

전이성 척추 악성 종양의 진단 : 골스캔과 자기공명영상의 비교

가톨릭 대학교 의과대학 방사선과학교실

김기준 · 손형선 · 박정미 · 정수교
이재문 · 김춘열 · 박용휘 · 신경섭

= Abstract =

Detection of Spinal Metastases: Comparison of Bone Scan and MR Imaging

Ki Jun Kim, M.D., Hyung Sun Sohn, M.D., Jeong Mi Park, M.D., Soo Kyo Chung, M.D.
Jae Moon Lee, M.D., Choon-Yul Kim, M.D., Yong Whee Bahk, M.D. and Kyung Sub Shinn, M.D.

Department of Radiology, Catholic University Medical College, Seoul, Korea

Authors retrospectively compared the 99mTc MDP bone scans and corresponding MR imagings in 20 patients with histologically proven malignancy. Mean interval of the two studies was 16.6 days. Cancer diagnosis included 8 lung, 2 each of colon, breast, stomach, 1 each of prostate, thyroid, malignant lymphoma and 3 adenocarcinoma of unknown primary site. Of the 105 regions compared, 46 regions were positive for metastases in bone scans or MR imagings. 30 regions(65.2%) were positive by bone scan and 44 regions(95.7%) by MR imaging. 87 regions(82.9%) were concordantly positive or negative by bone scan and MR imaging, but 18 regions(17.1%) were discordant. In the discordant regions, 16 regions positive in MR imaging were negative in bone scan. The greatest number of discordant findings occurred in the cervical region and in the patient with stomach cancer.

Our results suggest that the sensitivity of MR imaging is greater than that of bone scan in detecting spinal metastases. And bone scan is useful screening test of metastasis for evaluating entire skeleton including spine.

Key Words: Spine, Neoplasm Spine, MR studies Spine, Radionuclide studies

서 론

원발성 또는 전이성 악성 척추 종양의 유무와 침습 여부를 정확히 진단하는 것은 암질환의 병기 결정과 치료에 매우 중요하다. 현재 악성 척추 종양을 진단하는데 골스캔(bone scan) 및 단순 X선 사진, 전산화 단층촬영(CT), 자기공명영상(MRI) 등이 사용되고 있는데^{1,2)} bone scan은 단순 X선 사진 보다 민감도

가 높고 쉽게 전골격계에 대한 평가를 할 수 있으며 또한 비용도 저렴하여 전이성 및 원발성 척추종양을 진단하는 데 일차적인 선별 검사로 가장 많이 사용하고 있다^{3,4)}.

최근 MRI는 골수의 비침습적 검사로 매우 민감도가 높은 것으로 밝혀져 악성 종양의 척추 전이 여부를 진단하는 데 사용이 증가되는 추세이며⁵⁾ 악성 종양의 척추 전이를 검출하는데 MRI와 bone scan의 유용성 및 민감도를 비교 분석한 문헌들이 국외에서는 많이 보고되었지만⁶⁻¹³⁾ 국내에는 거의없는 실정이다. 이 연구의 목적은 악성 종양의 척추 전이를 진단하는 데 bone scan과 MRI의 민감도를 비교 분석하고 그 유용

본 연구는 1994년도 가톨릭 중앙의료원 학술 조성비로 이루어졌음.

성을 평가하는 데 있다.

대상 및 방법

1991년 1월부터 1993년 12월 까지 3년간 가톨릭 의과대학 부속 성모병원에서 척추를 제외한 다른 부위에서 발생한 악성 종양으로 진단 받았거나 척추 전이의 임상 소견이 있어 bone scan과 MRI를 시행한 20명을 대상으로 하였다.

환자는 11명이 남자였고 9명이 여자였다. 연령 분포는 32세에서 82세로 평균 60.1세였다.

bone scan과 MRI 검사의 시행 간격은 0-68일로 평균 16.6일 이었다.

20명의 환자 중 17명은 조직학적으로 원발암을 진단 받았고 3명의 환자는 척추 조직 검사상 전이성 선암으로 진단 받았으나 원발 장소는 모르는 경우였다.

