대한방사선의학회지 2000;43:349 - 355

척추 골수의 확산강조 자기공명영상: 전이성 압박골절, 양성 압박골절 및 척추염의 감별진단[1]

노병학 · 변우목 · 박원규 · 안상호[2] · 장용민[3] · 조길호
이재교 · 조재호 · 황미수 · 장재천 · 박복환

목적: 전이성 압박골절, 급 · 만성 · 양성 압박골절 및 척추염의 확산강조 자기공명영상 소견을 알아보고 이 질환들을 확산강조 자기공명영상에서 감별진단해 보고자 한다.
대상과 방법: 척추 압박골절 49예 (전이성 17예, 급성 골다공증성 16예, 만성 골다공증성 11예, 급성 외상성 5예)와 척추염 7예 (결핵성 4예, 화농성 3예)를 자기공명영상으로 검사하였다. 대상 증례를 네 군(A: 급성 외상성과 급성 골다공증성, B: 전이성, C: 만성 골다공증성, D: 척추염)으로 나누었다. 자기공명영상은 1.5T(Magnetom Vision, Siemens, Erlangen, Germany)로 시행하였고 확산강조영상은 PSIF(reversed fast imaging with steady - state precession)에 기초를 두었으며, 상대적으로 낮은 b value(약 150sec/mm^2)를 사용하였다. 모든 증례에서 스핀에코 자기공명영상과 확산강조영상의 신호강도를 비교하였다. 확산강조영상에서 신호강도의 특징은 골수의 대조비(contrast ratio)와 신호대잡음비(signal - to - noise ratio)로 평가하였다.
결과: 확산강조영상에서 A군은 모든 증례에서 주위의 정상 척추체에 비해 저신호강도를 보인 반면, B군은 모두 고신호강도를 보였다. C군은 다양한 신호 강도를 보였고, D군은 고신호강도를 보였다. 확산강조영상에서 A군의 골수 대조비는 음(negative)의 값이었고, B군과 D군은 양(positive)의 값이었다($p < .01$). D군의 신호대잡음비는 B군의 신호대잡음비보다 낮았지만 통계적 유의성은 없었다($p > .01$).
결론: 확산강조 자기공명영상에서 전이성 압박골절과 척추염은 고신호강도를 보이고 급성 양성 압박골절은 저신호강도를 보이며, 만성 양성 압박골절은 다양한 신호강도를 보인다. 그러므로 확산강조 자기공명영상은 전이성 압박골절 및 척추염을 급성 양성 압박골절과 감별할 수 있는 유용한 검사이다.

척추 압박골절에서 그 원인이 양성 질환에 의한 것인지 전이암에 의한 악성 질환에 의한 것인지를 감별하는 것은 환자의 치료 방침 결정과 예후 판정에 있어 중요하다 (1). 자기공명(Magnetic Resonance, MR)영상에서 척추 후방 부위 침범과 척추 주위 종괴 형성과 같은 명확한 전이 소견을 보인 경우에는 감별이 되지만, 단순히 신호강도의 변화만으로는 대부분이 T1 및 T2강조영상에서 각각 저 및 고신호강도를 보여 비특이적이므로 양성 혹은 악성 압박골절의 명확한 감별이 항상 가능한 것은 아니다 (2 - 6). 또한 척추염의 초기 소견도 부종으로서 T1강조영상에서 저신호강도를 T2강조영상에서 고신호강도를 보여 신호강도만으로는 압박골절과 척추염을 감별하는데 어려움이 있다 (7).

확산강조영상은 간질조직에 있는 물 분자의 자유 운동을 반영하며, 초기에는 뇌 영상에 적용되었고 (8), 최근에는 다른 부위의 다양한 질환에 적용되고 있다 (9, 10).

확산강조영상을 전이성 압박골절과 급성 양성 압박골절의 감별진단에 적용한 연구 (6)에 의하면 급성 양성 압박골절은 주위의 정상 척추체에 비해 저 혹은 등신호강도를 보이며, 전이성 압박골절은 고신호강도를 보여 급성 양성 압박골절과 전이성 압박골절을 감별할 수 있다고 보고하였다. 하지만, 아직까지 척추질환 중 흔한 척추염의 확산강조영상 소견은 보고된 바 없으며 만성 양성 압박골절의 확산강조영상 소견도 보고된 바 없다. 이에 저자들은 기존의 연구에서처럼 전이성 압박골절과 급성 양성 압박골절을 확산강조영상에서 감별할 수 있는지, 그리고 만성 양성 압박골절과 척추염을 추가하여 확산강조영상 소견 및 감별점을 알아보고자 하였다.

[1]영남대학교 의과대학 진단방사선과학교실
[2]영남대학교 의과대학 재활의학과학교실
[3]경북대학교 의과대학 진단방사선과학교실
이 논문은 2000년 4월 4일 접수하여 2000년 7월 7일에 채택되었음.

