

골다공증에 동반된 척추골절의 골 SPECT 소견

가톨릭대학교 의과대학 방사선과학교실

백준현 · 박영하 · 인연권 · 김성훈 · 정용안 · 유이령 · 김지영 · 정현석 · 손형선 · 정수교

Osteoporotic Vertebral Fractures: SPECT findings

Jun Hyun Baik, M.D., Young Ha Park, M.D., Yon Kwon Ihn, M.D., Sung Hoon Kim, M.D., Yong An Chung, M.D., Je Ryung Yoo, M.D., Jee Young Kim, M.D., Hyun Seok Jung, M.D., Hyun Seon Sohn, M.D., Soo Kyo Chung, M.D.

Department of Radiology and Nuclear Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the usefulness of single photon emission computed tomography (SPECT) of bone using Tc-99m MDP in the diagnosis of osteoporotic vertebral fractures. **Materials and Methods:** Thirty two patients with osteoporotic vertebral fracture were included in this study (mean age: 67±8, male: 5, female: 27). Seventy nine vertebral fractures were detected (38 thoracic/thoracolumbar lesions and 41 lumbar lesions), which were classified by type of deformity (wedge, biconcave or compression). The patterns and locations of increased uptakes were examined and analyzed. **Results:** Forty seven wedge fractures, 20 biconcave fractures and 12 compression fractures were found. Diffuse and asymmetric uptakes were common in fractured bodies. More than one uptake were examined in 69 posterior elements of fractured vertebrae (87.3%) including 40 of 47 wedge fractures (85.1%), 17 of 20 biconcave fractures (85.0%) and 12 of 12 compression fractures (100%). Wedge fractures were predominant fracture in thoracic/thoracolumbar spine whereas incidence of biconcave or compression type was similar to that of wedge fracture in lumbar spine ($p=0.04$). Spinous process uptake was more frequently seen in lumbar lesions than thoracic/thoracolumbar lesions ($p=0.009$). Facet joint uptake in biconcave fracture was more common in lumbar spine (92.3%) than thoracic/thoracolumbar spine (57.1%). Spinous process uptake in biconcave fracture was also more frequently detected in lumbar spine ($p=0.043$). **Conclusion:** Bone SPECT was useful in the evaluation of osteoporotic vertebral fracture, especially posterior elements of vertebrae. (Korean J Nucl Med 38(6):522-527, 2004)

Key Words: Osteoporosis, Vertebral fracture, Bone SPECT

서 론

척추 골절은 골다공증 환자에서 가장 흔히 발생하는 골절로 미국의 경우 백인 여성의 40%, 남성의 13% 에서 발생한다고 한다.^{1,2)} 척추 골절은 연령 증가에 따라 발병율이 증가하여, 50세 여성의 경우 5%, 85세 여성의 경우 50%에 달한다.³⁾ 척추 골절 환자에서 통증을 동반하는 경우가 약 50%이고, 실제 임상적으로 진단되는 경우는 33%에 불과하며, 나머지는 우연히 발견된다고 한다.⁴⁾ 그러나, 척추 골절은 급성 및 만성 통증, 척추 후만증

(kyphosis), 신장 감소, 기능적 장애 등을 초래하며, 골절 후 사망률이 증가한다는 보고도 있다.⁴⁻⁶⁾ 척추 골절이 발생하게 되면, 다른 부위의 척추 골절이 3년 이내에 발생할 확률이 증가되어, 척추 골절의 과거력은 그 자체가 새로운 골절 발생의 위험요인으로 알려져 있다.⁷⁾ 따라서, 골다공증에 따른 척추 골절은 조기 진단과 치료가 중요하다. 한편, 골다공증 환자에서 척추 통증은 골절 외에도 다양한 원인에 의해서 발생하며, 척추 골절이 있는 경우에도 골절이 통증의 단독 원인인 경우보다는 다른 원인 질환과 동반된 경우가 더 많기 때문에 골절뿐 아니라 동반된 질환을 정확히 진단하여 치료하는 것이 중요하다.⁸⁾

척추 골절의 진단에는 단순 골 사진이 주로 이용되는데, 중등도 이상의 척추 골절 환자에서도 진단율이 50% 정도에 불과할 뿐 아니라,⁹⁾ 골절이 진단되더라도 임상 증상과의 연관성이 낮다고 알려져 있다.¹⁰⁾ 골스캔은 골 병변의 진단에 널리 이용되는 검사 방법으로 척추골절의 진단에도 우수한 것으로 알려져 있으며, 특히 급성 골절에서 강하게 섭취되어 만성 골절이나 척추 변

