

퇴행성 척추와 감염성 척추염의 감별에 있어서 확산강조영상의 유용성

박원규¹ · 변우목¹ · 최준혁²

목적: 척추종판 주위 골수를 주로 침범하는 Modic I형 퇴행성 척추와 감염성 척추염은 고식적 자기공명영상에서 유사한 신호강도를 보여 간혹 감별이 어려운 경우가 있다. 퇴행성 척추와 감염성 척추염의 감별에 있어 확산강조 자기공명영상의 유용성을 알아보려고 하였다.

대상 및 방법: CT 유도하 조직검사 혹은 임상적으로 진단이 가능하였던 감염성 척추염 14예와 Modic I형 퇴행성 척추 8예를 대상으로 하였다. 전 예에서 스핀 에코와 확산강조 척추 자기공명 영상을 시행하였다. 확산강조 영상은 PSIF(reversed fast imaging with steady-state precession) 기법에 의해 시행되었다. 퇴행성 척추와 감염성 척추염의 스핀 에코와 확산강조영상에서 침범골수의 신호강도를 비교하였다.

결과: T1-강조영상에서는 Modic I형의 퇴행성 척추와 감염성 척추염 모두에서 저신호강도를 보였다. T2-강조영상에서는 Modic I형의 퇴행성 척추는 모두 고신호강도를 보였고, 감염성 척추염은 11예에서는 고신호강도를, 3예에서는 불균질한 혼합신호강도를 보였다. 확산강조영상에서는 Modic I형의 퇴행성 척추는 전 예에서 정상 척추에 비해 저신호강도로 보였으나, 감염성 척추염은 11예에서는 고신호강도로, 3예에서는 저신호강도로 보였다. 퇴행성 척추의 경우 저신호강도 주위로 고신호강도를 동반하였다.

결론: 결론적으로 확산강조 자기공명영상은 Modic I형 퇴행성 척추와 감염성 척추염의 감별에 도움을 준다. 확산강조영상에서 고신호강도를 보이는 경우는 감염성 척추염을 시사하는 소견이며, 주위 고신호강도를 가지는 저신호강도는 Modic I형 퇴행성 척추를 시사한다.

서 론

자기공명영상에서 척추종판주위 골수의 비정상 신호강도는 여러 질환에서 관찰될 수 있으며, 그 중 퇴행성 척추에서 비교적 흔히 관찰된다 (1-5). 척추체의 퇴행성변화는 3가지 형태를 보이는데, 그 중 I형은 T1 강조영상에서 저신호강도를 T2 강조영상에서 고신호강도를 보인다. 이는 종판에 균열을 보이고 인접한 골수에 혈관이 풍부한 섬유조직이 형성되기 때문이다 (4, 6). 감염에 의한 척추염은 척추체의 골수염으로 시작하여 이차적으로 추간판 등 다른 부분으로 퍼져나간다. 척추체 골수염의

초기 자기공명영상 소견은 침범한 척추체가 T1 강조영상에서 저신호강도, T2 강조영상에서 고신호강도를 보인다 (7-9).

척추 자기공명영상은 척추 질환의 진단 및 감별에 유용하며 널리 보편화되어 있다. 하지만 Modic I형의 퇴행성 척추의 경우 다른 질환과 감별이 어려운 경우가 있다 (10-12). 감염성 척추염과 Modic I형 퇴행성 척추와의 영상을 이용한 감별은 침습적인 검사와 불필요한 치료를 피할 수 있어 임상적으로 중요하다. 두 질환의 감별에 있어 자기공명영상은 유용한 검사이지만 고식적인 스핀에코 영상에서 두 질환의 감별이 어려운 경우가 있다. 척추의 확산강조영상은 아직 제한적으로 사용되고 있으며 확산강조 영상을 이용한 감염성 척추염과 Modic I형 퇴행

대한자기공명의과학회지 6:152-157(2002)

¹영남대학교 의과대학 진단방사선과학교실

²영남대학교 의과대학 병리학교실

*이 논문은 2001학년도 영남대학교 학술연구조성비 지원에 의한 것임.