원발암의 종류는 폐암이 8명으로 가장 많았고 대장암, 위암, 유방암이 각각 2명, 전립선암, 갑상선암, 악성 임파종이 각각 1명이었다. 20명의 환자 모두에서 임상적으로 척추 전이의 증상이(동통 20명, 근육 마비 6명 및 감각 이상 3명) 있었으며 모든 환자에서 혈중 Ca^{++} 및 alkaline phosphatase 치가 정상보다 높았다. 조직학적 검사로 척추 전이를 확진한 경우는 8명의 환자(폐암 4명, 악성 임파종 1명, 원발부위 불명의 선암 3명), 9개의 구역이었다. 나머지 12명은 MRI나 bone scan 검사에서 세명의 방사선과 전문의가 암전이로 합의하고 임상 소견 및 방사선 치료에 대한 반응이 암전이의 소견과 합당한 경우였다.

MRI는 0.5 T 초전도 영상장치(Gyroscan, Philips, Netherlands)를 사용하여 대부분에서 스핀 에코(spin echo) 방법으로 T1 강조영상(TR/TE=460-500/30)과 T2 강조영상(TR/TE=1,800/90)을, 일부에서 STIR(short tau inversion recovery) sequence(IR 1,400/20/30)를 사용하여 시상 영상을 얻었다. bone scan은 25mCi의 ^{99m}Tc -methylene diphosphonate를 사용하여 정맥 주사 2-3시간 후 감마 카메라를 사용하여 평면 영상을 얻었다.

방법으로 척추를 7개의 구역 즉 경추(C: C1-C7), 상부 흉추(UD: D1-D4), 중부 흉추(MD: D5-D8), 하부 흉추(LD: D9-D12), 상부 요추(UL: L1,2), 하부 요추(LL: L3-5) 및 천골(S)로 나누어 서로 비

Table 1. Results of Positive Findings in Bone Scan and MR Imaging by Regions

Region	n	Scan	MRI
C	8	2	4
UD	19	5	7
MD	19	6	10
LD	19	4	7
UL	16	5	6
LL	13	4	6
S	11	4	4
Total	105	30	44

n: number of region

교하였다⁶⁾.

bone scan에는 140개 구역이 검사에 포함되었으나 35개 구역(C 12, UD 1, MD 1, LD 1, UL 4, LL 7, S 9)이 MRI 검사에 포함되지 않아 비교에서 제외하고 총 105개 구역을 서로 비교하였다. MRI상 척추 전이의 양성 소견은 T1 강조 영상에서 정상 골수 신호강도에 비해 국소적 또는 미만성인 저신호 강도, T2 강조 영상 또는 STIR 영상에서 고신호 강도로 나타날 경우 척추 전이 양성으로 보았고^{5,14-16)} bone scan에서는 동위 원소의 집적 또는 냉소로 나타난 경우 양성으로 보았으며 최근 외상을 받은 부위나 단순 사진 상 과거부터 명백하게 골절이 있던 부위 그리고 퇴행성 변화를 일으킨 부위는 양성 판독에서 제외하였다. 각각의 검사는 서로 결과를 알지 못하는 세 명의 방사선과 전문의가 독립적으로 일차 판독하였으며 서로 의견이 다를 경우 세명의 방사선과 전문의가 모여 토론한 후에 합의하여 최종 판독하였고 조직학적 검사로 척추 전이가 확진되지 않은 구역에서는 두 검사 중 한가지에서 양성으로 판정된 경우 척추 전이가 있는 것으로 간주하였다.

결 과

총 105개 구역 중 46개 구역에서 bone scan이나 MRI에서 양성으로 나왔다. 각각의 결과를 보면 bone scan에서는 30개 구역(65.2%), MRI에서는 44개 구역(95.7%)에서 양성으로 나와 MRI의 민감도가 bone scan 보다 높은 것으로 나타났다. 구역별로 보면 두 검사 모두 중부 흉추 구역에서 가장 높은 양성율을 보였다(Table 1).