대상과 방법

1999년 2월부터 2000년 2월까지 49예의 척추 압박골절 (35명)과 7예의 척추염 (5명)을 대상으로 후향적으로 검사하였다. 남자가 16명, 여자가 24명이었고, 나이는 17세에서 81세 (평균:57세)였다. 49예의 압박골절 중 골다공증성이 27예, 전이성이 17예, 급성 외상성이 5예였고, 골다공증성 27예중 급성 골절이 16예, 만성 골절이 11예였다. 급성 외상성 압박골절 5예중 4예는 교통사고가, 1예는 3 m 높이에서의 낙상이 원인이었다.

대상을 4군으로 나누었다. A군은 급성 골다공증성 압박골절 16예와 급성 외상성 압박골절 5예를 포함해서 급성 양성 압박골절 군으로 명명하였으며, 증상 혹은 외상후 MR을 시행하기까지의 기간은 5시간에서 28일이었다.

B군은 전이성 골절 17예 (13명)로서, 이중 2명은 2예의, 1명은 3예의 척추압박골절을 가졌다. 원발암은 유방암 (n = 7), 다발성골수종 (n = 3), 폐암 (n = 1), 갑상선암 (n = 1) 및 직장암 (n = 1)이었다. 확진 방법은 수술적 병리소견 (n = 2), 전산화단층촬영 유도하의 생검 (n = 4), 3개월에서 8개월까지의 추적 MR검사 (n = 4)였다. 나머지 7예는 MR검사에서 척추 후방 부위 침범 혹은 척추주위 종괴형성을 보여 전이암으로 간주하였다.

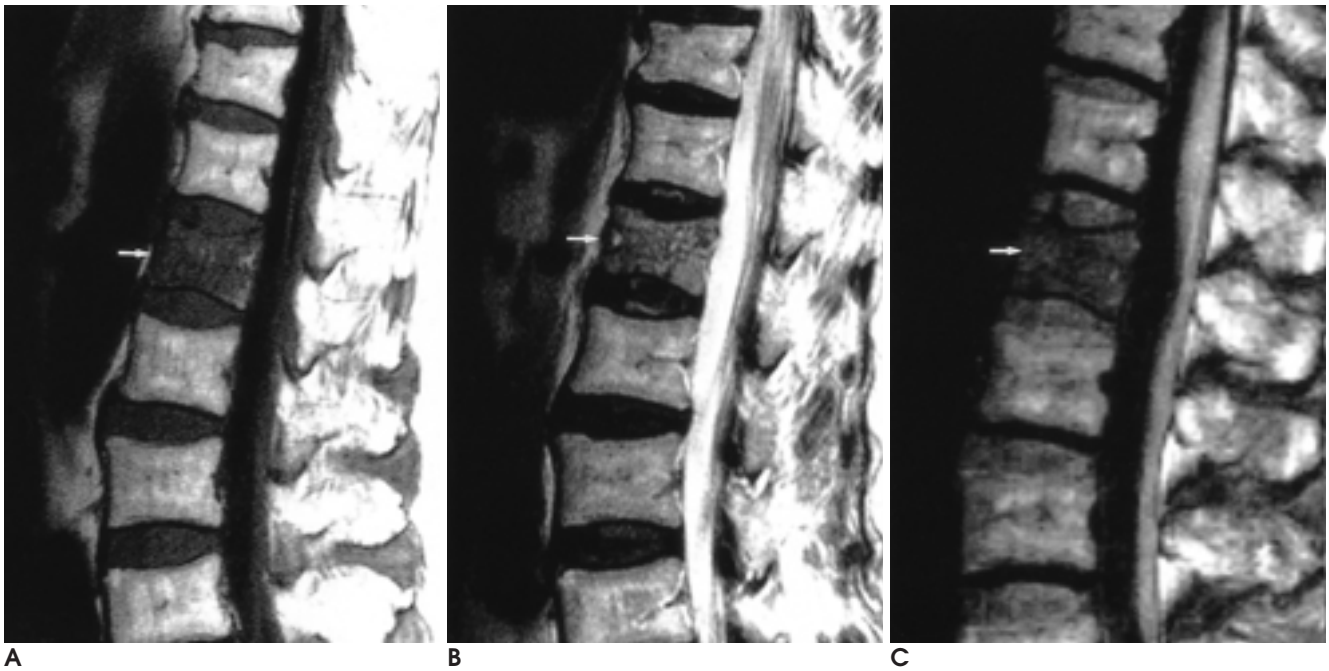
C군은 만성 골다공증성 압박골절 11예로서 만성 양성 압박골절 군으로 명명하였다. 양성 압박골절인 A와 C군의 진단은 수술이 4예였고, 종양을 배제하기 위해 2개월에서 7개월 후 추적 MR검사를 시행한 경우가 9예였다. 나머지 환자에게서는 병력, 검사실 소견, 그리고 추적 이학적 검사로써 양성 압박골절로 진단하였다.

D군은 척추염 7예 (5명: 결핵성 4예, 화농성 3예)로서 이중 2명은 2예의 척추염을 가졌다. 확진 방법은 수술적 병리 소견 (n = 2)과 2주일에서 5개월까지의 추적 MR검사 (n = 5)였다.

급성과 만성 압박골절을 나누는 시간적 기준은 골다공증에 의한 압박골절인 경우 증상이 시작된 후 1개월을 기준으로 하였고, 외상성 압박골절인 경우도 외상을 받은 후 1개월을 기준으로 급성과 만성을 나누었다.