• Received: 2004. 10. 26. • Accepted: 2004. 12. 7.
• Address for reprints: Soo Kyo Chung, M.D., Departments of Radiology and Nuclear Medicine, The Catholic university of Korea, Kangnam St. Mary's hospital, #505 Banpo-dong, Seocho-gu, Seoul 137-040, Korea.
Tel: 82-2-590-1752, Fax: 82-2-593-2992
E-mail: skchung@catholic.ac.kr

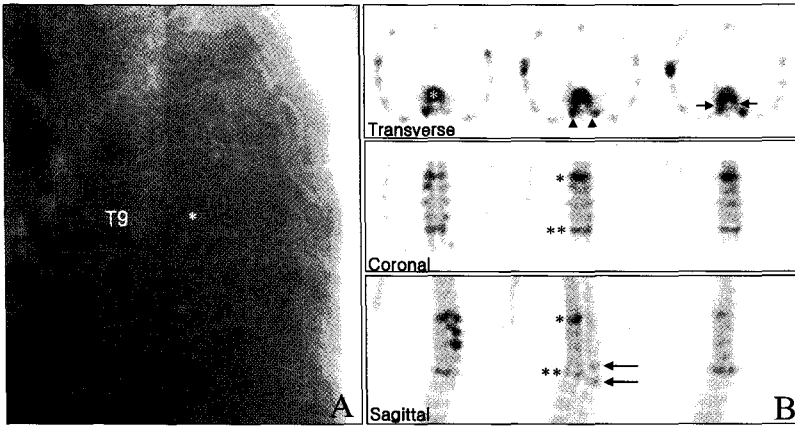


Fig. 1. A 67-year-old man with compression fracture of the ninth thoracic vertebral body. (A) Lateral radiogram of thoracolumbar spine shows diffuse compression deformity of the ninth thoracic vertebral body (T9) with diffuse osteoporosis and thinning of cortical margin (*). (B) Bone SPECT portrays diffuse and focal hot uptakes in the ninth thoracic vertebral body (*) with increased uptakes at both pedicles (arrows) and facet joint areas (arrowheads). Focal, symmetric increased uptake is also noted at the first lumbar vertebral body (**), suggesting old wedge fracture. Spinous processes (long arrows) of the twelfth thoracic and the first lumbar vertebrae show increased uptakes. On Sagittal images, focal hot uptakes are also seen at posterior elements of the tenth and the eleventh thoracic vertebrae, which are not associated with vertebral body fracture.

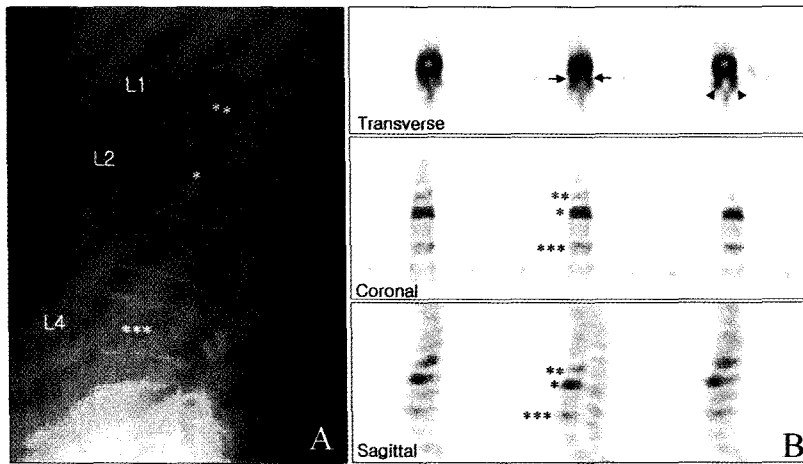


Fig. 2. A 59-year-old woman with wedge fracture at the second lumbar vertebral body. (A) Lateral radiogram of lumbar spine shows wedge deformities at the first (**) and second (*) lumbar vertebral bodies and biconcave deformity at the fourth lumbar vertebral body (***), with diffuse osteoporosis and mild facet sclerotic changes. (B) Bone SPECT shows diffuse symmetrical uptake in the second lumbar (*) vertebral body with increased uptakes at both pedicles (arrows) and facet joint areas (arrowheads). Focal increased uptake is seen at the fourth vertebral body. Faint diffuse uptake is also noted at the first lumbar vertebral body, suggesting an old stabilizing change.



