

척추 병적 골절 진단에서 Fluorine-18 Fluorodeoxyglucose 양전자방출단층촬영의 유용성

전창훈 · 윤준기[#] · 조재현[§] · 정남수 · 양영모

아주대학교 의과대학 정형외과학교실, 핵의학과학교실[#], 진단 방사선학교실[§]

Usefulness of Fluorine-18 FDG-PET In the Diagnosis of Vertebral Pathologic Fracture

Chang-Hoon Jeon, M.D., Joon-Kee Yoon, M.D.[#], Jae-Hyun Cho, M.D.[§],
Nam-Su Chung, M.D., Young-Mo Yang, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Department of Nuclear Medicine and Molecular Imaging[#],
Department of Diagnostic Radiology[§], Ajou University School of Medicine*

– Abstract –

Study Design: A prospective study of the reproducibility of F-18 FDG-PET.

Objectives: The purpose of this study was to determine whether F-18 FDG-PET had value in distinguishing between vertebral pathologic fractures and osteoporotic compression fractures.

Summary of Literature Review: There were many reports in the literature about vertebral pathologic disease studied with F-18 FDG-PET, but few about the distinction between pathologic and benign causes in fractured vertebrae.

Materials and Methods: Twenty-nine patients with vertebral fractures that did not result from major trauma, who were admitted to our hospital from December 2002 to May 2004, were included in this study; and all of them were evaluated with MRI and F-18 FDG-PET. Their final diagnoses were confirmed by biopsy (n=12) or clinical follow-up (n=17). There were 18 cases of vertebral compression fractures, 11 cases of pathologic fractures (4 cases of tumor lesions and 7 cases of pyogenic spondylitis). F-18 FDG-PET images of those patients were interpreted as vertebral compression fractures or pathologic fractures by one nuclear medicine specialist and one radiology specialist without any clinical or radiologic information. The sensitivity and specificity of MRI and F-18 FDG-PET for the diagnosis of vertebral pathologic fractures were calculated and compared.

Results: Twenty-four (82.8 %) of 29 cases demonstrated a coincidence between MRI and F-18 FDG-PET interpretations. The sensitivity of F-18 FDG-PET for the diagnosis of vertebral pathologic fractures was 90.9 % and the specificity was 88.9 %. The sensitivity of MRI was 81.8% and the specificity was 83.3%. F-18 FDG-PET demonstrated a higher sensitivity and specificity, and these were statistically insignificant differences.

Conclusions: F-18 FDG-PET is a useful method for determining the differential diagnosis of vertebral pathologic fractures, with high sensitivity and specificity.

Key Words: Spine, F-18 FDG-PET, MRI, Pathologic fracture

Address reprint requests to

Nam-Su Chung, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Ajou University School of Medicine
San 5 Wonchundong, Paldalku, Suwon, Kyounggido, Korea
Tel: 82-31-219-5220, Fax: 82-31-219-5229, E-mail: bone@ajou.ac.kr

서 론

병적 골절은 비정상적인 뼈에 생긴 골절(fracture of abnormal bone)로 정의하며, 골다공증이나 골연화증 등의 대사성 질환이나 감염, 원발성 혹은 전이성 종양 등에 의한 병적 전구 상태(predisposing pathological condition)의 뼈에서 일상 활동이나 경미한 외상에 의해 골절이 발생하는 경우를 의미한다¹⁾. 골밀도 감소로 인한 척추 압박 골절은 임상에서 흔히 접하게 되는 병적 골절로서, 대부분의 경우 안정성 골절이며 보존적으로 치료하여도 대개 양호한 결과를 보인다. 환자의 연령 및 성별, 외상 기전, 과거력, 골밀도 검사, 이학적 검사, 방사선학적 소견 등을 종합하여 진단하고, 임상적 및 방사선학적 추시로 확인하게 된다²⁾.

척추 골절 환자의 내원시 골밀도 감소에 의한 골절(이하 단순 압박 골절)과 다른 병적 조건에 의한 골절(이하 병적 골절)을 구별하는 것은 매우 중요하다. 자기 공명 영상 검사나 골주사 검사는 감염이나 종양 병변의 진단에 매우 유용한 것으로 보고되었으나^{3,4,5,6,7,8)}, 일단 골절이 발생한 상태에서는 단순 압박 골절과 병적 골절을 감별하는 것이 어려운 경우가 흔히 있다.