MR기기는 1.5 T 초전도 MR기기 (Magnetom vision: Siemens, Erlangen, Germany)를 사용하였고, 척추배열표면코일(spine - array surface coil)을 사용하였다. 모든 증례에서 축상면과 시상면 스핀에코 T1강조영상 (TR 450 - 680 msec, TE 12 msec)과 터보스핀에코 T2강조영상 (TR 3800 - 4200 msec, TE 128 msec)을 시행하였고 시상면 확산강조영상도 시행하였다. 확산강조영상은 PSIF (reversed fast imaging with steady - state precession) 펄스연쇄(pulse sequence)를 이용하였고, TR이 21.6 msec, TE가 5 msec였으며, diffusion pulse length가 2 msec였다. 202×256 matrix, 절편두께 6mm, 관심역 228×260mm였으며 diffusion gradient strength는 24 mT/m였고, 약 150 sec/mm^{2}의 b 수치를 사용하였다.

두 명의 방사선과의사가 스핀에코 T1강조영상, 터보스핀에코 T2강조영상 및 확산강조영상에서 골절된 척추골수의 신호강도를 평가하였다. 신호강도는 같은 환자의 정상 척추골수와 비교해서 저, 등 혹은 고신호강도로 분류하였다. 골수의 대조(contrast)는 확산강조영상에서 관심영역(region - of - interest)을 측정하였고, 관심영역은 골절된 척추의 비정상적인 골



A B C

Fig. 1. Acute osteoporotic compression fracture of the L1 body (arrow) in a 77-year-old woman. Notice the low signal intensity on the T1-weighted image (**A**) and T2-weighted image (**B**). Diffusion-weighted MR image (**C**) shows that the vertebral fracture is hypointense to adjacent normal vertebral bodies.

수, 이상소견이 없는 주위 척추 골수 그리고 배경의 잡음이었다. 골수가 골수부종이나 암 조직으로 대치되는 정도가 다르기 때문에 관심영역의 크기는 2 mm에서 10 mm로 다양하였다. 신호강도의 정량적 분석을 하기 위해서 구한 대조비(contrast ratio)는 $(SI_A - SI_N)/SI_N$의 공식으로 얻었으며, SI_A는 비정상적인 골수의 신호강도, SI_N은 정상골수의 신호강도이다. 추가로 확산강조영상에서 신호대잡음비(signal - to - noise ratio)도 구하였다. 통계적 분석은 Mann - Whitney U test를 이용하였고, P 수치가 0.01이하인 경우 통계적 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

결 과

스핀에코 T1강조영상, 터보스핀에코 T2강조영상 및 확산강조영상에서의 A, B, C, D군의 비정상적인 척추골수의 신호강도는 표 1과 같다. A군은 T1강조영상에서 등신호강도를 보인 2예를 제외한 19예 (90.5%)가 저신호강도를 보였고, T2강조영상에서는 16예 (76.2%)가 고신호강도를 보였으며, 확산강조영상에서는 21예 모두 저신호강도를 보였다 (Fig. 1). B군은 T1강조영상에서 17예 모두 저신호강도를 보였고, T2강조영상에서는 등신호강도를 보인 1예를 제외한 16예 (94.1%)가 고신호강도를 보였으며, 확산강조영상에서는 모두 고신호강도를 보였다 (Fig. 2). C군은 확산강조영상에서 2예 (18.2%)가 저신호강도를 보였고, 7예 (63.6%)가 등신호강도를 보였으며, 2예 (18.2%)가 고신호강도를 보였다. 확산강조영상에서 고신호강도를 보인 2예중 1예는 T1과 T2강조영상에서 등신호강도를 보였고, 나머지 1예는 T1강조영상에서 고신호강도를 보였고, T2강조영상에서는 등신호강도를 보여 전이성 압박골절과 척추염에서 보이는 전형적인 스핀에코 자기공명영상소견 (T1강조영상에서 저신호강도, T2강조영상에서 고신호강도)과 달랐다. D군은 T1강조영상에서 모두 저신호강도를 보였고, T2강조영상에서는 등신호강도를 보인 1예를 제외한 6예 (85.7%)가 고신호강도를 보였으며, 확산강조영상에서는 모두 고신호강도를 보여 B군과 비슷한 결과를 보였다 (Fig. 3).

정량적 분석을 위한 대조비 (Table 2)는 A군에서 평균 - 0.48로 낮은 반면, B군과 D군에서 각각 평균 0.98과 0.89로 높아

Table 1. Signal Intensity at T1, T2 & Diffusion-Weighted Imaging

	T1WI			T2WI			DWI		
Group	L	I	H	L	I	H	L	I	H
A (n = 21)	19	2	0	3	2	16	21	0	0
B (n = 17)	17	0	0	0	1	16	0	0	17
C (n = 11)	1	8	2	0	9	2	2	7	2
D (n = 7)	7	0	0	0	1	6	0	0	7

T1WI: T1-weighted image, T2WI: T2-weighted image,
DWI: Diffusion-weighted image,
L: Low signal intensity,
I: Iso signal intensity,
H: High signal intensity,
A: Acute benign compression fracture,
B: Metastatic compression fracture,
C: Chronic benign compression fracture,
D: Spondylitis

Fig. 2. Metastatic compression fracture of the T3 body (arrow) caused by breast cancer in a 77-year-old woman. Notice the low signal intensity on the T1-weighted image (**A**) and the high signal intensity on the T2-weighted image (**B**). Diffusion-weighted image (**C**) shows that the vertebral fracture is hyperintense to adjacent normal vertebral bodies. Also notice the spinous process involvement (arrowheads) of T3 on T1- and T2-weighted images and diffusion-weighted image.