Fig. 3. A 62-year-old woman with biconcave fracture at the third lumbar vertebral body. (A) Lateral radiogram of lumbar spine shows biconcave deformity of the third lumbar vertebral body (*) with diffuse osteoporosis and thinning of cortical margin. Anterior wedging deformity is noted at the twelfth thoracic (**) and the second lumbar (***) vertebral bodies. (B) Bone SPECT shows focal uptake at the central portion of the third lumbar vertebral body (*) with increased uptakes at both pedicles (arrows) and facet joint areas (arrowheads). Focal, asymmetric uptakes at the second lumbar vertebral body and the twelfth thoracic vertebral body are seen. Focal uptakes at posterior elements of the eleventh and the twelfth thoracic vertebrae are noted without vertebral fracture.

형과의 감별에 유용하며, 통증의 원인을 찾는 데도 도움을 준다. 그러나 해상도가 낮아서 골 섭취 병변의 해부학적 위치를 정확히 진단하는데 어려움이 있다. 근래 척추의 질환에 골 단일광자 방출전산화단층촬영(SPECT)을 시행한 보고에서 진단의 정확도를 높이고, 병변의 위치를 파악하는데 골 SPECT가 유용하였

다고 한다.^{11,12)} 저자들은 골다공증에 의한 척추 골절환자에서 골 SPECT를 시행하여, 척추 골절 형태와 골절 척추 위치에 따른 척추체와 척추 후방부의 골 섭취 증가 병변의 형태와 분포를 분석하여, 골다공증에 의한 척추골절에서 골SPECT의 유용성을 알아보려고 하였다.

Table 1. Uptake Patterns of Vertebral Body in Patients with Osteoporotic Vertebral Fractures

Type of fracture	Uptake in vertebral body				Total
	Diffuse	Focal	Symmetric	Asymmetric	
Wedge	27 (57.4 %)	20 (42.6 %)	13 (27.7 %)	34 (72.3 %)	47
Biconcave	14 (70.0 %)	6 (30.0 %)	4 (20.0 %)	16 (80.0 %)	20
Compression	8 (66.7 %)	4 (33.3 %)	3 (25.0 %)	9 (75.0 %)	12

Table 2. Type of Vertebral Fractures and Uptakes of Posterior Elements of Vertebrae in Patients with Osteoporotic Vertebral Fractures

Type of fracture	Posterior element				No uptake	Total
	Pd*	FJ†	PI‡	SP§		
Wedge	30 (63.8 %)	33 (70.2 %)	3 (6.4 %)	7 (14.9 %)	7 (14.9 %)	47
Biconcave	10 (50.0 %)	16 (80.0%)	3 (15.0 %)	9 (45.0%)	3 (15.0 %)	20
Compression	11 (91.7 %)	9 (75.0 %)	1 (8.3 %)	5 (41.7 %)	0 (0 %)	12

*: pedicle, †: facet joint, ‡: pars interarticularis, §: spinous process

대상 및 방법

방사선학적 검사상 골다공증에 의한 척추 골절이 있었던 32명의 환자를 대상으로 하였다. 평균 연령은 67±8세였으며, 남자 5명, 여자 27명이었다. 척추는 첫 번째 흉추부터 첫 번째 요추까지를 흉부 및 흉요추부 척추로, 나머지 요추를 요추부 척추로 분류하였다. 척추 골절은 환자의 임상 소견, 단순사진, 자기공명영상(MRI), 전산화단층촬영(CT) 등의 영상소견으로 진단하였으며, 32 명의 환자에서 79개의 척추골절이 발견되었다. 흉부 및 흉요추부 척추 골절이 38개, 요추부 척추 골절이 41개 발견되었다. 척추체의 골절 형태는 측면 척추 단순촬영 사진에서 보이는 척추체의 압박 형태에 따라 췌기형, 양요형, 압박형으로 분류¹³⁾하였고(Fig. 1-3) 이와 동반된 퇴행성 변화의 유무를 분석하였다.