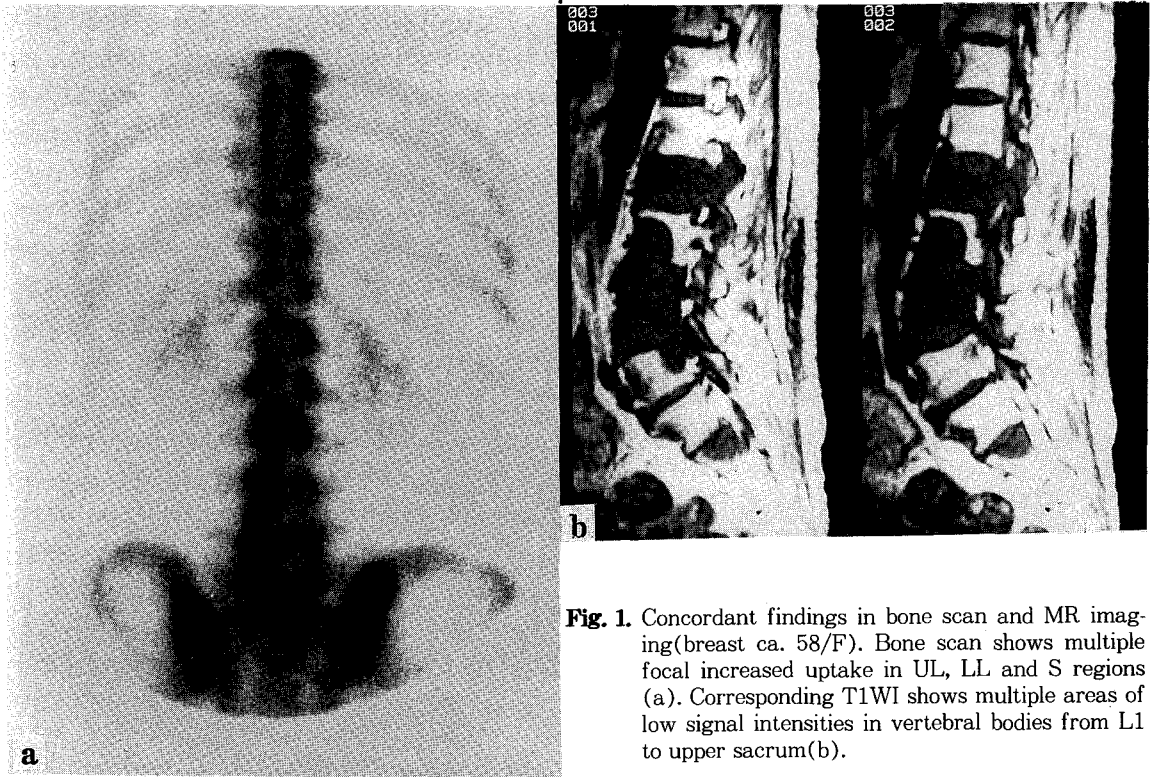


Fig. 1. Concordant findings in bone scan and MR imaging(breast ca. 58/F). Bone scan shows multiple focal increased uptake in UL, LL and S regions (a). Corresponding T1WI shows multiple areas of low signal intensities in vertebral bodies from L1 to upper sacrum(b).

Table 2. Comparison of Findings in Bone Scan and MR Imaging by Regions

	Cordant		Discordant		Total
	S+M+	S-M-	S+M-	S-M+	
n	28	59	2	16	105
Total(%)	87(82.9)		18(17.1)		

S+ : positive in bone scan S- : negative in bone scan
 M+ : positive in MRI S- : negative in MRI

bone scan과 MRI의 결과를 서로 비교해 보면 28개 구역에서 모두 양성(Fig. 1), 59개 구역에서 모두 음성으로 12명의 환자 87개 구역(82.9%)에서 서로 일치 되는 결과를 보였다(Table 2). 반면 18개 구역(17.1%)에서 bone scan과 MRI 검사 결과가 서로 일치하지 않았는데 2개 구역에서는 bone scan에서 양성이나 MRI 검사에는 정상인 경우(Fig. 2)이고 16개 구역에서는 MRI 검사 결과 양성이나 bone scan에서 정상인 경우였다(Fig. 3).