Fluorine-18 fluorodeoxyglucose (FDG) 양전자방출단층촬영은 종양세포나 염증세포에서 다른 세포에서보다 특이적으로 포도당 대사율이 증가되는 원리를 이용한 검사이므로 조직간의 수소 원자 차이를 반영하는 자기 공명 영상 검사나 골모세포의 활성화 혹은 혈류 증가를 반영하는 골주사 검사에 비해 보다 직접적인 검사이며, 병변 초기의 감지가 가능하다⁹⁾. 과거에는 고비용과 시설의 어려움으로 이용에 제한이 있었으나 최근 핵의학 분야의 급속한 발달로 인해 위장 질환이나 폐질환, 유방 질환, 두경부 질환 등에서 종양의 초기 감지나 근골격계 전이 검사에 그 활용이 증가되고 있다¹⁰⁾.

본 저자들은 척추 골절로 내원한 환자 중에서 골밀도 감소에 의한 골절과 다른 병적 원인에 의한 골절의 F-18 FDG 양전자방출단층촬영 결과를 분석하여, 감별 진단에서 그 임상적 유용성을 알아보려고 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

2002년 12월부터 2004년 5월까지 본원 정형외과에 내원한 척추 골절 환자 중에서 자기 공명 영상과 F-18 FDG 양전자방출단층촬영을 모두 시행한 총 29례의 환자를

대상으로 하였다. 수상 기전은 경한 교통사고가 1례였고, 나머지는 넘어지는 등 일상 생활에서의 가벼운 외상 후에 발생하였거나 외상없이 생긴 요통이었다. 대상 환자의 평균 연령은 66±11.6세(37~83세)였고, 성별 분포는 남자가 13례, 여자가 16례였다. 대상 환자 중 12례는 생검이나 천자 검사에 의한 조직 병리학적 진단을 하였으며, 17례는 6개월 이상 (평균 14±7.2개월: 6~35개월)의 임상적 및 방사선학적 추시로 임상적 진단을 확인하였다. 분석에 사용된 총 29례의 임상적 또는 조직학적 최종 진단은 단순 압박 골절이 18례, 병적 골절 11례 (종양 병변 4례; 다발성 골수종 2례와 전이암 2례, 척추체염 7례)였다(Table. 1).

단순 압박 골절 18례의 평균 연령은 70±8.7세 (52~83세), 병적 골절 11례의 평균 연령은 59±12.8세 (37~83세)로 단순 압박 골절군이 통계학적으로 유의 있게 높은 연령 분포를 보였다(t-test: P=0.01).

2. MRI 및 F-18 FDG-양전자방출단층촬영 방법

1) MRI 촬영

앙와위에서 fast spin echo sagittal T2-weighted image와 T1-weighted image를 각각 TR/TE 4000/70 msec와 600/14 msec, echo train length 8, 3과 8, 2 acquisition, 3 mm slice thickness, 0.5 mm gap, FOV (field of view) 259×260 mm, matrix 480×224로 촬영하였고, fast spin echo axial T2WI와 T1WI를 각각 TR/TE 4800/120 msec와 700/10 msec로 echo train length 8, 2 acquisition, 4 mm slice thickness, 1 mm gap, FOV 200×200 mm, matrix 480×224와 512×192로 촬영하였다. 이어 15cc gadolium DTPA를 정맥 주사하고 바로 조영후 fast spin echo axial 및 sagittal T1WI를 각각 TR/TE 700/10 msec, echo train length 8, 2 acquisition, 4 mm slice thickness, 1 mm gap, FOV 200×200 mm와 259×259 mm, matrix 512×192와 512×256으로 촬영하였다.

2) F-18 FDG 양전자방출단층촬영

총 29례의 대상 환자 중 20례의 환자에게는 coincidence detection (CoDe) PET를 시행하였고, 9례의 환자에게는 PET/CT를 시행하였다. 대상 환자들은 최소 4시간의 금식 후, CoDe PET는 185 MBq의 fluorine-18 FDG를, PET/CT는 370 MBq의 fluorine-18 FDG를 정주하고 이어 한 시간의 휴식 및 배뇨 후 촬영되었다. CoDe PET는 5/8-inch-thick NaI (TI) crystals의 dual-head gamma camera (Varicam[®]; Elscint, Haifa, Israel)로 촬영되었다. PET/CT는 Discovery ST scanner[®] (General Electric Medical Systems)를 이용하여 CT data는 tube-rotation time, 1 s per

revolution; 120 kV; 70 mA; 7.5 mm per rotation; acquisition time of 60.9 s for a scan length of 867 mm로 구하였다. 2-dimensional mode로 7-8 프레임 (3 min per frame)의 emission PET data를 얻어 600 mm의 field of view와 5-mm slice thickness로 재구성하였다. PET/CT시행 환자에서 정주된 양과 체중에 따라 average standardized uptake value를 계산하였다.