접 수 : 2002년 8월 5일, 채 택 : 2002년 11월 7일

통신저자 : 변우목, (705-717) 대구광역시 남구 대명동 317-1, 영남대학병원 진단방사선과학교실

Tel. (053)620-3046 Fax. (053)653-5484 E-mail: wmbyun@med.yu.ac.kr

성 척추의 감별에 대한 보고는 없다 (13-16). 저자들은 최초로 확산강조 자기공명영상이 두 질환의 감별에 도움이 되는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

척추 자기공명영상을 시행한 감염성 척추염 14예와 Modic I형 퇴행성 척추 8예를 대상으로 하였다. CT 유도하 조직검사로 확진한 경우가 7예(화농성 척추염 5예, Modic I형 퇴행성 척추 2예)였고, 임상소견과 방사선학적 소견 및 추적 자기공명영상에서 진단한 경우가 15예(화농성 척추염 9예, Modic I형 퇴행성 척추 6예)였다.

자기공명영상은 1.5 T기기(Magnetom Vision, Siemens, Erlangen, Germany)를 이용하였으며, 척추배열표면 코일(spine-array surface coil)을 사용하였다. 모든 증례에서 시상면 스핀에코 T1강조영상(TR 450-680 msec, TE 12 msec)과 터보스핀에코 T2 강조영상(TR 3800-4200 msec, TE 128 msec)을 시행하였고 퇴행성 척추의 2예는 지방 억제(fat supression)를 부가한 터보스핀에코 T2 강조영상을 시행하였다. 또한 확산자기공명영상은 모든 대상환자에서 시상면 영상을 획득하였다. 확산강조영상은 PSIF(reversed fast imaging with steady-state precession)를 이용하였고 TR이 21.6 msec, TE가 5 msec 이며 diffusion pulse length는 2 msec 였다. 202×256 matrix, 절편두께 6 mm, 관심역은

228×260 mm 였으며 확산경사자장 강도는 24 mT/m였고 비교적 낮은 b값인 165 sec/mm²를 이용하였다.

스핀에코 자기공명영상과 확산강조 자기공명영상에서 척추종판 주위 골수 신호강도를 분석하여, 감염성 척추염과 Modic I형 퇴행성 척추에서 차이가 있는지를 알아보았다. 확산강조 자기공명영상에서 신호 강도의 정량적 분석을 위하여 병소의 대조비를(SI_A-SI_N)/SI_N의 공식으로 구하였다. SI_A는 비정상골수의 신호강도, SI_N은 정상골수의 신호강도이다. 또한 조직검사가능하였던 7예에서는 현미경학적 소견을 분석하였다.

결 과

T1 강조영상에서 Modic I형 퇴행성 척추(n=8)와 감염성 척추염(n=14) 모두에서 저신호강도를 보였다. T2 강조영상에서 Modic I형 퇴행성 척추 전 예와 화농성 척추염 11예에서는 고신호강도를 보였고 감염성 척추염 3예에서는 불균질한 혼합신호강도를 보임으로서, T1 및 T2 강조영상에서 두 질환이 비슷한 신호강도를 보였다. 확산강조영상에서 Modic I형 퇴행성 척추의 경우 전 예에서 척추종판 주위골수가 저신호강도로 보였으며, 저신호강도 주위로 고신호강도를 동반하고 있었다 (Fig. 1). 감염성 척추염의 경우 11예에서 척추종판 주위골수가 고신호강도를 보였고 (Fig. 2), 3예에서는 저신호강도를 보여 두 질환에서 신호강도에 차이를 보였다 (Fig. 3). 또한 저신호강도를 보인 3예의 경우 Modic I형 퇴행성 척추에서 보인 주위 고신호