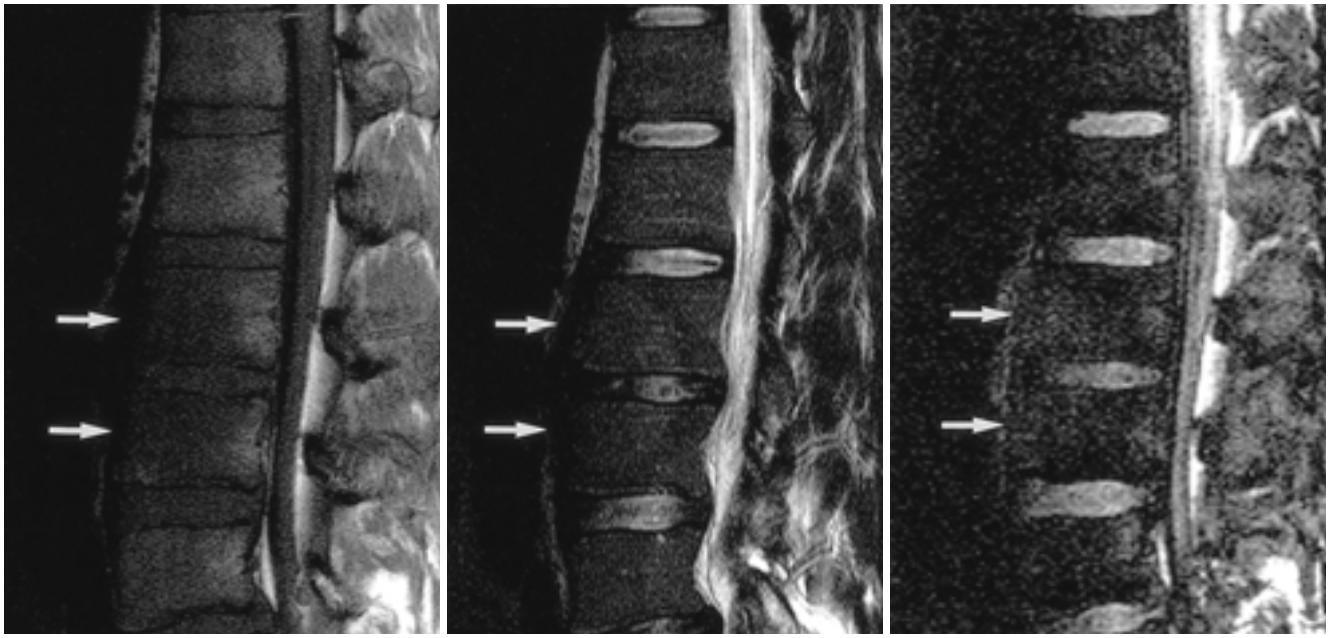


Fig. 3. Pyogenic spondylitis of the L2 and L3 bodies (arrows) in a 22-year-old man. Notice the low signal intensity on the T1-weighted image (**A**) and the high signal intensity on the T2-weighted image (**B**). Diffusion-weighted image (**C**) shows that the vertebral bodies are slightly hyperintense to adjacent normal vertebral bodies.

Table 2. Bone Marrow Contrast ratio & Signal to Noise Ratio at Diffusion-Weighted Imaging

Group	Contrast ratio	Signal to noise ratio
A (n=21)	- 0.48±0.13	2.66±0.95
B (n=17)	0.98±0.49	7.97±4.56
C (n=11)	0.05±0.46	4.76±1.95
D (n=7)	0.89±0.73	3.39±1.69

A: Acute benign compression fracture,
B: Metastatic compression fracture,
C: Chronic benign compression fracture,
D: Spondylitis

서 통계적 유의성이 있었다 ($p < .01$). 대조비가 높은 B와 D 군에서 신호대잡음비는 각각 7.97과 3.39였지만 통계적 유의성은 없었다 ($p > .01$).