3. MRI 및 F-18 FDG-양전자방출단층촬영 판정 및 통계학적 분석 방법

대상 환자의 F-18 FDG-양전자방출단층촬영 영상을

공동 저자인 핵의학의 (판독자 1)와 방사선의 (판독자 2)가 각각 독립적으로 판독하였다. 대상 환자의 골절 부위 (fractured level) 이외의 임상적, 방사선학적 정보는 주어지지 않았고, F-18 FDG-양전자방출단층촬영 영상들을 무작위로 순서를 바꾸어 각각 3회 주어지고, 2회 이상 같은 소견으로 판정한 것을 그 최종 판정으로 하였다.

F-18 FDG-PET의 판독 기준은 병변에서 F-18 FDG의 섭취 정도가 간 섭취보다 높고, 균일하거나 (homogeneous), 국소적 (localized)인 경우를 병적 골절로 판정하였으며, 간 섭취보다 낮으며, 균일하지 않은 (heterogeneous) 양상을 보이는 경우 단순 압박 골절로 판정하였다. standardized uptake value (SUV)는 참고 되지 않았다.

Table 1. Patients data

Patient	Sex	Age	Level	MRI	SUV*	PET (1)**	PET (2)***	Bx.#	F/U (mo)#	Final diagnosis
1	F	66	T12,L1,2,3	tumor	-	pathologic	pathologic	+		multiple myeloma
2	M	72	T10,11	benign	-	pathologic	benign	+		spondylitis
3	F	81	T11,L1	benign	-	benign	benign	-	35	VCF###
4	F	63	T8	benign	-	benign	benign	-	12	VCF
5	M	57	C7	metastasis	-	pathologic	pathologic	+		metastasis
6	F	81	L4	benign	-	benign	benign	-	13	VFC
7	M	52	L5,S1	spondylitis	-	pathologic	pathologic	+		spondylitis
8	F	73	T12,L1	benign	-	benign	benign	-	17	VCF
9	M	71	T11,12	benign	-	benign	benign	+		VCF
10	M	52	L1,2	benign	-	benign	benign	-	10	VCF
11	F	83	T12	benign	-	benign	benign	-	18	VCF
12	F	78	L1	benign	-	benign	benign	-	10	VCF
13	M	68	L1	benign	-	benign	benign	-	14	VCF
14	F	62	L1	benign	-	benign	benign	-	25	VCF
15	F	71	T12,L1	benign	-	benign	benign	-	18	VCF
16	M	76	L3	benign	-	benign	benign	-	6	VCF
17	F	72	L1	equivocal	-	pathologic	benign	+		VCF
18	M	37	L2,3	benign	-	pathologic	pathologic	+		spondylitis
19	F	80	L2,3	metastasis	-	pathologic	pathologic	+		VCF
20	F	83	L4,5	spondylitis	-	benign	benign	-	21	spondylitis
21	F	46	L1,2,3,4,5	metastasis	5.96	pathologic	pathologic	-	10	metastasis
22	F	62	T4,6,7,8,9	benign	1.97	benign	benign	-	8	VFC
23	M	51	T8	tumor	5.23	pathologic	pathologic	+		multiple myeloma
24	F	63	T7	benign	3.20	benign	benign	-	6	VCF
25	F	61	T7	metastasis	2.71	benign	benign	+		VCF
26	M	67	L4,5	spondylitis	3.08	pathologic	pathologic	-	7	spondylitis
27	M	66	L3	benign	3.19	benign	benign	-	8	VCF
28	F	63	L5,S1	spondylitis	3.60	pathologic	pathologic	+		spondylitis
29	M	57	L5,S1	spondylitis	5.41	pathologic	pathologic	+		spondylitis

SUV* : standardized uptake value

PET(1)** : PET read by nuclear medicine specialist

PET(2)*** : PET read by radiologic specialist

Bx# : histopathologic diagnosis

F/U(mo)# : clinical and radiologic follow-up duration in months

VCF### : vertebral compression fracture

MRI는 F-18 FDG-PET의 촬영 전에 방사선의 (관독의 2)에 의해 관독 되었던 것으로 다음과 같은 소견이 두 가지 이상 보이는 경우를 병적 골절로 판정하였는데, 1) 골절된 척추체의 지방성 골수가 전혀 보이지 않을 때, 2) 경막외 공간이나 척추체 주변으로 종괴를 형성하였을 때, 3) 후면 피질골이 둥글게 튀어 나왔을 때, 4) 골절의 양상보다 골파괴가 현저하게 클 때, 5) 골 부종이 골절면을 따르지 않고 동심원을 보일 때, 6) 골절된 척추체 이외에도 골수 침범이 다른 척추체에서도 다수 관찰될 때 등이었다(Fig. 1, 2).