두 검사 결과가 서로 일치하지 않은 18개 구역은

경추 구역이 가장 많았으며 진단별로 보면 위암의 경우에서 가장 많았다(Table 3, 4).

한편 bone scan에서는 12명의 환자에서 척추 이외의 다른 골격계에 전이소견을 보였는데 늑골 전이가 7명으로 가장 많았고 다음으로 골반부(천골 제외)가 6명, 쇄골, 대퇴골 각각 3명, 두개골, 견갑골 각각 2명, 상완골 1명 순이었다.

또한 bone scan에서 2명의 환자 3개 구역(2 LL, 1 S)이 양성으로 나왔으나 이 부위가 MRI 검사에 포함되지 않아 비교에서 제외되었다.

고 찰

악성 종양의 척추 전이는 주로 혈행성으로 일어나며 적색 골수를 포함하는 척추, 골반, 두개골, 늑골 등에 호발한다. 척추 전이암은 주로 유방암, 전립선암, 폐암 그리고 위장관 암에서 유래하며 다발성 전이가 더욱 흔하다¹⁷⁾. 악성 종양의 골전이 여부를 평가하는데 현재 bone scan 및 단순 X선 사진, CT, MRI 등이 사

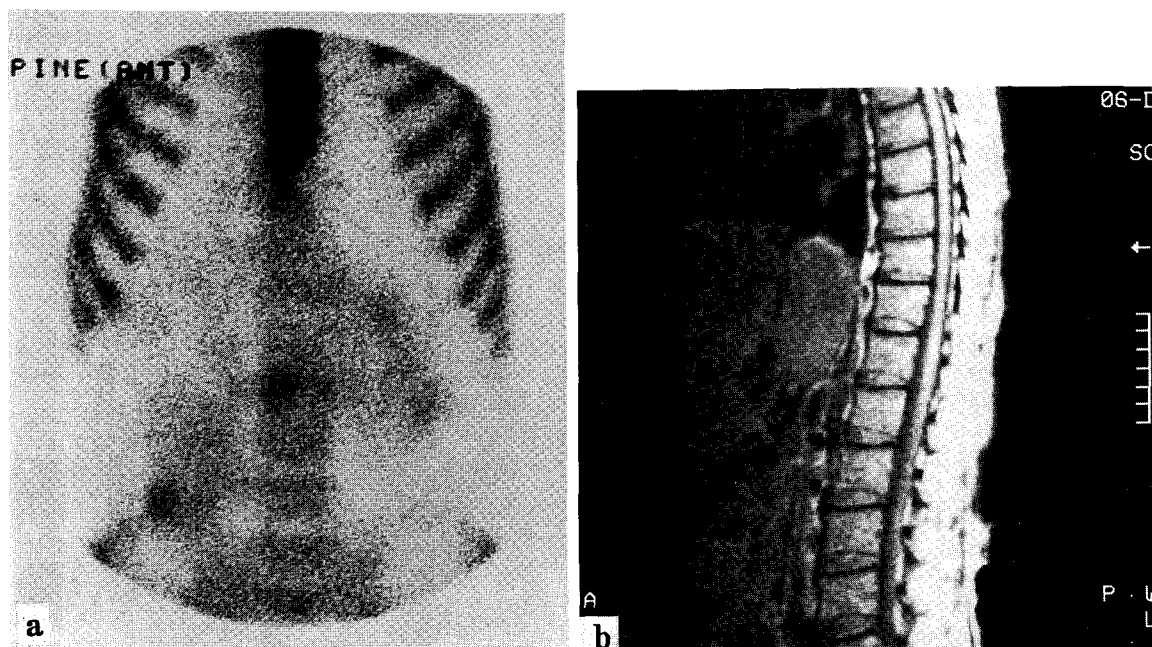


Fig. 2. Discordant findings in bone scan and MR imaging(lung ca. 70/M, interval 3 days) Bone scan shows focal increased uptake in the UL region. Corresponding T1WI shows no definite abnormality in the DL spines(b).