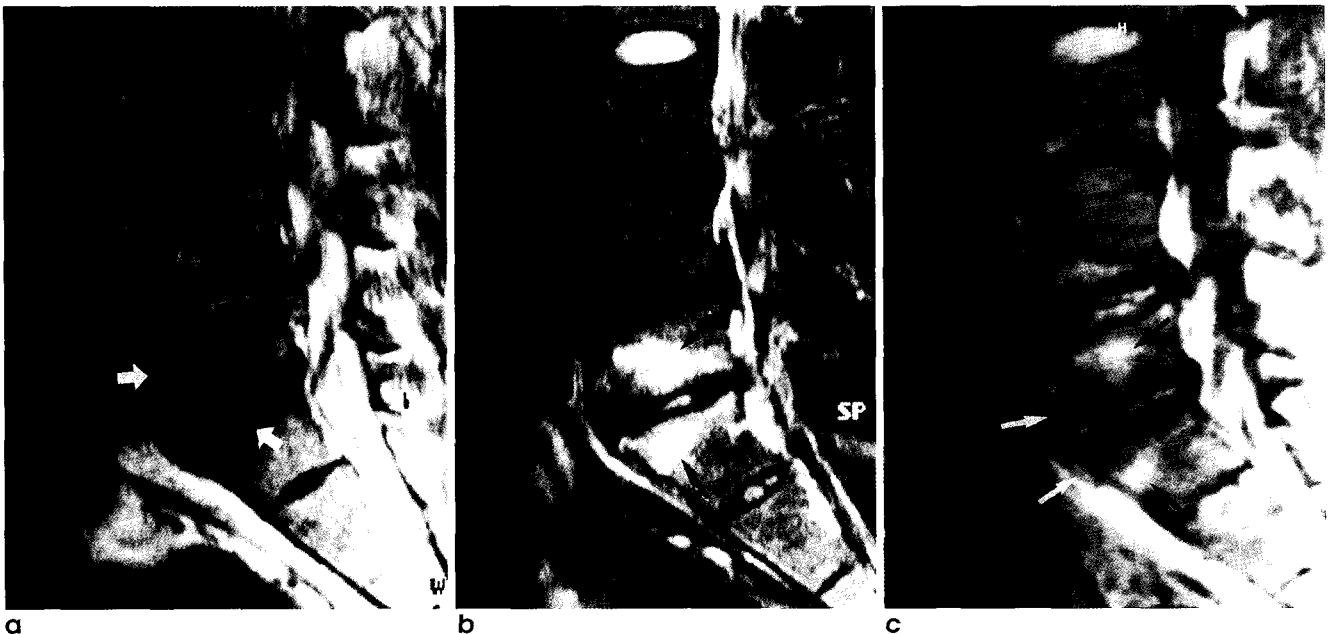


Fig. 1. Modic type 1 degenerative spine.
a. T1-weighted image shows hypointense bone marrow of L5 and S1 bodies adjacent to the end plate (white arrows).
b. T2-weighted image shows hyperintense marrow change (black arrows) and focal high signal intensity of L5-S1 disc.
c. Diffusion-weighted image shows hypointense bone marrow (white arrows) with peripheral hyperintensity (black arrows).