고 찰

MR영상은 전이성, 양성 그리고 염증성 골수질환에 매우 민감하다 (11 - 16). 전이성 압박골절의 경우 정상 골수의 지방세포가 종양세포로 대치됨으로 인해서 종양세포가 침윤한 곳에서는 T1강조영상에서 저신호강도를 유발하며, T2강조영상과 지방억제 T2강조영상에서는 고신호강도를 보인다. 또한 급성 양성 압박골절에서도 간질 골수 부종과 출혈로 인해 유사한 신호강도의 변화를 보인다. 급성 외상성 압박골절이 만성기로 접어들면서 척추체의 신호강도가 정상화되는 기간은 Baker 등 (4)의 연구에 의하면 1 - 3개월이었으며, 외상후 1개월이 지난 19예중 15예에서 T1 및 T2강조영상에서 주변의 정상 척추체와 같은 신호강도를 보였다고 하였고 안 등 (17)의 연구에서도 만성 압박골절 8예중 4예에서 정상 척추체와 같은 신호강도를 보였다고 하였다. 그러므로 전이성 압박골절과 급성 양성 압박골절은 서로 비슷한 신호강도의 변화로 인해 특이도는 낮으므로 진단은 형태적인 특징과 다양한 펄스기법에 따른 신호강도의 변화에 기초를 두어야 한다 (18).

양성과 전이성 압박골절을 구분하는 많은 진단적 징후들이 보고되고 있다. 성 등 (1)은 23명의 골다공증에 의한 양성 압박골절과 29명의 전이암에 의한 압박골절의 연구에서 양성 압박골절을 시사하는 소견으로 골수의 신호강도 변화가 부분 변화인 경우, 부분 변화시 정상 골수와 병적 골수의 신호강도의 경계가 분명할 경우 그리고 압박골절된 종판의 모양이 함요를 보인 경우라고 하였다. 반면 전이암에 의한 압박골절을 시사하는 소견으로는 골수의 신호강도 변화가 완전 변화, 부분 변화시 정상 골수와 병적 골수의 신호강도의 경계가 불분명, 압박골절된 종판의 모양이 각형성, 척추 후방 부위 침범 그리고 척추 주위 종괴형성을 보인 경우라고 하였다. Baker 등 (4)은 7명의 급성 양성골절, 19명의 만성 양성골절 그리고 7명의 전이성 골절의 연구에서 급성 양성골절과 전이성 골절이 T1강조영상에서 비슷한 신호강도와 대조비를 보인다고 하였고, 본 연구에서도 T1강조영상으로는 두 군을 구별할 수 없었다. 또한 급성 양성골절이 전이성 골절보다 신호강도가 좀 더 비균질한 것으로 보고하였고, 전이성 골절에서는 정상 골수신호가 완전히 소실되는 반면, 급성 양성골절의 대부분에서는 정상 지방골수의 부분적인 대치를 보였다고 하였다. Yuh 등 (3)도 외상의 과거력이 없는 61예의 양성 압박골절, 23예의 외상성 압박골절, 그리고 25예의 전이성 압박골절의 비교에서, 전이성

척추골절의 대부분에서 정상 골수신호의 완전한 소실을 보인 반면, 61예의 양성 골절의 경우는 47예에서 정상 골수신호가 척추체의 일부에서 보존됨을 T1과 T2강조영상에서 보였다고 하였다. 또한 골수신호강도의 불완전한 소실을 보인 경우, 좀 더 규칙적인 신호강도 양상은 양성 압박골절의 증례에서 보였고, 전이성의 경우 불규칙적인 양상이 현저하였다고 하였다. 그러므로 골수신호가 완전히 보존되거나 소실되는지의 여부 그리고 불완전히 소실될 경우 경계가 분명한지 불분명한지의 여부가 정확한 진단에 중요하였다고 하였다.

확산강조영상은 Le Bihan 등 (8)에 의해 복셀내 비결집 운동(intravoxel incoherent motion)으로 도입되었으며, 조직에서 현성확산계수(apparent diffusion coefficient)는 국소적인 물 운동(local water mobility)을 반영한다고 한다. 생체 조직에서 물 양자(water protons)의 확산은 세포외 물 양자의 확산, 세포막을 통한 물 양자의 이동 그리고 세포내부의 물 양자로터 유발된다. Latour 등 (19)이 연구한 생체모델에서의 물의 확산은 적색골수(red bone marrow)에서의 확산 과정과 유사하다고 하며 세포의 크기, 세포막의 투과성 그리고 세포외 부피 비율에 따라 다양하다고 한다. 세포외 물 양자의 운동은 지질막, 세포소기관, 그리고 세포골격과 같은 장애 요인으로 인한 세포막간 혹은 세포내 물 양자의 운동보다 덜 제한적이므로, 현성확산계수의 변화는 세포외 물 양자 때문이라고 주장하였다 (19, 20). 세포외 물 양자의 확산상수(diffusion constant, D_{eff})가 세포내 혹은 세포간의 확산상수보다 높으므로, Latour 등 (19)은 확산상수와 신호강도의 변화는 세포막을 가로지르는 확산경로보다는 오히려 세포주위의 확산경로 때문이라고 결론지었다.