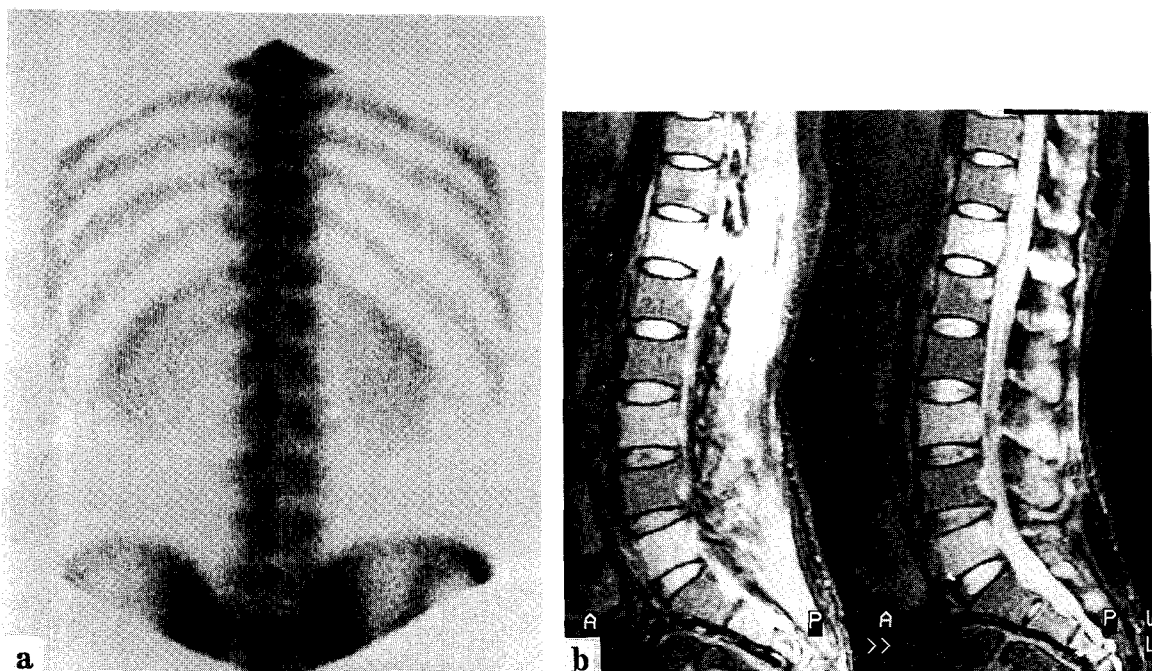


Fig. 3. Discordant findings in bone scan and MR imaging(lung ca. 39/M, interval 6 days) Bone scan shows no hot or cold area in the DL spines(a). In STIR image of the same patient, the marrows of D12, L1, L3 and L5 are replaced by high signal intensity lesions(b).

Table 3. Discordant Findings by Region in Bone Scan and MR Imaging

Region	n	DR (%)
C	8	2(25.0)
UD	19	4(21.1)
MD	19	4(21.1)
LD	19	3(15.8)
UL	16	3(18.8)
LL	13	2(16.7)
S	11	0(0.0)
Total	105	18(17.1)

DR: discordant regions

Table 4. Discordant Findings by Primary Diagnosis Bone Scan and MR Imaging

Dx.	n	DR (%)
lung	41	8(19.5)
colon	12	2(16.7)
stomach	9	4(44.4)
breast	12	3(25.0)
prostate	3	1(33.3)
thyroid	4	0(0.0)
lymphoma	6	0(0.0)
unknown	18	0(0.0)
Total	105	18(17.1)