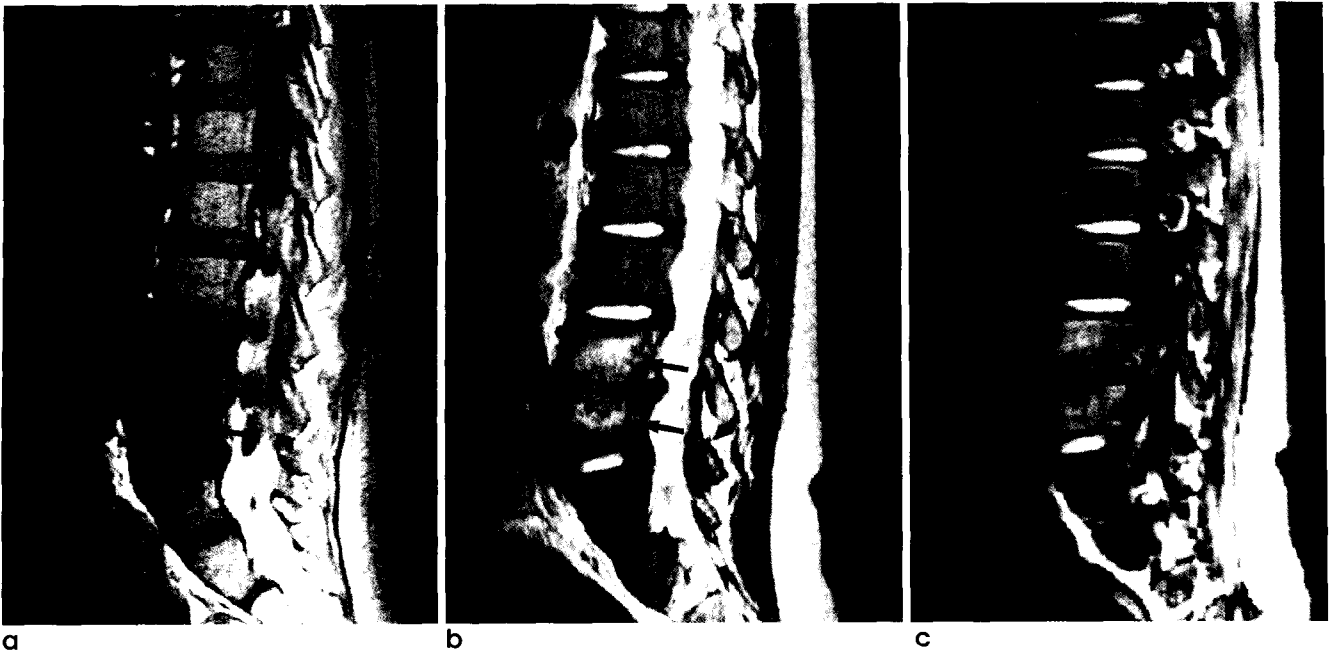


Fig. 2. Pyogenic Spondylitis.

a. T1-weighted image shows hypointense bone marrow of L4 and L5 bodies adjacent to the end plate (arrows). **b.** T2-weighted image shows hyperintense marrow change (arrows). High signal intensity of L5-S1 intervertebral disc caused by diskitis is also noted. **c.** Diffusion-weighted image shows hyperintense marrow (arrows).



Fig. 3. Pyogenic Spondylitis.

a. T1-weighted image shows focal hypointense bone marrow of L4 and L5 bodies adjacent to the end plate (black arrows). **b.** T2-weighted image shows marrow change of heterogeneous mixed signal intensity (white arrows). **c.** Diffusion-weighted image shows slight hypointensity of the lesion (black arrows) to normal bone marrow.

강도는 보이지 않았다.

Modic I형 퇴행성 척추는 확산강조 자기공명영상에서 저신호강도 부위의 평균 대조비는 -0.38 ± 0.15 이었다. 감염성 척추염 중 확산강조 자기공명영상에서 고신호강도를 보인 증례의 평균 대조비는 0.78 ± 0.69 였고, 저신호강도를 보인 증례의 경우는 -0.28 ± 0.07 였다. 확산강조 자기공명영상에서 저신호강도로 보였던 퇴행성 척추의 평균 대조비는 감염성 척추염 3예의 대조비보다 높은 음의 값을 보였다.

병리조직학적 검사를 시행한 7예 중 5예는 감염성 척추염이었고, 2예는 Modic I형 퇴행성 척추였다. 감염성 척추염의 경우에는 염증세포의 침윤이 골수내에 관찰되었으며 그 정도는 약간의 차이가 있었다. Modic I형 퇴행성 척추의 경우 정상골수는 감소하였고, 섬유혈관성 조직으로 대체되어 있었다. 또한 두꺼워진 골 지주(bony trabeculae)도 같이 관찰되었다.

고 찰

척추체의 퇴행성 변화는 자기공명영상에서 세 가지 유형으로 나눌 수 있다. I형은 종판에 균열을 보이면서 인접한 골수에 혈관이 풍부한 섬유조직이 형성되는 경우로 T1 강조영상에서 저신호강도, T2 강조영상에서 고신호강도를 보인다. II형은 인접한 골수에 지방조직이 침착하는 경우로 T1 강조영상에서 고신호강도, T2 강조영상에서 등 혹은 고신호강도를 보인다. III형은 인접한 골수에 섬유화와 골경화를 일으키는 경우로 T1 강조영상에서 저신호강도, T2 강조영상에서 저신호강도를 보이게 된다 (4, 6, 17). 척추종판주위 골수는 여러 질환에 의해 침범될 수 있으며 스핀 에코 자기공명영상에 의한 신호강도만으로는 이들의 감별이 쉽지 않을 수 있다 (10-12). I형 퇴행성 척추의 경우는 자기공명영상의 신호강도만으로 간혹 다른 질환과 감별이 어려운 경우가 있다. 특히 감염성 척추염의 초기에는 종판주위 골수에 신호강도 변화만을 보이는 경우가 있어 두 질환의 감별을 더욱 어렵게 만든다. Duda 등(10)은 추간판염과 주위 척추골수의 염증은 척추종판주위 골수의 퇴행성 변화와 혼동된다고 보고하였고, Toyoda 등(11)은 퇴행성 골수변화는 스핀에코 자기공명영상에서 척추염이나 혹은 다른 골수 질환과 감별이 어려운 경우가 있다고 보고하였다.

