

^{99m}Tc-MDP 골스캔에서 골다공증을 시사하는 소견

부산대학교 의과대학 내과학교실

남대근 · 문태건 · 김지홍 · 손석만 · 김인주 · 김용기

^{99m}Tc-MDP Bone Scintigraphy Findings Representing Osteoporosis

Dae Gun Nam, M.D., Tae Geon Moon, M.D., Ji Hong Kim, M.D.,

Seok Man Son, M.D., In Ju Kim, M.D., Yong Ki Kim, M.D.

Department of Internal Medicine Pusan National University, College of Medicine, Pusan, Korea

Abstract

Purpose : Bone scintigraphy with ^{99m}Tc-labeled phosphates is one of the most common procedures in evaluation of various skeletal disorders. Metabolic bone diseases show involvement of the whole skeleton and are associated with increased bone turnover and increased uptake of ^{99m}Tc-labeled phosphates. In this study, we investigated apparently normal women who were examined with routine bone scintigraphy applied bone densitometry to correlate it with skeletal uptake in bone scan. **Materials and Methods** : This study includes 79 women who were performed both of bone mineral density(BMD) and bone scintigraphy. We investigated the relation of bone scan findings and BMD of lumbar, femur, radius. **Results** : Regional BMD were negatively correlated with increased age. Among the bone scintigraphy findings representing metabolic bone disease, uptakes by the long bones, skull and mandible increased with age in women, while that in the costochondral junction decreased. Increased skull and mandible uptakes is associated with decreased BMD, and it has statistically significance. **Conclusion** : Our results show that increased radionuclide uptake in bone scintigraphy, especially skull and mandible uptake was associated with decreased lumbar, femur BMD in women. So that, increased skull and mandible uptake in women would be a scintigraphic sign of osteopenia or osteoporosis.(Korean J Nucl Med 2001;35:161-167)

Key Words: Bone scintigraphy, Bone mineral density, Osteoporosis

서 론

^{99m}Tc-MDP 골스캔은 핵의학에서 가장 많이 이용되는 영상검사중의 하나로 골질의 유무, 종양 환자에서 골전이의 여부, 병기설정과 치료에 대한 반

응 예측 등에 주로 이용되고 있다. 골스캔에서 골섭취 정도는 골대사 상태를 반영하며, 여러 대서성 골질환에서 특징적인 소견이 관찰된다고 알려져 있다. 하지만 대표적인 골대사 질환인 골다공증 영역에서도 골스캔은 골다공증의 직접적인 진단보다는 골질의 부위나 정도 및 활동성을 평가하는 검사로서 사용되고 있다.

골다공증이란 전반적인 골량의 감소 및 뼈의 미세구조 변화로 인하여 적은 충격에 의해서도 쉽게 골절이 생길 수 있는 질환으로, 일생을 통하여 여성

Received May 11, 2001; accepted Jun. 19, 2001

Corresponding author: 김인주

부산시 서구 아미동 1가 10번지

부산대학교 의과대학 내과학 교실 (602-739)

TEL: (051) 240-7224 FAX: (051) 254-3237

의 30-40% 및 남성의 12%에서 골다공증과 관련하여 골절을 경험하게 된다. 골다공증에 의한 골절은 주로 척추의 압박골절, 대퇴골 근위부 골절, 요골 원위부 골절이 주로 발생하는데 그중 대퇴골 근위부 골절은 1년내 사망률이 20%로 매우 높다.¹⁾ 우리나라에서는 1년에 약 15,000건의 고관절주위 골절이 보고되고 있고, 김 등²⁾에 의하면 1년내 사망률이 22.7%로 나타났다. 선진국은 물론 우리나라에서도 평균수명이 연장됨에 따라 골다공증 환자 및 골다공증에 따른 의료비 지출이 급격히 증가되어 있어 골다공증의 예방과 치료에 대한 사회적 관심도 증대되고 있다.

일반적으로 골감소증이나 골절이 없는 골다공증 상태에서는 임상적으로 큰 문제가 되지 않으나 일단 골절이 발생하면 치료가 어렵고 복잡해지며 합병증 등으로 심각한 후유증이 유발되기도 한다. 따라서 골다공증의 치료에 있어서 예방과 조기진단이 무엇보다도 중요하다.