DR: discordant regions

용되고 있다. 단순 X선 사진은 bone scan보다 민감도가 떨어 지는데 그 이유로 단순 X선 사진에서 전이의 소견이 나타나려면 50% 이상의 골 무기질의 손실이 있어야 하며 또한 종양 조직은 뼈의 피질보다 골수 부위에서 더 잘 증식하기 때문이다¹⁸⁾. 반면 bone scan에서는 악성 종양 조직의 골 침습 부위가 전체의 5%~10% 정도만 되어도 동위 원소의 집적으로 나타난다^{19,20)}. 또한 단순 X선 사진은 병변의 위치에 따라 민감도가 달라지는데 늑골이나 골반 보다 특히 척추 부위에서 민감도는 더욱 떨어진다⁷⁾. bone scan에서 전이성 암은 동위원소의 집적이나 냉소로서 나타나는 데 이것은 종양 자체를 나타내는 것이 아니며 암전이에 의한 골파괴와 이에 따른 골형성 반응(osteoblastic activity)에 의하여 나타나는 것으로 이는 매우 느린 반응으로 실제로 전이된 후 수주일 이 지나서야 bone scan에서 동위 원소의 집적으로 보일 수 있다. 또한 동위원소의 섭취는 병변의 활성도에 의해 결정되는 해당 부위의 대사 상태와 골형성 또는 골파괴 반응

의 균형(osteoblastic vs. osteoclastic)에 영향을 받는다²⁰⁾.

현재 bone scan은 악성 종양의 골격계 전이 여부를 검출하고 종양의 병기를 결정하는데 민감도가 높아 일차적인 선별 검사로 가장 많이 사용되고 있다³⁾. 하지만 bone scan은 매우 빨리 진행되는 종양이나 골수에 국한된 종양 그리고 다발성 골수종 등 특정 질환에서는 민감도가 떨어지며 퇴행성 골변화나 골절, 골다공증 등 골대사의 이상이 있는 경우에도 위양성으로 나타나 특이도가 떨어진다¹²⁾.

반면 MRI는 병변 그 자체를 영상에 반영하며 특히 골수의 지방과 종양 조직의 성분(특히 수분) 사이에 우수한 대조를 나타내어 골수의 병변 여부를 조기에 알아낼 수 있으며 민감도 또한 bone scan 보다 높은 것으로 알려져 있다⁶⁻¹³⁾.

성인의 골수는 지방 조직을 함유하고 있어 MRI에서 특징적인 신호 강도를 보이는데 T1 강조 영상에서 고신호 강도, T2 강조 영상에서 저신호 강도를 나타낸다. 암조직에 의한 골수의 침습은 정상적인 골수 지방을 세포가 밀집되어 있는 수분을 많이 함유한 조직으로 대체한다. 따라서 전이성 암조직이 골수를 침범한 경우 정상 골수 신호 강도에 비해 T1 강조 영상에서 저신호강도, T2 강조 영상 및 STIR 영상에서 고신호 강도로 나타난다¹⁴⁻¹⁶⁾. 또한 MRI는 만성기의 척추 압박 골절에서 전이성 암에 의한 골절과 외상성 또는 골다공증성 압박 골절과 감별이 가능한데 후자의 경우 정상적인 골수 신호 강도를 유지하기 때문이다^{21,22)}. 저자들의 연구에서도 역시 bone scan과 MRI의 결과가 일치하지 않았던 18개 구역 중 16개 구역에서 bone scan에서는 정상이었으나 MRI에서 암전이 소견을 보여 MRI의 민감도가 bone scan보다 높은 것으로 나타났다.

하지만 MRI는 높은 민감도에도 불구하고 특이도가 낮아 일부 질환에서는 위양성으로 나타난다. 즉, 3개월 이내의 양성 압박 골절인 경우 그리고 일부 퇴행성 척추 질환에서 전이성 종양과 유사한 골수 신호 강도를 보여 감별이 힘들 때가 있다²¹⁻²³⁾. 그리고 전립선암과 같은 조골전이(osteoblastic metastasis)에서는 민감도가 낮고 늑골과 같이 호흡 운동이 있는 부위나 골수의 양이 상대적으로 적은 특정 골격계에서는 민감도가 떨어지며 bone scan에 비하여 복잡한 검사 과정과

고가의 검사 비용으로 선별 검사로는 적합하지 않은 실정이다.

bone scan은 MRI 보다 저렴한 검사 비용으로 손쉽게 전골격계를 동시에 평가할 수 있어 일차적 선별 검사로 매우 유용하다. 저자들의 연구에서도 MRI 검사에 포함되지 않아 비교에서 제외되었던 구역에 bone scan에서 척추 전이 소견을 보인 구역이 있었으며 또한 12명의 환자에서는 척추 뿐만 아니라 다른 골격계에 전이 소견이 나타났다. 본 연구는 일부 구역에서만 조직학적으로 척추 전이를 확진하고 나머지 대부분 구역에서는 bone scan과 MRI 판독 소견을 기준으로 민감도를 구하였으므로 엄밀한 의미의 통계학적 민감도와는 차이가 있을 수 있다는 한계를 갖고 있다.