Tc-99m methylene diphosphonate (MDP) 750 MBq을 정맥주사하고 3시간 후 전신 골스캔 영상을 얻은 후, 골절이 있는 척추 부위의 SPECT를 시행하였다. 저에너지 고험상도 조준기를 이용하여 이중검출 감마카메라(E-Cam, Siemens, Germany)에서 6°간격의 60개의 투사영상을 각각30초 동안 획득하고, butterworth 필터를 사용하여 여과후역투사방법으로 영상을 재구성하였다.

골 SPECT는 두 명의 핵의학 전문의가 독립적으로 판독하였고 이견이 있는 경우 협의 하에 판독하였다. 척추체의 SPECT소견은 골절된 척추체의 골섭취 양상에 따라 국소성, 미만성으로, 대칭성 여부에 따라 대칭성, 비대칭성으로 분류하였다. 척추 후방부의 SPECT소견은 척추경(pedicle), 척추 후관절(facet joint), 관절간부(pars interarticularis), 극상 돌기(spinous process)의 골 섭취 증가 병변으로 분류하였다. 척추체 골절 형태에 따른 골 SPECT 소견에 차이가 있는지를 분석하였다

(chi-square test). 또한 척추 부위에 따른 척추체 압박골절 형태와 골 SPECT 소견에 차이가 있는지 분석하였다.

결 과

79개의 척추체 압박 골절 중 췌기형 병소가 47개, 양요형 병소가 20개, 압박형 병소가 12개이었다. 단순 척추사진, CT 혹은 MRI에서 퇴행성 변화를 발견할 수 있었던 예는 모두 56에(70.9%)였다. 췌기형 병소에서 34개(72.3%), 양요형에서 15개(75%), 압박형에서 7개(58.3%)가 발견되었다.

1. 척추체와 척추 후방부의 골섭취

골 SPECT에서는 척추체의 섭취 증가가 모든 예에서 관찰되었으며, 골절의 형태와 관계없이 국소성 보다는 미만형이, 대칭성 보다는 비대칭성 골 섭취 증가가 많았다(Table 1). 척추 후방부(post element)에 병소가 발견된 경우는 69개(87.3%)였으며, 췌기형이 40개(85.1%), 양요형 17개(85.0%), 압박형 12개(100%)에서 관찰되었다(Table 2). 골절 형태에 따른 척추 후방부 섭취 분포의 차이는 없었다.

2. 척추 부위에 따른 골섭취 양상

흉부 및 흉요추부 척추에서는 췌기형 골절이 많은 반면, 요추부 척추에서는 골절형태 분포가 비교적 균일한 것으로 나타났다(p=0.040, Table 3). 극상돌기의 골섭취는 흉부 및 흉요추부 척추 골절의 5예(13.2%)에서 있었던 반면 요추부 척추 골절에서는 16개(39.0%)에서 발견되어 분포의 차이가 있었다(Table 4, p=0.009). 척추경, 척추 후관절, 관절간부의 골섭취 빈도는 흉부

Table 3. Difference of Fracture Type on Lateral Radiogram between Thoracic/Thoracolumbar Spine and Lumbar Spine (χ^2 - test)

	Type of fracture*			Total
	Wedge	Biconcave	Compression	
Thoracic / thoracolumbar spine	28 (73.7 %)	7 (18.4 %)	3 (7.9 %)	38 (100 %)
Lumbar spine	19 (46.3 %)	13 (31.7 %)	9 (22.0 %)	41 (100 %)

*p=0.04

Table 4. Difference of Uptake of Spinous Process on Bone SPECT between Thoracic/Thoracolumbar Spine and Lumbar Spine (χ^2 - test)

	Uptake*	No uptake	Total
Thoracic / thoracolumbar spine	5 (13.2 %)	33 (86.8 %)	38 (100 %)
Lumbar spine	16 (39.0 %)	25 (61.0 %)	41 (100 %)

*p=0.009

Table 5. Differences of Uptake of Facet Joint and Spinous Process between Thoracic/Thoracolumbar Spine and Lumbar Spine in Patients with Biconcave Vertebral Fracture (χ^2 - test)

	Facet joint			Spinous process		
	Uptake [†]	No uptake	Total	Uptake [†]	No uptake	Total
Thoracic / thoracolumbar	4 (57.1 %)	3 (42.9 %)	7 (100 %)	1 (14.3 %)	6 (85.7 %)	7 (100 %)
Lumbar	12 (92.3 %)	1 (7.7 %)	13 (100 %)	8 (61.5 %)	5 (38.5 %)	13 (100 %)

*p=0.61, †p=0.043

및 흉요추부 척추와 요추부 척추 간에 유의한 차이가 없었다.