최종 진단을 기준으로 병적 골절과 단순 압박 골절 진단에 대한 MRI관독의 민감도와 특이도, 정확도를 계산하였고, 두 측정자가 측정한 F-18 FDG-PET 판정의 민감도와 특이도, 정확도를 각각 계산하였다. chi-square test를 이용하여 MRI와 F-18 FDG-PET의 민감도와 특이도, 정확도 간에 차이가 있는지 분석하였다. 측정자간 오차 및 측정자내 오차를 Pearson correlation test를 이용하여 분석하였다.



Fig. 1. 51-year old male with T8 fracture, histopathologically diagnosed as multiple myeloma. MRI shows round-protruded posterior cortex and destructed pattern rather than fractured, F-18 PET shows multiple homogeneous uptake stronger than liver. (A: plain X-ray, B: T1WI MRI, C: T2WI MRI, D: T1WI enhanced MRI, E: PET/CT)

결 과

1. MRI판독 분석

최종 진단 18례의 단순 압박 골절 중에서 MRI는 15례를 진양성 (true positive)으로 판독하였고, 최종 진단 11례의 병적 골절 중에서 9례를 판독하였다. 단순 압박 골절 진단에 대해 83.3%의 민감도와 81.8%의 특이도를 보였고, 척추 병적 골절의 진단에 대해 81.8%의 민감도와 83.3%의 특이도를 보였으며 정확도는 82.8%였다.

2. F-18 FDG-PET의 판정 분석(Table. 2)

1) 핵의학의에 의한 F-18 FDG-PET의 판정

최종 진단 18례의 단순 압박 골절 중에서 16례를 진양성 (true positive)으로 판정하였고 11례의 병적 골절 중에서 10례를 판정하였다. 단순 압박 골절 진단에 대해 88.9%의 민감도와 90.9%의 특이도를 보였고, 척추 병적 골절의 진단에 대해 90.9%의 민감도와 88.9%의 특이도를 보였으며 정확도는 89.7%였다. 핵의학의에 의한 F-18 FDG-PET 판정의 민감도와 특이도, 정확도는 MRI보다 높았지만 모두 통계학적으로 유의 있는 차이는 아니었