결론적으로 악성 종양의 척추 전이를 진단하는데 MRI가 bone scan보다 민감하였다. 하지만 bone scan은 척추를 포함한 전골격계에 대하여 전이 여부를 평가 하는데 매우 유용하다. 따라서 bone scan은 악성 종양 환자에서 전골격계에 대하여 전이 여부를 평가하고 병기 결정을 하는 데 매우 유용한 일차적 선별 검사이다. 그리고 bone scan의 결과가 임상 소견과 일치하지 않을 때 MRI를 선택적으로 시행하면 진단의 정확성을 더욱 높일 수 있을 것으로 생각한다.

요 약

악성 종양의 척추 전이를 진단하는 데 bone scan과 MRI의 소견을 비교하여 보았다. 20명의 악성 종양 환자를 대상으로 하였으며 환자의 평균 연령은 60.1세였고 두 검사의 시행 간격은 평균 16.6일 이었다.

원발암은 폐암이 8명으로 가장 많았고 대장암, 위암, 유방암이 각각 2명, 전립선암, 갑상선암, 악성 임파종이 각각 1명이었으며 3명은 원발 장소를 모르는 전이성 선암 환자였다.

방법으로 척추를 7개의 구역 즉 경추(C1-C7), 상부 흉추(D1-D4), 중부 흉추(D5-D8), 하부 흉추(D9-D12), 상부 요추(L1,2), 하부 요추(L3-5) 및 천골로 나누어 총 105개 구역을 서로 비교하였다. 총 105개 구역 중 46개 구역에서 bone scan이나 MRI에서 양성으로 나왔는데 bone scan에서는 30개 구역(65.2%), MRI에서는 44개 구역(95.7%)에서 양성으로

나와 MRI 민감도가 bone scan 보다 높았다.

비교한 105개 구역 중 87개 구역(82.9%)에서 서로 일치 하는 결과를 보인 반면 18개 구역(17.1%)에서 두 검사 결과가 서로 일치하지 않았는데 2개 구역에서는 bone scan에서 양성이나 MRI 검사에는 정상인 경우이고 16개 구역에서는 MRI 검사 결과 양성이나 bone scan에서 음성인 경우였다.

일치하지 않는 구역은 경추 구역이 가장 많았으며 진단별로 보면 위암의 경우에 가장 많았다.

한편 bone scan에서 12명의 환자에서 척추 이외의 다른 골격계에 전이 소견을 보였으며 2명의 환자 3개 구역이 양성으로 나왔으나 이 부위가 MRI 검사에 포함되지 않아 비교에서 제외되었다. 악성 종양의 척추 전이를 진단하는데 MRI가 bone scan보다 민감하였지만 bone scan은 전골격계에 대하여 손쉽게 전이 여부를 평가할 수 있으므로 일차적 선별 검사로 매우 유용하다. 그리고 bone scan의 결과와 임상 소견이 일치하지 않을 때 MRI를 선택적으로 시행하면 진단의 정확성을 더욱 높일 수 있다.

REFERENCES

- 1) Volger JB, Murphy WA: *Bone marrow imaging. Radiology* 168: 679-693, 1988
- 2) Kagan AR, Bassett LW, Gold RH: *Radiologic contribution to cancer management. AJR* 147: 305-312, 1986
- 3) McNeil BJ: *Value of bone scanning in neoplastic disease. Semin Nucl Med* 14:277-286, 1984
- 4) Krischnamurthy GT, Tubis M, Hiss J, Bland WH: *Distribution pattern of metastatic disease: A need for total body image. JAMA* 237:2504-2506, 1977
- 5) Daffner R, Lupetin A, Dash N, Beeb Z, Sefczek R, Shapiro R: *MRI in the detection of malignant infiltration of bone marrow. AJR* 146:353-358, 1986
- 6) Gosfield E, Alavi A, Kneeland B: *Comparison of bone scans and magnetic resonance imaging in detecting spinal metastases. J Nucl Med* 34: 2191-2198, 1993
- 7) Hortobagyi GN, Libschitz HI, Seabold JE: *Osteous metastasis of breast cancer. Clinical, biochemical, radiographic and scintigraphic evalua-*