Latour 등 (19)의 결론을 토대로 Baur 등 (6)은 17예의 전이성 압박골절과 22예의 급성 양성 압박골절의 비교에서 전이성 압박골절은 정상 골수세포가 종양 세포로 대치됨으로 인해 골수에서 자유로운 물 분자가 감소하고 그로 인해 세포외 부피의 감소를 유발한다고 한다. 주위의 정상 골수와 비교시, 골절된 척추체에서 물의 운동은 감소하므로 현성확산계수는 낮고, 확산강조영상에서 고신호강도를 유발한다고 한다. 반면 급성 양성 압박골절은 동반된 부종과 출혈로 인해 골수에서 자유로운 물 분자가 증가하고 그로 인해 세포외 물 부피의 증가를 유발한다고 한다. 골절된 척추체에서 물의 운동은 증가하므로 현성확산계수는 높고, 확산강조영상에서 저신호강도를 유발한다고 한다. 결과적으로 Baur 등 (6)은 17예의 전이성 압박골절에서 모두 고신호강도를 보였고, 22예의 급성 양성 압박골절에서 19예가 저신호강도를 보였고, 나머지 3예는 등신호강도를 보였다고 하였다. 저자들의 연구에서도 전이성 압박골절은 모든 증례가 고신호강도를 보였으며, 급성 양성 압박골절은 모든 증례가 저신호강도를 보여 등신호강도를 보였다는 3예를 제외하고는 일치하는 결과를 보였다.

만성 양성 압박골절은 확산강조영상에서 다양한 신호강도를 보였는데, 그 원인은 시간이 지남에 따라 섬유화와 정상 혹은 지방세포로 대치됨으로 인해 세포외 물 분자의 부피가 정상 혹은 감소되기 때문에 확산강조영상에서 등 혹은 고신호강도를 보이는 것으로 생각할 수 있다.

척추염도 확산강조영상에서 고신호강도를 보였는데, 그 기전은 전이성 압박골절의 경우와 마찬가지로 골수내의 염증세포로 인해 세포외 부피가 감소하고 그로 인한 현성확산계수의 감소와 고신호강도를 유발하는 것으로 생각할 수 있다. 하지만, 확산강조영상에서 척추염과 전이성 압박골절의 감별은 신호강도만으로는 유의하지 않았으며 부가적인 임상양상과 실험실소견 그리고 후방구조물의 침범 유무등을 고려하여야 할 것이다.

이 연구의 제한점으로는 일부 증례에서 압박골절의 병리조직학적 확진이 없었고, 1개월을 기준으로 급성과 만성 양성 압박골절군을 나누어 볼 때, 두 군간에 신호강도의 차이를 보이지만, 골절된 시간에 따른 신호강도의 변화에 대해서는 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 압박골절은 단순 촬영과 T1 및 T2강조영상에서 대부분 추간판에 변화가 없는 반면, 척추염은 대부분 추간판에 변화가 있으므로 쉽게 구별되지만, 드물게 척추염이 척추체만 침범하여 골절이 일어난 경우에는 전이성 혹은 양성 압박골절과의 감별이 필요하며, 이런 경우 확산강조영상의 신호강도만으로는 척추염과 전이성 압박골절의 감별이 어려우므로, 연구의 대상으로 생각된다. 또한 방사선 혹은 화학요법 치료후 확산강조영상의 신호강도가 어떻게 변하는지에 대해서는 더 많은 연구가 필요할 것이다.

결론적으로 확산강조 자기공명영상에서 전이성 압박골절과 척추염은 고신호강도를 보이고 급성 양성 압박골절은 저신호강도를 보이며, 만성 양성 압박골절은 다양한 신호강도를 보인다. 그러므로 확산강조 자기공명영상은 전이성 압박골절 및 척추염을 급성 양성 압박골절과 감별할 수 있는 유용한 검사이다.

참 고 문 헌

1. 성기호, 변우목, 이재교 등. MRI를 이용한 골다공증과 전이암에 의한 척추압박골절의 감별. *대한방사선의학회지* 1997;37:529-534
2. Frager D, Elkin C, Swerdlow M, Bloch S. Subacute osteoporotic compression fracture: misleading magnetic resonance appearance. *Skeletal Radiol* 1988;17:123-126
3. Yuh WTC, Zachar CK, Barloon TJ, Sato Y, Sickels WJ, Hawes DR. Vertebral compression fractures: distinction between benign and malignant causes with MR imaging. *Radiology* 1989;172:215-218
4. Baker LL, Goodman SB, Perkash I, Lane B, Enzmann DR. Benign versus pathologic compression fractures of vertebral bodies: assessment with conventional spin-echo, chemical shift, and STIR MR imaging. *Radiology* 1990;174:495-502
5. Hayes CW, Jensen ME, Conway WF. Nonneoplastic lesions of vertebral bodies: findings in magnetic resonance imaging. *Radiographics* 1989;9:883-903
6. 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
7. 강흥식, 연경모. 결핵성과 화농성 척추염의 감별: 척추 주위 종괴의 자기공명영상 특성. *대한방사선의학회지* 1996;34:825-830
8. Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, Grenier P, Cabanis E, Laval-Jeantet M. MR imaging of intravoxel incoherent motions: application to diffusion and perfusion in neurologic disorders. *Radiology* 1986;161:401-407