3. 골절 형태에 따른 골섭취 양상

요추부 척추에서는 양요형 골절 20개 중 13개(65%)와 압박형 골절 12개 중 9개(75%)가 나타나서 흉부 및 흉요추부 척추보다 많았다(Table 3). 통계적으로 유의하지는 않았지만, 양요형 골절 중 요추부 척추에서 발생한 경우 척추 후관절(facet joint)의 골섭취를 보인 경우가 12개(92.3%)인데 반해 흉부나 흉요추부 척추에 발생한 경우는 4개(57.1%)에서만 골섭취가 있었다(Table 5). 극상돌기의 골섭취에도 차이가 있어서 요추부가 8개(61.5%)인데 비해 흉부 및 흉요추부에서는 1개(14.3%)에서만 골섭취가 있었다(p=0.043). 그러나, 췌기형과 압박형 골절에서는 흉부 및 흉요추부 척추와 요추부 척추 간에 척추체와 척추 후방부의 골섭취 빈도에는 차이가 없었다.

고 찰

척추 골절은 골다공증 환자에서 흔히 발생하여, 급성 통증을 일으키는 질환으로 적절한 치료를 받지 못할 경우 만성 통증, 인접 척추 골절, 기능 장애, 척추 후만증 등을 일으킬 수 있는 질환이다.^{4,5)} 그러나, 통증이 없거나 경미한 경우로 실제 진단이 되는 경우는 전체 환자의 33%에 불과하고, 급성, 만성 혹은 무증상 골

절에서 치료 방법이 달라지기 때문에, 정확한 진단이 중요하다.^{4,14)} 또, 골절에 의한 통증이 있는 경우에도 골절 단독에 의한 경우보다 동반된 다른 병변과 같이 통증을 유발하는 경우가 많기 때문에 척추체 뿐 아니라 척추 후방부의 동반된 병변 진단이 중요하다.⁸⁾ 척추 골절의 진단에는 단순 촬영이 널리 이용되지만, 골절 진단이 어려울 뿐 아니라, 판독자간의 차이가 크며, 척추의 선천적 이상과의 감별이 쉽지 않다는 등의 문제점이 있다. 특히 척추 후방부의 동반된 병변은 발견이 어려우며 임상 증상과의 연관성이 떨어진다. CT 나 MRI 의 경우 척추체 골절 진단에는 우수하나, 척추 후방부 병변의 발견에는 어려움이 있고, 비용이 많이 드는 반면 한 번에 여러 부위를 검사할 수 없다는 단점이 있다. 이에 비해 골스캔은 급성 및 만성 골절의 구별이 가능하고, 한번의 검사로 척추 전체를 평가할 수 있다는 장점이 있는 반면, 해상도가 낮아 위치 구별에 어려움이 있다. 본 연구에서는 골 SPECT를 이용하여 골 섭취부위를 보다 명확히 알 수 있었으며, 특히 척추 골절과 동반된 척추 후방부의 병변을 진단하는데 SPECT가 유용하였다.

저자들의 결과, 골절의 형태와 관계 없이 골절된 척추체에서 가장 흔한 골섭취 형태는 미만성, 비대칭성 섭취였다. 골절된 척추의 87.3%에서 척추 후방부의 골 섭취 병변이 발견되었다. 척추 후관절(facet joint)에서 병변이 발견된 경우는 58개(73.4%)로 Cook등⁷⁾의 결과와 비슷했다.⁸⁾ 통계적으로 유의하지는 않았

지만, 척추체의 골절 형태에 따라 척추 후방부의 골 섭취율은 약간의 차이를 보였다. 관절경의 경우 압박 골절의 91.7%에서 발견되어, 췌기형(63.8%)이나 양요형 골절(50.0%) 보다 높았으며, 극상 돌기의 경우 양요형과 압박형 골절의 45%, 41.7%에서 발견되어, 췌기형의 14.9%보다 높았다. 골절의 형태에 따라 골 섭취율의 변화를 보이는 것은 골절이 발생하는 형태에 따라 척추 후방부에 가해지는 변성(strain)이 달라지기 때문인 것으로 생각된다. 한편, 척추의 위치에 따라 골절의 형태도 달라져서 흉부나 흉요추부 척추에서 양요형이나 압박형 골절이 적는데 반해서 요추부 척추에서는 상대적으로 양요형이나 압박형 골절의 비율이 높았다. 이는 흉추가 요추보다 크기가 작고 척추체의 뒤쪽 보다는 앞쪽에 하중을 더 많이 받기 때문에 흉추에서는 췌기형 골절이 빈번하게 발생하기 때문인 것으로 생각된다.