척추의 감염성 질환은 원인균과 감염부위에 따른 다양한 임상 소견을 보일 수 있어 진단이 어려운 경우가 있으며 특히 초기에는 주위조직의 변화가 동반되지 않아 진단이 어렵다. 최근 자기공명영상은 감염성 척추염의 진단뿐 아니라 침범된 부위, 그리고 감별에 많은 도움을 주어 널리 이용되고 있다. 화농성 척추염의 경우 배부통을 동반한 고열, 백혈구 증가증, 혈침속도(ESR) 증가 등의 임상 소견을 동반하며 항생제만으로 치료가 가능하기 때문에 조기 진단에 따른 조기치료가 중요하다. 연속된 두 개의 척추체와 그 사이 추간판을 침범하여 T1 저신호강도, T2 고신호강도를 보이며, 추간판과 척추체의 경계가 불분명해지며 추간판의 간격이 감소하는 것이 전형적인 자기공명영

상 소견이다 (7-9, 18).

일반적으로 자기공명영상에서 감염성 척추염과 Modic I형 퇴행성 척추의 감별을 위한 소견으로는 추간판의 침범유무와 불분명하거나 불규칙한 면을 가지는 척추종판의 유무이다. 감염성 척추염에서 척추종판은 동반된 척추종판염에 의해 T2 강조영상에서 고신호강도로 보인다. 또한 퇴행성 척추에서도 척추종판의 균열에 의해 T2 강조영상에서 비특이적인 고신호강도를 보일 수 있어 신호강도만으로 이들의 감별이 쉽지 않다. 척추체의 신호강도 이외에 감별에 도움이 되는 소견은 추간판의 침범유무이다. 감염성 척추염에서 추간판은 대개 추간판염에 의해 T2 강조영상에서 고신호강도로 보이지만 퇴행성 척추간 추간판은 대개 퇴행성 변화에 의해 T2 강조영상에서 저신호강도를 보인다. 하지만 드물지 않게 퇴행성 척추의 추간판이 갈라지거나, 균열이 일어나는 경우 고신호강도로 보일 수 있어 감별이 어려운 경우가 있다 (4, 6, 17).

Le Bihan 등(19)에 의해 처음으로 보고된 확산강조영상은 현재 임상에서 많이 이용되고 있으나 척추질환에 있어서는 아직 보편화되지는 않고 있다 (13-16). Baur 등(13)은 척추의 확산강조 자기공명영상은 척추의 악성 압박골절과 양성 압박골절의 감별에 도움이 된다고 보고하였다. 악성 압박골절은 확산강조영상에서 고신호강도를 보이며 이는 많은 종양세포가 골수내에 침범되어 골수의 세포의 공간감소에 따른 확산계수의 감소에 의한 것으로 설명하였다.