9. Chien D, Kwong KK, Gress DR, Buonanno FS, Buxton RB, Rosen BR. MR diffusion imaging of cerebral infarction in humans. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992;13:1097-1102
10. Tsuruda JS, Chew WM, Moseley ME, Norman D. Diffusion-weighted MR imaging of the brain: value of differentiating between extraaxial cysts and epidermoid tumors. *AJNR Am J Neuroradiol* 1990;11:925-931
11. Vogler JB, Murphy WA. Bone marrow imaging. *Radiology* 1988; 168:679-693
12. Pettersson H, Gillespy T, Hamlin DJ, et al. Primary musculoskeletal tumors: examination with MR imaging compared with conventional modalities. *Radiology* 1987;164:237-241
13. Porter BA, Shields AF, Olson DO. Magnetic resonance imaging of bone marrow disorders. *Radiol Clin North Am* 1986;24:269-288
14. Moulopoulos LA, Varma DGK, Dimopoulos MA, et al. Multiple myeloma: spinal MR imaging in patients with untreated newly diagnosed disease. *Radiology* 1992;185:833-840
15. Smith SR, Williams CE, Davies JM, Edwards RHT. Bone marrow disorders: characterization with quantitative MR imaging. *Radiology* 1989;172:805-810
16. Zimmer WD, Berquist TH, McLeod RA, et al. Bone tumors: magnetic resonance imaging versus computed tomography. *Radiology* 1985;155:709-718
17. 안중모, 강흥식, 김주완, 석세일. 척추압박골절의 자기공명영상: 급성 및 만성외상과 전이성압박골절의 비교-신호강도와 조영증강을 중심으로. *대한방사선의학회지* 1993;29:1033-1038
18. Sugimura K, Yamasaki K, Hajime K, Tanaka Y, Kono M. Bone marrow diseases of the spine: differentiation with T1 and T2 relaxation times in MR imaging. *Radiology* 1987;165:541-544
19. Latour LL, Svoboda K, Mitra PP, Sotak CH. Time-dependent diffusion of water in a biological model system. *Proc Natl Acad Sci USA* 1994;91:1229-1233
20. Szafer A, Zhong J, Gore JC. Theoretical model for water diffusion in tissues. *Magn Reson Med* 1995;33:697-712

대한방사선의학회지 2000;43:349 - 355

J Korean Radiol Soc 2000;43:349 - 355

Diffusion-weighted MR Imaging of Bone Marrow in the Spine: Differentiations of Metastatic Compression Fracture, Benign Compression Fracture, & Spondylitis[1]

Byung Hak Rho, M.D., Woo Mok Byun, M.D., Won Gyu Park, M.D., Sang Ho An, M.D.[2], Yong Min Chang, Ph.D.[3], Kil Ho Cho, M.D., Jae Kyo Lee, M.D., Jae Ho Cho, M.D., Mi Soo Hwang, M.D., Jay Chun Jang, M.D., Bok Hwan Park, M.D.

[1]Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Yeungnam University
[2]Department of Rehabilitation Medicine, College of Medicine, Yeungnam University
[3]Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Kyungpook National University

Purpose: To determine the findings of diffusion-weighted magnetic resonance (MR) imaging of acute and chronic benign compression fracture, metastatic compression fracture, and spondylitis, and to differentiate between them.

Materials and Methods: Forty-nine cases with vertebral compression fractures (17 metastatic, 16 acute osteoporotic, 11 old osteoporotic, 5 acute traumatic) and seven with spondylitis (4 tuberculous, 3 pyogenic) underwent MR imaging. All cases were classified as belonging to one of four groups: A: acute osteoporotic and traumatic, B: metastatic, C: old osteoporotic, or D: spondylitic. For MR imaging, a 1.5-T scanner (Magnetom Vision, Siemens, Erlangen, Germany) was used, and the diffusion-weighted imaging sequence was based on reversed fast imaging with steady-state precession (PSIF) and a relatively low b value of about 150 sec/mm^2. Signal intensity characteristics were evaluated in terms of the contrast ratio (CR) and signal-to-noise ratio (SNR) of bone marrow.

Results: Diffusion-weighted MR imaging showed that signal intensity in group A was hypointense to adjacent normal vertebral bodies, but in group B, hyperintensity was noted. In group C, signal intensity was variable, while in group D, hyperintensity was again noted. Diffusion-weighted imaging revealed that in group A, bone marrow CR had a negative value, while in groups B and D, this value was positive ($p < .01$). The SNR of group D was lower than that of group B, but the difference was not statistically significant ($p > .01$).

Conclusion: Diffusion-weighted MR imaging revealed that the signal intensity of metastatic compression fracture and spondylitis was hyperintense to adjacent normal vertebral bodies, that of acute benign compression fracture was hypointense, and that of chronic benign compression fracture was variable. This modality is therefore useful for differentiating between metastatic compression fracture, spondylitis and acute benign compression fracture.

