. Auch tumoröse Veränderungen oder neurodegenerative Entitäten kommen hier infrage. Auf alle relevanten Differenzialdiagnosen einzugehen, würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Einige Beispiele sowie deren Abgrenzbarkeit zu Wirbelsäuleninfekten seien jedoch hier vorgestellt.

### Osteochondrose Typ MODIC-1

Hier sind die inflammatorischen degenerativen Prozesse im Sinne einer frühen Phase der Osteochondrose (MODIC-1) zu nennen. Dabei kommt es zu einer Knochenödembildung mit auch



► **Abb. 7** Spondylodisitis versus MODIC-1-Osteochondrose. In der STIR-Sequenz (a) dokumentiert sich eine Signalsteigerung korrespondierender Wirbelkörperabschlussplatten (transparente Pfeile) zweier benachbarter Wirbelkörper. Dabei die Bandscheibe (ausgefüllter Pfeil) ohne Signalsteigerung. In der T2-TSE-Bildgebung (b) zeigt sich ein ähnliches Bild. Auch hier die Wirbelkörperabschlussplatten signalgesteigert, die Bandscheibe wiederum ohne Signalsteigerung. Diese fehlende Signalsteigerung wäre nicht typisch für eine Spondylodisitis, sondern eher zu einer MODIC-1-Osteochondrose passend. Auch die T1-TSE-Sequenz (c) zeigt durch den Signalabfall der Wirbelkörperabschlussplatten die Knochenödembildung an.



► **Abb. 8** Differenzialdiagnose Pseudarthrose bei Morbus Bechterew. Patient mit bekanntem Morbus Bechterew. Mehrmals stattgehabte, jedoch Wochen zurückliegende Sturzereignisse. Jetzt Schmerzen des cervicothorakalen Übergangs. a zeigt in der STIR-Sequenz Knochenödem der Corpora BWK 1 und 2, die Bandscheibe erscheint signalangehoben. Auch die kontrastmittelverstärkte Darstellung in der MRT (b) zeigt analog zum Knochenödem ein Kontrastmittelenhancement weiter Teile des Corpusbereiches o. a. Segmente. Keine perivertebralen Entzündungszonen. Der Verdacht auf eine bakterielle Spondylodisitis konnte jedoch mithilfe des CT (c) nicht erhärtet werden, hier zeigte sich ein Zustand nach Chance-Fraktur mit Pseudarthrosebildung.

Kontrastmittelaufnahme der wirbelkörperabschlussplattennahen Abschnitte. Die Signalintensität der Bandscheibe kann in der IR- und KM-Bildgebung gesteigert sein. Eine Abgrenzung zur Spondylodisitis gelingt dennoch aufgrund der fehlenden Signalsteigerung der Bandscheibe in der T2-Bildgebung und dem Fehlen ausgedehnter perivertebraler Entzündungszonen. Auch das Vorliegen von Gaseinschlüssen im Bandscheibenfach im Sinne eines Vakuumphänomens und das Fehlen destruktiver Veränderungen der Wirbelkörperabschlussplatten (letztenanntes gilt allerdings nur für die MODIC-1-Osteochondrose, nicht für spätere Stadien der Osteochondrose) weist auf einen degenerativen Prozess hin (► **Abb. 7**) [24].

### Anderson-Läsion bei Morbus Bechterew

Eine weitere Differenzialdiagnose ist die sogenannte „Anderson-Läsion“ im Rahmen eines fortgeschrittenen Morbus Bechterew. Zu Beginn steht hier eine Frakturzone, welche nicht selten alle drei Säulen eines Segmentes betrifft. Im Rahmen dessen können sich Pseudarthrosen entwickeln, die sich mit Signalsteigerungen und Erosionen der Wirbelkörperabschlussplatten zeigen. Hier kann die Differenzialdiagnose vor allem im CT durch Nachweis von Frakturlinien, welche bis durch die hinteren Säulen ziehen, getroffen werden (► **Abb. 8** und ► **Abb. 9**) [25].