저자들의 경우 확산강조영상에서 감염성 척추염은 고신호강도를 보이는 경우가 11예로 저신호강도를 보이는 경우보다 많았으며, Modic I형의 퇴행성 척추는 전 예에서 저신호강도를 보여 두 질환에 차이를 보였다. 또한 Modic I형 퇴행성 척추의 경우 저신호강도 주위로 고신호강도가 동반되어 있었다. 감염성 척추염이 확산강조영상에서 고신호강도를 보이는 것은 골수내 염증성세포의 증가에 따른 세포의 공간감소에 따른 확산계수의 감소에 의한 것으로 생각한다. 하지만 저자들의 경우 3예에서는 저신호강도로 보였는데 이를 명확하게 설명할 수는 없다. 염증의 시기와 정도에 따른 염증세포 침윤의 정도와 세포의 물의 양에 차이가 있을 수 있으며 이에 따른 확산계수의 차이 때문으로 생각한다. Modic I형의 퇴행성 척추는 확산강조 자기공명영상에서 주위 고신호강도를 동반하는 저신호강도를 보였다. 조직검사가 가능하였던 2예의 경우 정상 골수조직이 섬유혈관성 조직으로 대체되었으며 두꺼워진 골 지주가 관찰되었다. 정상적인 골수와 비교하여 상대적인 정상 골수 세포의 감소에 따른 세포 외 물의 양이 증가하고, 이에 따른 확산계수 증가에 의하여 저신호강도를 보이는 것으로 생각된다. 저신호강도 주위로 고신호강도를 보이는 것은 주위에 Modic II형, 즉 지방조직 침착이 같이 동반되어 이에 따른 신호강도가 반영된 것으로 생각된다. 본 연구에 포함되지는 않았지만 T1 및 T2 강조영상에서 고신호강도를 보이는 Modic II형 퇴행성 척추는 확산강조 자기공명영상에서 모두 고신호강도를 보였다. 따라서 Modic I형이 확산강조 자기공명영상에서 저신호강도 주위에 고신호강도를 보이는 것

박원규 외

은 섬유혈관성 변화 주위로 일부 지방성변화가 같이 존재하기 때문인 것으로 생각된다. 조직검사를 시행한 예에서 지방조직의 침착을 관찰할 수는 없었으나 이는 CT 유도하 조직생검으로는 척추체 전체를 검사할 수 없으며 지방조직이 있는 부위는 조직 생검에서 제외되었을 가능성이 많다. 앞으로 병리조직학적 검사를 포함한 더 많은 연구만이 이 문제를 해결할 수 있을 것이다.

결론적으로 스핀 에코 자기공명영상에서는 Modic I형 퇴행성 척추와 감염성 척추염이 비특이적인 신호강도를 보여 감별이 어려울 수 있으나, 확산강조 자기공명영상은 두 질환의 감별에 도움을 준다. 확산강조영상에서 침범된 척추체가 고신호강도를 보이는 경우는 화농성 척추염을 시사하는 소견이며, 주위 고신호강도를 동반하는 저신호강도는 Modic I형 퇴행성 척추를 시사한다 할 수 있다. 그러나 앞으로 더 많은 증례를 통하여 이들의 조직학적 소견과 확산강조 자기공명영상의 비교 분석이 요구된다.