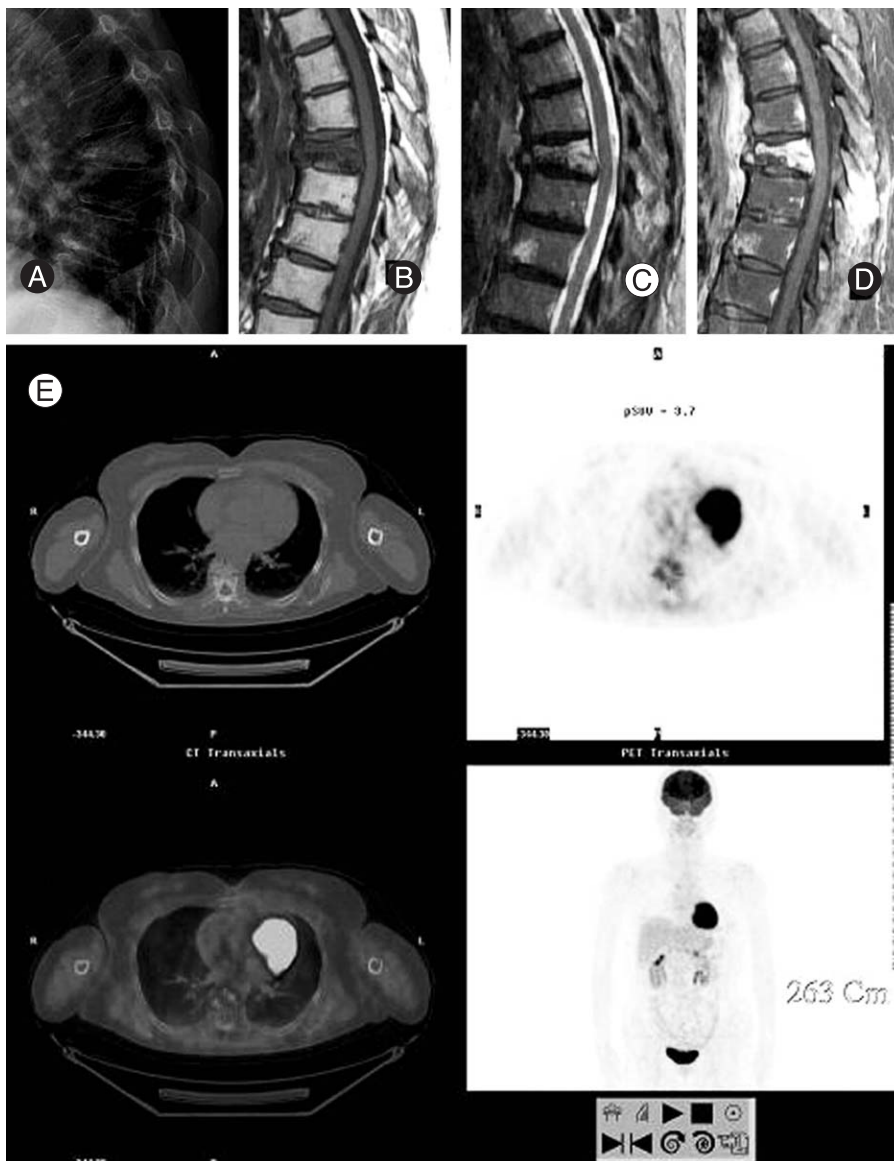


Fig. 2. 63-year old female with T7 fracture, clinically diagnosed as vertebral compression fracture. MRI shows fractured pattern rather than destructed with marrow edema, F-18 PET shows heterogeneous uptake weaker than liver. (A: plain X-ray, B: T1E1 MRI, C: T2E1 MRI, D: T1E1 enhanced MRI, E: PET/CT)

다 (chi-square test: 민감도, 특이도, 정확도 각각 P=0.780, P=0.792, P=0.446).

2) 방사선외의에 의한 F-18 FDG-PET의 판정

최종 진단 18례의 단순 압박 골절 중에서 17례를, 11례의 병적 골절 중에서 9례를 진양성(true positive)으로 판정하여 단순 압박 골절 대해 94.4 %의 민감도와 81.8 %의 특이도를 보였고, 척추 병적 골절에 대해 81.8 %의 민감도와 94.4 %의 특이도를 보였으며 정확도는 89.7 %였다. 방사선외의에 의한 F-18 FDG-PET 판정의 민감도와 특이도, 정확도는 MRI보다 같거나 높았지만 모두 통계학적으로 유의 있는 차이는 아니었다(chi-square test: 민감도, 특이도, 정확도 각각 P=1.000, P=0.597, P=0.446).

3) PET/CT를 이용한 12례 환자의 평균 average SUV는 3.82 였다. 단순 압박 골절 4 례에서는 평균 2.77, 5 례의 병적 골절에서는 평균 4.66으로 병적 골절에서 통계학적으로 유의 있게 높았다(t-test: P=0.027) (Table. 1).

4) PET/CT와 code PET의 비교에서는 code PET의 경우 90.0% (18/20)의 정확도를, PET/CT의 경우 88.9% (8/9)의 정확도를 보였으나 통계학적으로 유의 있는 차이는 아니었다(chi-square test: P=0.928) (Table. 1).

3. 측정자간 차이 및 측정자내 차이

대상 환자 29례 중 27례(93.1%)에서 핵의학의와 방사선외의 F-18 FDG-PET판정 결과가 일치하였다. 서로 일치하지 않은 2례 중 1례는 핵의학의의 판정이 최종 진단과 일치하였고 1례는 방사선외의의 판정이 일치하였다. 통계학적 분석에서 유의 있는 측정자간 차이는 없었다 (Pearson correlation test: P<0.01).

핵의학의와 방사선외의가 각각 3번 측정한 결과의 통계

학적 분석에서 모두 유의 있는 측정자내 차이는 없었다 (Pearson correlation test: 핵의학의, 방사선외의 모두 P<0.01).

고 찰

고령에서 골다공증에 의한 척추 압박 골절은 70세 이상 여성의 25%, 80세 이상의 여성의 50%에서 발생할 정도로 매우 흔한 질환으로 보존적 치료가 원칙이며, 후기 합병증인 신경학적 증상이나 척추 후만 변형, 불유합 등은 1% 이하에서 발생한다고 알려져 있다²⁾. 임상적으로나 방사선학적으로 전형적인 양상을 보이는 단순 압박 골절은 진단이나 치료에 대해 큰 어려움이 없다. 그러나 골 밀도 감소가 없는 환자나 종양 과거력이 있는 경우, 외상 전부터 골절 부위에 동통이 있었던 경우, 방사선학적 검사에서 골용해성 병변이나 중추의 파괴, 주위 연부 조직의 변화, 전신 증상 동반, 각종 척추 시술 후 의인성 감염 가능성이 있는 경우 등등, 병적 골절을 고려하여야 하는 상황이 흔히 있으며 비침습적인 검사로 진단을 완성하는 것은 척추외에게 제기되는 어려운 문제 중 하나이다.