► **Abb. 9** Spondylodiszitis versus Fraktur. Älterer Patient mit gesicherter Osteoporose und Schmerzen am thorakolumbalen Übergangsbereich. Keine signifikanten Entzündungsparameter vorliegend. In der nativen MRT in der STIR-Sequenz (**a**) und T2-TSE-Sequenz (**b**) ergab sich primär der Verdacht auf eine Deckplattenimpression bei deutlicher Knochenödembildung der Deckplatte. Da jedoch die Bandscheibe in der T2-Bildgebung sich relativ signalintensiv zeigte, wurde zusätzlich Kontrastmittel appliziert (**c** und **d**). Hierunter ergab sich ein deutliches Kontrastmittelenhancement des gesamten Corpusbereiches sowie prä- und paravertebrales Enhancement des Fettgewebes, dieses wurde primär weiterhin als Fraktur gedeutet. 3 Wochen später erfolgte bei steigenden Entzündungsparametern mit zunehmenden Schmerzen der „Frakturregion“ ein erneutes MRT (**e–g**). Dieses zeigt zum einen nunmehr den Befall der korrespondierenden Wirbelkörperabschlussplatte mit deutlichem Kontrastmittelenhancement und erosiven Veränderungen derselben. Ebenso zu sehen sind die Mitreaktionen der Psoas-Muskulatur beidseits. Ob es sich primär um eine Fraktur handelte, in welche sekundär eine Keimeinschwemmung erfolgte, oder ob es sich primär um eine Spondylodiszitis mit atypischer Bildmorphologie handelte, lässt sich nicht eindeutig klären. Zumindest sollte bei relativ starkem Kontrastmittelenhancement primär auch nur eines Wirbelkörpers an eine atypische Bildmorphologie einer Spondylodiszitis gedacht werden.

## Neuropathische Osteoarthropathie

Die neuropathische Osteoarthropathie ist eine Entität, die unter anderem bei Patienten mit Syphilis oder auch Diabetes mellitus vorkommen kann. Im Rahmen der Neuropathie kann es zu Wirbelkörperfrakturen kommen, welche aufgrund inadäquater Heilung zu Pseudarthrosen mit paravertebraler Mitreaktion führen können. Hier kann die Abgrenzung zur Spondylodiszitis getroffen werden zum einen durch das Vorliegen von Vakuumphänomenen im Bandscheibenfach, zum anderen auch durch ausgedehnte Osteophytenbildungen und großflächige Sklerosierungen der Wirbelkörperabschlussplatten. Auch in dieser Entität findet sich, im Gegensatz zur Osteomyelitis, eine weit geringere Signalsteigerung der Bandscheibe und der Wirbelkörperabschlussplatten [26].

## SAPHO-Syndrom

Das SAPHO-Syndrom kann im Rahmen seiner skelettalen Beteiligung auch die Wirbelsäule betreffen. Es handelt sich um eine rheumatische Erkrankung, die aus dem Symptomkomplex Synovitis, Akne, Pustulosis, Hyperostose und Osteitis besteht. Das Erkennen dieser Erkrankung ist besonders wichtig, da sich

die Behandlung von der der Spondylodiszitis deutlich unterscheidet. Bildmorphologisch kann es zu Ödembildung des paravertebralen Fettgewebes und Signalsteigerung der Bandscheibe auch mit Kontrastmittelenhancement kommen. Die Wirbelkörperabschlussplatten können dabei erosiv verändert sein. Die Differenzialdiagnose gelingt zum einen aufgrund des multilokalen Skelettbefalls, vor allem des anterioren Thorax, zum anderen zeigen sich die Abschlussplattenerosionen typischerweise an den Wirbelkörpererecken, hier vor allem ventral. Daneben wird ein SAPHO-Syndrom keine Epiduralabszesse oder paravertebrale Abszesse entwickeln [27].

## Akuter Schmorl-Knoten

Hier findet sich eine Knochenödembildung der Wirbelkörperabschlussplatte, welche an einen halbkreisförmigen Einbruch der Bandscheibe in eine Grund- oder Deckplatte angrenzt. Da die angrenzende Ödembildung wie das dazu korrespondierende Kontrastmittelenhancement ebenfalls halbkreisförmig imponieren, ist hierdurch eine gute Abgrenzbarkeit zur Spondylodiszitis gegeben.

## Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- [1] Wirtz DC, Genius I, Wildberger JE et al. Diagnostic and therapeutic management of lumbar and thoracic spondylodiscitis – an evaluation of 59 cases. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000; 120: 245 – 251
- [2] Cottle L, Riordan T. Infectious spondylodiscitis. *J Infect* 2008; 56: 401 – 412
- [3] Shibani E, Janssen I, Wostrack M et al. A retrospective study of 113 consecutive cases of surgically treated spondylodiscitis patients. A single-center experience. *Acta Neurochir (Wien)* 06 2014; 156: 1189 – 1196
- [4] Mylona E, Samarkos M, Kakalou E et al. Pyogenic vertebral osteomyelitis: a systematic review of clinical characteristics. *Semin Arthritis Rheum* 2009; 39: 10 – 17
- [5] Modic MT, Feiglin DH, Piraino DW et al. Vertebral osteomyelitis: assessment using MR. *Radiology* 1985; 157: 157 – 166
- [6] Dagirmanjian A, Schils J, McHenry MC. MR imaging of spinal infections. *Magn Reson Imaging Clin North Am* 1999; 7: 525 – 538
- [7] Longo M, Granata F, Ricciardi K et al. Contrast-enhanced MR imaging with fat suppression in adult-onset septic spondylodiscitis. *Eur Radiol* 2003; 13: 626 – 637
- [8] Carragee EJ. The clinical use of magnetic resonance imaging in pyogenic vertebral osteomyelitis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997; 22: 780 – 785
- [9] Euba G, Narvaez JA, Nolla JM et al. Long-term clinical and radiological magnetic resonance imaging outcome of abscess-associated spontaneous pyogenic vertebral osteomyelitis under conservative management. *Semin Arthritis Rheum* 2008; 38: 28 – 40
- [10] Kowalski TJ, Layton KF, Berbari EF et al. Follow-up MR imaging in patients with pyogenic spine infections: lack of correlation with clinical features. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007; 28: 693 – 699
- [11] Gillams AR, Chaddha B, Carter AP. MR appearances of the temporal evolution and resolution of infectious spondylitis. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 166: 903 – 907
- [12] Ross JS, Zepp R, Modic MT. The postoperative lumbar spine: enhanced MR evaluation of the intervertebral disk. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996; 17: 323 – 331
- [13] Van Goethem JW, Parizel PM, van den Hauwe L et al. The value of MRI in the diagnosis of postoperative spondylodiscitis. *Neuroradiology* 2000; 42: 580 – 585
- [14] Patel KB, Poplawski MM, Pawha PS et al. Diffusion-weighted MRI "claw sign" improves differentiation of infectious from degenerative modic type 1 signal changes of the spine. *AJNR Am J Neuroradiol* 08 2014; 35: 1647 – 1652
- [15] Rausch VH, Bannas P, Schoen G et al. Diagnostic yield of Multidetector Computed Tomography in patients with acute Spondylodiscitis. *Fortschr Röntgenstr* 2017; 189: 339 – 346
- [16] Moon MS. Tuberculosis of the spine. Controversies and a new challenge. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997; 22: 1791 – 1797
- [17] Smith AS, Weinstein MA, Mizushima A et al. MR imaging characteristics of tuberculous spondylitis vs vertebral osteomyelitis. *AJR Am J Roentgenol* 1989; 153: 399 – 405
- [18] Pertuiset E, Beaudreuil J, Liote F et al. Spinal tuberculosis in adults. A study of 103 cases in a developed country, 1980-1994. *Medicine (Baltimore)* 1999; 78: 309 – 320
- [19] Whiteman ML. Neuroimaging of central nervous system tuberculosis in HIV-infected patients. *Neuroimaging Clin N Am* 1997; 7: 199 – 214
- [20] Frel M, Bialecki J, Wiczorek J et al. Magnetic Resonance Imaging in Differential Diagnosis of Pyogenic Spondylodiscitis and Tuberculous Spondylodiscitis. *Pol J Radiol* 10.02 2017; 82: 71 – 87
- [21] Sharif HS, Aideyan OA, Clark DC et al. Brucellar and tuberculous spondylitis: comparative imaging features. *Radiology* 1989; 171: 419 – 425
- [22] Kwon JW, Hong SH, Choi SH et al. MRI findings of Aspergillus spondylitis. *AJR Am J Roentgenol* 2011; 197: W919 – 923
- [23] Williams RL, Fukui MB, Meltzer CC et al. Fungal spinal osteomyelitis in the immunocompromised patient: MR findings in three cases. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999; 20: 381 – 385
- [24] Stabler A, Reiser M. Imaging of spinal infection. *Radiol Clin North Am* 2001; 39: 115 – 135
- [25] Dawes PT. The Stoke Ankylosing Spondylitis Spine Score. *J Rheumatol* 1999; 26: 993 – 996
- [26] Jones EA, Manaster BJ, May DA et al. Neuropathic osteoarthropathy: diagnostic dilemmas and differential diagnosis. *RadioGraphics* 2000; 20: (specno) S279 – S293
- [27] Parlier-Cuau C, Laredo J. Vertebral involvement in SAPHO syndrome. *J Radiol* 2010; 91: 1068 – 1078