흉부나 흉요추부 척추에 발생한 양요형 골절의 경우 척추 후관절의 섭취 증가가 57.1%인 반면, 요추부 척추에서 발생한 양요형 골절의 경우 92.3%에서 척추 후관절의 섭취 증가를 보여서, 후관절 병변의 발생에 골절 형태 보다는 골절이 발생한 부위에서의 하중 방향이 더 중요함을 시사하는 결과로 생각된다. 극상 돌기의 경우 췌기형 골절이 많은 흉추에서는 섭취율이 낮고, 양요형이나 압박형 골절이 많은 요추부 척추에서는 섭취율이 높았다. 이러한 척추 후방부 병변은 골절에 의한 물리적 변형(strain) 혹은 이차적인 퇴행성 변화를 유발하여 만성적 증상의 원인이 될 수 있다고 한다. 한 연구에 따르면, 척추 통증 환자의 골 SPECT상 척추 후관절의 섭취 증가가 있는 경우 그렇지 않은 경우에 비해 국소적 주입요법에 보다 잘 반응하여, 골 SPECT가 치료의 반응을 예측하는데 도움을 준다고 한다.¹⁵⁾ 골다공증 환자에서 골 스캔을 시행할 경우, 골다공증 치료에서 추가 골절 예방으로, 골절 치료에서 통증을 유발하는 다른 부위의 치료를 전환하는 등 환자의 30%에서 치료 방침의 변화가 있다고 한다.⁸⁾ 이러한 보고는 골다공증에 동반된 척추 골절에서 SPECT가 병변의 진단뿐 아니라 치료 방향 결정, 치료 반응 예측에도 중요한 역할을 할 수 있음을 시사한다. 또한, 골절로 인해 척추 만곡에 변형이 발생하고 시간 경과에 따라 인접한 척추의 골절을 일으킬 가능성이 점차 증가한다고 한다.⁷⁾ 척추 골절 환자의 추적 검사에 골SPECT가 이용될 경우 이러한 변화를 조기 진단하는데도 도움이 될 것으로 생각된다.

요 약

목적: 본 연구는 골다공증에 의한 척추 골절 환자를 대상으로 골SPECT를 시행하고 골 섭취 증가 병변의 형태와 분포를 분석하여, 척추 골절에서 골SPECT의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 골다공증에 의한 척추 골절이 있었던 32명의 환자를 대상으로 하였다. 평균 연령은 67±8세였으며, 남자 5명, 여자 27명이었다. 79개의 척추골절이 발견되었으며, 병소는 흉부 및 흉요추부 척추가 38개, 요추부 척추가 41개였다. 척추체의 골절 형태는 압박 형태에 따라 췌기형, 양요형, 압박형으로 분류하였고, SPECT 상 척추체의 골 섭취 증가 병변은 국소성 혹은 미만성, 대칭성 혹은 비대칭성으로 분류하였다. 척추 후방부의 SPECT 소견은 척추경, 척추 후관절, 관절간부, 극상 돌기의 골 섭취 증가 병변 유무로 분류하였다. 척추체 골절 형태와 골절 척추의 위치에 따른 골 SPECT 소견에 차이가 있는지를 분석하였다. **결과:** 79개의 척추체 압박 골절 중 췌기형 병소가 47개, 양요형 병소가 20개, 압박형 병소가 12개이었다. 골 SPECT에서는 척추체의 섭취 증가가 모든 예에서 관찰되었으며, 골절의 형태와 관계없이 국소형 보다는 미만형이, 대칭성 보다는 비대칭성 골 섭취 증가가 많았다. 척추 후방부에 병소가 발견된 경우는 69개(87.3%)였으며, 췌기형이 40개(85.1%), 양요형 17개(85.0%), 압박형 12개(100%)에서 관찰되었다. 흉부 및 흉요추부 척추에서는 췌기형 골절이 많은 반면, 요추부 척추에서는 골절형태 분포가 비교적 균일한 것으로 나타났다(p=0.04). 극상돌기의 골 섭취는 흉부 및 흉요추부 골절의 5예(13.2%)에서 있었던 반면 요추부 척추 골절에서는 16개(39.0%)에서 발견되어 분포의 차이가 있었다(p=0.009). 요추부 척추에서 발생한 양요형 골절에서 척추 후관절에 골 섭취 증가를 보인 경우가 12개(92.3%)인데 반해 흉부 및 흉요추부 척추에 발생한 경우 4개(57.1%)에서만 골 섭취 증가 병변이 있었다. 극상돌기의 골섭취에도 차이가 있어서 요추가 8개(38.5%)인데 비해 흉부 및 흉요추부 척추에서는 1개(14.3%)에서만 골섭취가 있었다(p=0.043). **결론:** 골SPECT는 골다공증에 의한 척추 골절 진단에 유용하며, 특히 척추 후방부의 골 섭취 증가 병변의 평가에 유용하였다.