척추 병적 질환이 의심될 경우 현재 가장 흔히 시행하는 검사는 자기 공명 영상 검사와 골주사 검사이다. 자기 공명 영상 검사는 현재 원발성 혹은 전이성 종양 병변이나 척추체염에서 일차 선택 영상 검사 (imaging modality of choice)로서^{4,5,6)}, 추체 신호 변화나 변형 여부, 척추경이나 후궁 등의 침범, 연부 조직 변화, 추간관 보존 여부 등을 관찰한다. 척추 종양의 진단 시 민감도 83~100%와 특이도 90~97%를 보이고, 척추체염 진단 시 민감도 82% 이상, 특이도 53~94%를 보이며 병변의 형태 및 신경 조직의 압박 여부를 같이 볼 수 있는 장점이 있다^{4,5)}. 골주사 검사는 조골세포 활동성(osteoblastic

Table 2. Results

		VCF (n=18)	Pathologic Fx.* (n=11)
MRI	sensitivity	83.3% (15/18)	81.8% (9/11)
	specificity	81.8% (9/11)	83.3% (15/18)
	accuracy	82.8% (24/29)	82.8% (24/29)
PET reader (1)	sensitivity	88.9% (16/18)	90.9% (9/11)
	specificity	90.9% (10/11)	88.9% (16/18)
	accuracy	89.7% (26/29)	89.7% (26/29)
PET reader (2)	sensitivity	94.4 % (17/18)	81.8% (9/11)
	specificity	81.8% (9/11)	94.4% (17/18)
	accuracy	89.7% (26/29)	89.7% (26/29)

pathologic Fx.* (n=11; tumor=4, spondylitis=7)

activity)이 증가된 부위나 혈류가 증가된 부위에서 MDP (methylene diphosphonate)의 흡수가 증가되는 것을 이용하여 골절이나 종양, 염증을 간접적으로 발견하는 검사로, 종양에서 민감도와 특이도가 각각 74~98%, 63~81%, 척추체염에서 각각 90%, 78%를 보이며, 전신 검사가 가능하고 비용이 저렴하여 추시관찰이나 screening에 유용하다⁹⁾. 그러나 일단 골절이 발생한 척추에서는 골절로 인한 변형 및 조직 반응의 영향으로 자기 공명 영상이나 골 주사 검사의 판독이 어려울 수 있다.

Fluorine-18은 뼈에 특이적으로 결합하는 방사선 핵종이며, fluorine-18이 표지된 fluorodeoxyglucose는 다른 세포보다 포도당 대사가 증가하는 종양세포나 염증세포에서 많이 섭취된다. F-18 FDG-PET은 이를 감지하여 영상화함으로써 보다 직접적으로 종양이나 염증 병변을 감지하는 검사이므로 특이적으로 병적 질환을 감지할 수 있고^{11,12)}, 병적 골절이 발생한 상황에서 골절에 의한 영향이 적다. 또한 최근 사용되고 있는 PET/CT는 보다 정확한 병변의 위치를 파악함으로써 code PET 단독 시행보다 진단의 특이도를 높일 수 있다^{8,13)}. 본 연구에서는 cede PET와 PET/CT의 정확도는 90.0% (18/20)와 88.9% (8/9)로 각각 나타났으나 통계학적으로 유의 있는 차이는 아니었다(chi-square test: P=0.928).

골 종양 병변에서 F-18 FDG-PET의 유용성이 많이 보고되었는데^{3,8,10,13,14,15)}, Daldrup-Link 등³⁾은 39 명의 어린이 및 청소년 환자의 종양 골 전이 병변에서 F-18 FDG-PET은 90%, MRI는 82%의 민감도를 보였다고 하였다. Schmitz 등¹¹⁾은 17 명의 척추 압박 골절 환자(MRI 진단에서 단순 압박 골절 13례, 척추체염 3례, 종양 1례)에게 F-18 FDG-PET을 시행하였는데, 1례를 제외하고 MRI와 F-18 FDG-PET 판독 소견의 일치율을 보여 척추 압박 골절에서 병적 골절을 감별하는데 유용하였다고 보고하였다. 그러나 병적 골절의 증례가 적어 위양성(false-positive)을 판정할 수 없었고, 조직학적 진단이나 추시에 의한 임상적 진단이 아닌 MRI 판독을 최종 진단으로 설정하여 비교했다는 한계가 있었다.