- tions of response to therapy. *Cancer* 53:557-582, 1984
- 8) Avrahami E, Tadmor R, Dally O, Hadar H: Early MR demonstration of spinal metastases in patients with normal radiographs and CT and radionuclide bone scan. *J Comput Assist Tomogr* 13:598-602, 1989
 - 9) Kattapuram SV, Khurana JS, Scott JA, El-Khoury GY: Negative scintigraphy with positive magnetic resonance imaging in bone metastases. *Skeletal Radiol* 19:113-116, 1990
 - 10) Frank JA, Ling A, Patronas NJ, Carrasquillo JA, Horvath K, Hickey AM, Dwyer AJ: Detection of malignant bone tumors: MR imaging vs. scintigraphy. *AJR* 155:1043-1048, 1990
 - 11) Algra PR, Bloem JL, Tissing H, Falke TH, Arndt JW, Verboom LJ: Detection of vertebral metastases: Comparison between MR imaging and bone scintigraphy. *Radiographics* 11:219-232, 1991
 - 12) Mehta RC, Wilson MA, Perlman SB: False-negative bone scan in extensive metastatic disease: CT and MR findings. *J Comput Assist Tomogr* 13:717-719, 1989
 - 13) Khurana JS, Rosenthal DI, Rosenberg AE, Mankin HJ: Skeletal metastases in liposarcoma detectable only by magnetic resonance imaging. *Clin Orthop* 243:204-207, 1989
 - 14) Porter BA, Shields AF, Olson DO: Magnetic resonance imaging of bone marrow disorders. *Radiol Clin North Am* 24:269-289, 1986
 - 15) Smoker WRK, Godersky JC, Knutzon RK, Keyes WD, Norman D, Bergman W: The role of MR imaging in evaluating metastatic spinal disease. *AJR* 149:1241-1248, 1987
 - 16) Suginura K, Yamasaki K, Kitagaki H, Tanaka Y, Kono M: Bone marrow diseases of the spine: Differentiation with T1 and T2 relaxation times in MR imaging. *Radiology* 165 : 541-544, 1987
 - 17) Colombo N, Berry I, Norman D: Vertebral tumors. In: Manelfe C, ed. *Imaging of the spine and spinal cord*. pp 475-481, NY, Raven Press, 1992
 - 18) Edelstyn GA, Gillespie FS: The Radiologic Demonstration of osseous metastases. *Clin Radiol* 18:158-162, 1967
 - 19) 주경빈, 정은철, 이정식: ^{99m}Tc -MDP를 이용한 전이성 골종양에 관한 연구. *대한방사선의학회지* 24:117-123, 1988
 - 20) Galasko CSB: Detection of skeletal metastases. In: Galasko CSB, ed. *Skeletal metastases*. pp52-57, Stoneham, Mass, Butterworth, 1986
 - 21) Yuh WTC, Zachar CK, Barloon TJ, Sato Y, Sickles WJ, Hawes DR: Vertebral compression fractures: Distinction between benign and malignant causes with MR imaging. *Radiology* 172 : 215-218, 1989
 - 22) Baker LL, Goodman SB, Perkash I, Lane B, Enamann DR: Benign versus pathologic compression fractures of vertebral bodies: Assessment with conventional spin-echo, chemical shift, and STIR MR imaging. *Radiology* 174:495-502, 1990
 - 23) Grenier N, Grossman RI, Schiebler ML, Yeager BA, Goldberg HI, Kressel HY: Degenerative lumbar disk disease: Pitfalls and usefulness of MR imaging in detection of the vacuum phenomenon. *Radiology* 154:861-865, 1987