참 고 문 헌

1. deRoos A, Kressel H, Spritzer C, Dalinka M. MR imaging of marrow changes adjacent to end plates in degenerative lumbar disc disease. *AJR* 1987;149:531-534
2. Masaryk TJ, Boumpfery F, Modic MT, Tamborrello, Ross JS, Brown MD. Effects of chemonucleolysis demonstrated by MR imaging. *J Comput Assist Tomogra* 1986;10:917-923
3. Hajek PC, Baker LL, Goobar JE, et al. Focal fat deposition in axial bone marrow: MR characteristics. *Radiology* 1987;162:245-249
4. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR. Degenerative disc disease: Assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology* 1988;166:193-199
5. Kakitsubata Y, Nabeshima K, Kakitsubata S, Watanabe K. Evaluation of lumbar vertebral bone marrow changes with MR imaging. *Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi*. 1993;53:1267-1282
6. Modic MT. Degenerative disorder of the spine. In Modic MT, Masaryk JJ, Ross JS, eds. *Magnetic resonance imaging of the spine*. 2nd ed. St. Louis; Mosby 1994;80-150
7. Sharif HS. Role of MR imaging in the management of spinal infection. *AJR Am J Radiol* 1992;158:1333-1345
8. Smith AS, Blaser SI. Infectious and inflammatory process of the spine. *Radiol Clin North Am* 1991;29:809-827
9. 유인규, 김삼수. 척추 및 척수의 염증성 질환. In 장기현, 김인원, 한문희 eds. *신경방사선과학* 1st ed. 서울:일조각 2000;630-636
10. Duda JJ Jr, Ross JS. The postoperative lumbar spine: imaging considerations. *Semin Ultrasound CT MR* 1993;14:425-436
11. Toyoda K, Ida M, Murakami Y, Harada J, Tada S. MR imaging of degenerative lumbar disc disease emphasizing on signal intensity changes in vertebral body. *Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi*. 1992;52:1611-1619
12. Stabler A, Weiss M, Scheidler J, Krodel A, Seiderer M, Reiser M. Degenerative disk vascularization on MRI: correlation with clinical and histopathologic findings. *Skeletal Radiol* 1996;25:119-126
13. Baur A, Stabler A, Bruning R, et al. Diffusion weighted MR imaging of bone marrow: Differentiation of benign versus pathologic compression fractures. *Radiology* 1998;207:349-356
14. 노병학, 변우목, 박원규 등. 척추 골수의 확산강조 자기공명영상: 전이성 압박골절, 양성 압박골절 및 척추염의 감별진단. *대한방사선의학회지* 2000;43:349-355
15. Castillo M, Arbelaez A, Smith JK, Fisher LL. Diffusion weighted MR imaging offers no advantage over routine noncontrast MR imaging in the detection of vertebral metastases. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000;21:948-953
16. Byun WM, Shin SO, Chang Y, Lee SJ, Finsterbusch J, Frahm J. Diffusion-weighted MR imaging of metastatic disease of the spine: assessment of response to therapy. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002;23:906-912
17. 강익원 척추의 퇴행성 질환. In 장기현, 김인원, 한문희 eds. *신경방사선과학* 1st ed. 서울:일조각 2000;581-594
18. Ross JJ. Inflammatory disease. In Modic MT, Masaryk JJ, Ross JS, eds. *Magnetic resonance imaging of the spine*. 2nd ed. St. Louis; Mosby 1994;216-248
19. Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, Grenier P, Cabanis E, Laval-Jeantet M. MR imaging of intravoxel incoherent motions: applications to diffusion and perfusion in neurologic disorders. *Radiology* 1986;161:401-407

The Usefulness of Diffusion-weighted MR Imaging for Differentiation between Degenerative Spines and Infectious Spondylitis

Won Kyu Park¹, Woo Mok Byun¹, Joon Hyuk Choi²

¹Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Yeungnam University

²Department of Pathology, College of Medicine, Yeungnam University

Purpose : The differential diagnosis between Modic type I degenerative spine and infectious spondylitis sometimes is difficult, because the affected bone marrows in both disease show similar signal intensity on conventional MR imaging. We evaluate the usefulness of diffusion-weighted MR imaging for differential diagnosis between Modic type I degenerative spine and infectious spondylitis.

Materials and methods : The spin-echo and diffusion-weighted MR images of eight patients with Modic type I degenerative spines and 14 patients with infectious spondylitis diagnosed by clinical findings or CT-guided biopsies were analyzed. The diffusion-weighted imaging sequence was based on reversed fast imaging with steady-state precession (PSIF). Signal intensity changes of the vertebral bone marrow on conventional spin-echo and diffusion-weighted MR imaging were compared between degenerative spine and infectious spondylitis.

Results : On T1-weighted images, the affected bone marrow in both disease showed hypointense signals. On T2-weighted images, all of type I degenerative spine and 11 of infectious spondylitis showed hyperintensity, and three of infectious spondylitis showed heterogeneous mixed signal intensity. On diffusion-weighted MR images, all of type I degenerative spine were hypointense with peripheral high signal intensity to normal vertebral body, but infectious spondylitis was hyperintense (n = 11) and hypointense (n = 3).

Conclusion : Diffusion-weighted MR imaging is useful to differentiate Modic type I degenerative spine from infectious spondylitis. On diffusion-weighted images, the high signal intensity of bone marrow suggests infectious spondylitis, whereas the low signal intensity of bone marrow with peripheral focal high signal intensity suggests type I degenerative spine.

Index words : Magnetic resonance (MR), diffusion study
Spine, disease
Spine, infection

Address reprint requests to : Woo Mok Byun, M.D., Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Yeungnam University, 317-1 Daemyung-dong, Nam-gu, Taegu 705-717, Korea.
Tel. 82-53-620-3046 Fax. 82-53-653-5484 E-mail: wmbyun@med.yu.ac.kr