종양세포뿐만 아니라 백혈구나 과립구, 거대세포 등 염증세포에서도 포도당대사가 증가하는 원리로 감염성 질환 진단에도 F-18 FDG-PET의 유용성이 많이 보고되고 있다^{16,17,18,19)}. Gratz 등¹⁸⁾은 16례의 감염성 척추 병변의 연구에서 F-18 FDG-PET의 민감도와 특이도, 정확도를 각각 100%, 87%, 96%로, MRI는 각각 82%, 85%, 81%로 보고하였다. Schmitz 등¹⁹⁾은 16례의 척추체염이 의심되는 환자에게 F-18 FDG-PET을 시행하여 100%의 민감도를 보여 척추체염 진단에 유용하다고 보고하였다.

본 연구에서는 병적 골절의 진단에 F-18 FDG-PET이 90.9%의 민감도와 88.9%의 특이도를 보였는데, 이는 척

추 종양이나 척추체염의 진단이 아니라, 척추 골절이 발생한 상태로 내원한 상황에서의 단순 압박 골절과 병적 골절의 감별 진단에 대한 평가이므로 기존의 보고에 비해 임상적으로 보다 의미 있는 분석이라고 생각된다. 또한 각 증례의 최종 진단을 토대로 하였으므로 보다 정확한 결과가 되었다고 생각된다.

대상 환자 29례 중 24례(82.8%)에서는 두 판독자의 F-18 FDG-PET판정과 MRI 판독이 일치하였고, 이중 23례(95.8%)에서 최종 진단과 일치하였다. 서로 판독이 일치하지 않은 5례 중에서 2례는 MRI의 판독이 틀리고 두 판독자의 일치된 F-18 FDG-PET 판정이 최종 진단과 일치한 경우로서, F-18 FDG-PET가 매우 유용함을 보였다. 다른 2례는 F-18 FDG-PET의 두 판독자 중 한 판독자만이 최종 진단과 일치하였고 MRI의 판독은 틀린 경우로, 이 경우에도 F-18 FDG-PET가 보다 정확하였다고 할 수 있었다. MRI 판독만이 최종 진단과 일치하였던 증례는 1례로서, 척추체염 환자였는데 F-18 FDG-PET에서도 병소에서 F-18 FDG 섭취가 있었으나 그 정도가 판정 기준보다 미약하여 단순 압박 골절로 판정한 경우였으며, 혈액 검사나 임상 증상에서도 경증(mild)의 양상을 보였다. 즉, 본 연구에서 F-18 FDG-PET의 두 판독자가 모두 병적 골절을 위음성(false negative)으로 판독한 경우는 경증의 척추체염 1례였다.

요약 및 결론

척추 골절 환자에서 병적 골절을 감별해야 하는 경우 F-18 FDG-PET은 민감도와 특이도가 높은 유용한 검사이다.

참고문헌

- 1) Robert WB, James DH: *Rockwood and Green's fractures in adults, 5thed., Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins: 557-578, 2001.*
- 2) Kim DH, Silber JS, Albert TJ: *Osteoporotic vertebral compression fracture. (in Instructional Course Lectures vol. 52, Rosemont IL, American academy of orthopaedic surgeons: 541-550, 2003).*
- 3) Daldrup-Link HE, Franzius C, Link TM, Laukamp D, Sciuk J, Jurgens H, Schober O, Rummeny EJ: *Whole-body MR imaging for detection of bone metastases in children and young adults: comparison with skeletal scintigraphy and FDG-PET. Am J Roentgenol 2001; 177: 229-*