References

- Melton LJ III, Lane AW, Cooper C, Eastell R, O'Fallen WM, Riggs BL. Prevalence and incidence of vertebral deformities. *Osteoporos Int* 1993;3:113-9.
- Cummings SR, Black DM, Rubin SM. Lifetime risks of hip, Colles', or vertebral fracture and coronary heart disease among white postmenopausal women. *Arch Intern Med* 1989;149:2445-8.
- Melton LJ III, Kan SH, Frye MA, Wahner HW, O'Fallon WM, Riggs BL. Epidemiology of vertebral fractures in women. *Am J Epidemiol* 1989;129:1000-11.
- Ross PD. Clinical consequences of vertebral fractures. *Am J Med* 1997;103:30S-43S.
- Cortet B, Houvenagel E, Puisieux F, Roches E, Garnier P, Delcambre B. Spinal curvatures and quality of life in women with vertebral fractures secondary to osteoporosis. *Spine* 1999;24:1921-5.
- Pluijm SMF, Tromp AM, Smit JH, Deeg DJH, Lips P. Consequences of

- vertebral deformities in older men and women. *J Bone Miner Res* 2000;15:1564-72.
7. Cortet B, Roches E, Logier R, Houvenagel E, Gaydier-Souquieres G, Puisieux F, et al. Evaluation of spinal curvatures after a recent osteoporotic vertebral fracture. *Joint Bone Spine* 2002;69:201-8.
 8. Cook GJR, Hannaford E, See M, Clarke SEM, Fogelman I. The value of bone Scintigraphy in the evaluation of osteoporotic patients with back pain. *Scand J rheumatol* 2002;31:245-8.
 9. Gehlbach SH, Bigelow C, Heimisdottir M, May S, Walker M, Kirkwood JR. Recognition of vertebral fracture in a clinical setting. *Osteoporos Int* 2000;11:577-82.
 10. Grey C, Young R, Bearcroft PW, Compston JE. Vertebral deformity in the thoracic spine in post-menopausal women: value of lumbar spine bone density. *Br J Radiol* 1996;69:137-42.
 11. Littenberg B, Siegel A, Tosteson AN, Mead T. Clinical efficacy of SPECT bone imaging for low back pain. *J Nucl Med* 1995;36:1707-13.
 12. De Maeseneer M, Lenchik L, Everaert H, Marcellis S, Bossuyt A, Osteaux M, et al. Evaluation of lower back pain with bone Scintigraphy and SPECT. *Radiographics* 1999;19:901-12.
 13. Eastell R, Cedel SL, Wahner HW, Riggs BL, Melton LJ III. Classification of vertebral fractures. *J Bone Miner Res* 1991;6:207-15.
 14. Tamayo-Orozco J, Arzac-Palumbo P, Peon-Vidales H, Mota-Bolfeta R, Fuentes F. Vertebral fractures associated with osteoporosis: patient management. *Am J Med* 1997;103:44S-50S.
 15. Dolan AL, Ryan PJ, Arden NK, Stratton R, Wedley JR, Hamann W, et al. The value of SPECT scans in identifying back pain likely to benefit from facet joint injection. *Br J Rheumatol* 1996;35:1269-73.