Index words : Magnetic resonance (MR), comparative studies
Magnetic resonance (MR), diffusion study
Osteoporosis
Spine, fractures

Address reprint requests to : Woo Mok Byun, M.D., Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Yeungnam University
317-1 Daemyungdong, Namgu, Taegu 705-717, Korea.
Tel. 82-53-620-3030 Fax. 82-53-653-5484

국외 개최 학술대회[2]

■ **SECOND INTERNATIONAL CONGRESS ON MR-MAMMOGRAPHY (2000년 9월 21-23일)**
venue: Fr. Schiller University, Jena, Germany.
contact:
(fax: 49-3641-934038;
E-mail: mrm2000@bach.med.uni-jena.de)

■ **ESUR 2000: 7TH EUROPEAN SYMPOSIUM ON UROGENITAL RADIOLOGY (2000년 9월 22-24일)**
venue: Royal College of Physicians, London, United Kingdom.
contact: Dr. Judith A.W. Webb, M.D., St. Bartholomew's Hosp., West Smithfield, London ECLA 7BE, United Kingdom.
(tel: 44-171-6018864; fax: 44-171-6018868;
E-mail: jkjessop@mds.qmw.ac.uk)

■ **ANNUAL MEETING AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY (2000년 9월 23-27일)**
venue: Hilton Hotel, New York, NY, USA.
contact: Barbara Rapp, 1891 Preston White Drive, Reston, VA 22091, USA.
(tel: 1-703-6488900; fax: 1-703-7164487)

■ **3RD CONFERENCE ASIAN PACIFIC ASSOCIATION FOR MEDICAL INFORMATICS (2000년 10월)**
venue: Hong Kong, Hong Kong.
contact: Dr. Sarah McGhee, dept. of Community Medicine, 7 Sassoon Road, Hong Kong, Hong Kong.
(tel: 852-28199193; fax: 852-28559528;
E-mail: smmcghee@hkucc.hku.hk)

■ **ANNUAL MEETING SOCIETY OF RADIOLOGISTS IN ULTRASOUND (2000년 10월)**
venue: Chicago, IL, USA.
contact: Suzanne Bohn,
1891 Preston White Drive, Reston, VA 20191, USA.
(tel: 1-703-6488997; fax: 1-703-2629313)

■ **ESDIR SEMINAR: THE IMPACT OF IT AND COMPUTER TECHNOLOGY ON THE FUTURE OF IMAGING (2000년 10월)**
venue: Istanbul, Turkey.
contact: T.E.A.M., Rookery House,
The Rookery, Newmarket, Suffolk CB8 8EQ, United Kingdom.
(tel: 44-1638-660220; fax: 44-1638-660202;
E-mail: esdir@team-events.co.uk)

■ **ERASMUS COURSE ON MAGNETIC RESONACE IMAGING (EMRI): MR OF THE BREAST IN STOCKHOLM (2000년 10월)**
venue: Stockholm, Sweden.
contact: Dr. Beata Bońe, Dept. of Diagn. Radiology, Huddinge University Hospital, S-14186 Huddinge, Sweden.
(E-mail: Beata.Bone@karo.ki.se)

■ **PRACTICAL TRAINING IN INTERVENTIONAL RADIOLOGY COURSE (2000년 10월 2-6일)**
venue: M.D. Anderson Cancer Center, Houston, TX, USA.
contact: Ken Wright, PhD, M.D. Anderson Cancer Center, Houston, Texas, Texas.
(tel: 1-713-7922733; fax: 1-713-7453034;
E-mail: kwright@di.mdacc.tmc.edu)

■ **SYMPOSIUM MAMMOGRAPHICUM 2000 (2000년 10월 4-6일)**
venue: University of York, York, United Kingdom.
contact: Caroline Roney Med. Conf. Org., Congress House, 65 West Drive, Cheam, Sutton, Surrey SM2 7NB, United Kingdom.
(tel: 44-208-6610877; fax: 44-208-6619036;
E-mail: info@conforg.com)

■ **10TH WORLD CONGRESS ON ULTRASOUND IN OBSTERICS AND GYNECOLOGY (2000년 10월 4-7일)**
venue: Zagreb, Croatia.
contact: Prof. a. Kurjak, Sveti Duh Hospital, Sveti Duh 64, HR-10000 Zagreb, Croatia.
(tel: 385-1-3745537; fax: 385-1-3745534;
E-mail: asim.kurjak@public.srce.hr)

■ **5TH CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF MUSCULOSKELETAL ULTRASONOGRAPHY (ISMUS) (2000년 10월 4-7일)**
venue: Holiday Inn, congress hall, Prague, Czech Republic
contact: Jan Poul Assoc. Prof. MD, Phd., Univ. Children's Hospital, Cernopolni 9, 662 63 Brno, Czech Republic.
(tel: 420-5-45122111; fax: 420-5-574616;
E-mail: jpoul@mail.muni.cz)

■ **PRACTICAL TRAINING IN INTERVENTIONAL RADIOLOGY COURSE (2000년 10월 16-20일)**
venue: Tianjin, China.
contact: qi Ji, MD,
China.
(fax: 86-22-23361365;
E-mail: radio@sun.fchospital.org)

■ **XV INTERNATIONAL CONGRESS OF HEAD AND NECK RADIOLOGY (2000년 10월 18-21일)**
venue: New Sky Hotel, Kumamoto, Japan.
contact: Dept. of Radiology, Kumamoto University Hospital, 1-1-1 Honjo, Kumamoto 860-8556, Japan
(tel: 81-96-3735261-2; fax: 81-96-3624330;
E-mail: yuku@kaiju..medic.kumamoto-u.ac.jp)