- 236.
- 4) **Carrage EJ**: *The clinical use of magnetic resonance imaging in pyogenic vertebral osteomyelitis. Spine* 1997; 22(7): 780-785.
 - 5) **Boutin RD**: *Musculoskeletal imaging update, part II: update on imaging orthopedic infections. Ortho Clin North Am* 1998; 29(1): 41-66.
 - 6) **Vaccaro AR, Betz RR, Zeidman SM**: *Principle and practice of spinal surgery. Philadelphia, Mosby: 165-222, 2003.*
 - 7) **Seong KH, Byun WM, Lee JK, Cho JH, Cho KH, Hwang MS, Park BH, Suh KJ**: *Differentiation between Osteoporotic and Metastatic Vertebral Compression Fractures by MRI. J Kor Rad Soc* 1997; 37(3): 529-534.
 - 8) **Ghanem N, Uhl M, Brink I, Schafer O, Kelly T, Moser E, Langer M**: *Diagnostic value of MRI in comparison to scintigraphy, PET, MS-CT and PET/CT for detection of metastasis of bone. Eur J Radiology* 2005; 55: 41-55.
 - 9) **Gustav K**: *Clinical Molecular Anatomic Imaging. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins: 251-270, 412-428, 2003.*
 - 10) **Bombardieri E, Crippa F**: *The increasing impact of PET in the diagnostic work-up of cancer, Nuclear medicine annual 2002. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins: 75-121, 2002.*
 - 11) **Schmitz A, Risse JH, Textor J, Zander D, Biersack HJ, Schmitt O, Palmedo H**: *FDG-PET findings of vertebral compression fractures in osteoporosis: preliminary results. Osteoporosis Int* 2002; 13: 755-761.
 - 12) **Chung JK**: *Mechanisms of Glucose Uptake in Cancer Tissue. Kor J Nucl Med* 1999; Feb: 33(1): 1-10.
 - 13) **Metser U, Metser U, Lerman H, Blank A, Lievshitz G, Bokstein F, Even-Sapir E**: *Malignant involvement of the spine; assessment by 18F-FDG PET/CT. J Nucl Med* 2004; 45(2): 279-284.
 - 14) **Bohdiewicz PJ, Wong CY, Kondas D, Gaskill M, Dworkin HJ**: *High predictive value of F-18 FDG PET patterns of the spine for metastasis or benign lesions with good agreement between readers. Clin Nucl Med* 2003; 28(12): 966-970.
 - 15) **Seo JG, Oh WH, Kim TH, Kim BT**: *A preliminary Analysis of FDG-PET Findings in Musculoskeletal Tumors. J Kor Bone and Joint Tumor Soc?*1996; 2(2): 186-193.
 - 16) **Yamada S, Kubota K, Kubota R, Ido T, Tamahashi N**: *High accumulation of fluorine 18-fluorodeoxyglucose in turpentine-induced inflammatory tissue. J Nucl Med* 1995; 36: 1301-1306.
 - 17) **Stumpe KD, Dazzi H, Schaffner A, von Schulthess GK**: *Infection imaging using whole-body FDG-PET. Eur J Nucl Med* 2000; 27(7): 822-832.
 - 18) **Gratz S, Dörner J, Fischer U, Behr TM, Behe M, Altenvoerde G, Meller J, Grabbe E, Becker W**: *¹⁸F-FDG hybrid PET in patients with suspected spondylitis. Eur J Nucl Med* 2002; 29(4): 516-523.
 - 19) **Schmitz A, Risse JH, Grünwald F, Gassel F, Biersack HJ, Schmitt O**: *Fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography findings in spondylodiscitis: preliminary results. Eur Spine J* 2001; 10: 534-539.

국문초록

연구계획: 척추 병적 골절 진단에서 핵의학 영상의 가치에 대한 전향적 분석

연구목적: 골밀도 감소가 원인인 척추 단순 압박 골절과 다른 병적 골절의 감별 진단에서 F-18 FDG-PET의 유용성에 대해 연구하였다.

대상 및 방법: 2002년 12월부터 2004년 5월까지 본원 정형외과에서 입원 치료받은 척추 골절 환자 중에서 MRI와 F-18 FDG-PET를 모두 시행했던 총 29 명의 환자를 대상으로 하였다. 대상 환자 중 12례는 병리 조직 검사 결과로, 17례는 임상적 및 방사선학적 추시 결과로 최종 진단을 얻었는데, 단순 압박 골절이 18례, 다른 병적 골절 11례 (종양 병변 4례, 화농성 척추체염 7례)였다. 환자의 임상적 및 방사선학적 정보 없이 핵의학의와 방사선학의가 각각 대상 환자의 F-18 FDG-PET 영상을 단순 압박 골절인지 또는 다른 병적 골절인지 판독하였다. 척추 병적 골절 진단에서 MRI와 F-18 FDG-PET의 민감도와 특이도를 구하여 비교하였다.

결과: 총 29례 중 24례 (82.8%) 에서 MRI와 F-18 FDG-PET의 판독 결과들이 일치하였다. 척추 병적 골절 진단에서 F-18 FDG-PET은 민감도 90.9%, 특이도 88.9% 이었고, MRI는 민감도 81.8%, 특이도 83.3%로 나타나 F-18 FDG-PET가 MRI보다 민감도와 특이도가 높았으나 통계학적 차이는 없었다.

결론: 척추 골절 환자에서 병적 골절을 감별해야 하는 경우 F-18 FDG-PET은 민감도와 특이도가 높은 유용한 검사이다.

색인단어: 척추, F-18 FDG 양전자방출단층촬영, MRI, 병적 골절

※ 통신저자 : 정 남 수

경기도 수원시 팔달구 원천동 산 5

아주대학교 의과대학 정형외과학교실

Tel: 82-31-219-5220 Fax: 82-31-219-5229 E-mail: bone@ajou.ac.kr