본 연구에서는 골다공증의 진단이 아닌 다른 목적으로 골스캔을 시행한 환자에서 나타난 대사성 골질환의 골스캔 소견들과 골밀도의 관계를 분석하여 골스캔에서 관찰되는 대사성 골질환을 시사하는 소견이 골량의 감소정도를 반영하여 골다공증의 조기진단에 도움을 줄 수 있는지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

악성질환의 병기결정을 위해서 또는 요통이나 관절통을 호소하는 경우에 병변을 확인하기 위해서 골스캔을 시행한 환자를 대상으로 하여 골밀도 검사를 동시에 시행하였다. 골스캔에서 골전이, 골종양, 골절, 활동성 관절병변 등에 의해 국소적인 섭취가 증가된 경우나 골대사에 영향을 미칠 수 있는 부갑상선 기능항진증, 갑상선 기능항진증, 당뇨병, 류마티스 관절염, 골연화증, Paget병, 신부전 등의 전신질환이 동반되거나 부신피질호르몬제나 갑상선호르몬제 등의 약물을 장기 복용한 경우 및 골다

공증을 진단하는 과정으로 골스캔을 시행하게 된 경우의 환자들은 대상에서 제외하였다. 이상의 조건을 만족하는 79명의 여성(50.6±11.6세, 34-72세)에서 획득한 골스캔과 골밀도 검사 소견을 분석하였다.

2. ^{99m}Tc-MDP 골스캔

^{99m}Tc-MDP 750 MBq을 정맥주사하고 약 3시간 혹은 4시간 후에 전신영상을 촬영하였다. 골스캔을 시행하기 전에 충분히 환자에게 수분을 공급하였으며 검사직전 소변을 보게 하였다. 골스캔은 (Vertex V60, ADAC, U.S.A.) 전면과 후면의 전신영상을 얻은 후 필요에 따라 각 부분 영상을 추가로 획득하였다.

3. 골밀도 검사

모든 대상 환자에서 이중에너지 방사선 흡수법(QDR 4500A, Hologic, U.S.A.)으로 요추전면, 대퇴경부, 전완부의 골밀도를 측정하여 T 점수로 표시하였다.

4. ^{99m}Tc-MDP 골스캔의 판독

골스캔은 Ryan 등³⁾이 제시한 대사성 골질환에서 관찰되는 골스캔의 소견을 기준으로 하여 판독하였다. 2명의 핵의학과 전문의가 판독에 참여하였고 대사성 골질환의 소견이 관찰된다는 의견의 일치률 보인 경우를 양성 소견으로 판단하였다(Table 1, Fig. 1).

Table 1. ^{99m}Tc-MDP Bone Scintigraphy Findings Representing Metabolic Bone Disease.

Finding 1 : Increased tracer uptake in the axial skeleton
Finding 2 : Increased tracer uptake in the long bones
Finding 3 : Increased uptake in the periarticular areas
Finding 4 : Prominent skull and mandible
Finding 5 : Beading of costochondral junction
Finding 6 : Tie sternum
Finding 7 : Faint or almost absent kidney activity

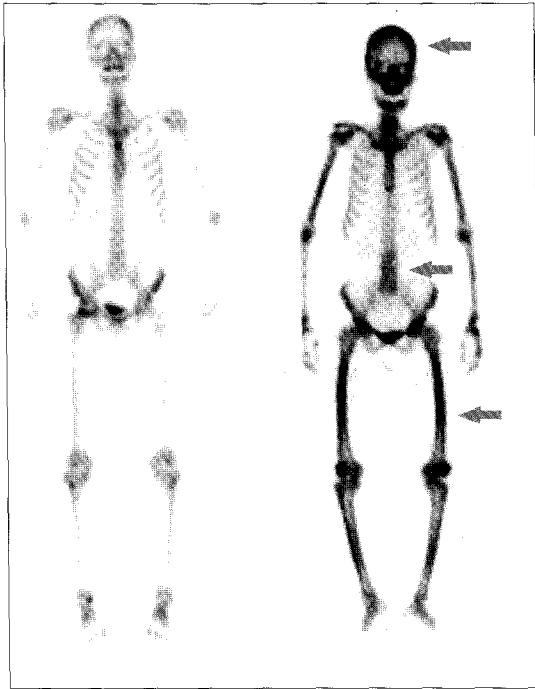


Fig. 1. Schematic representation of normal ^{99m}Tc-MDP bone scintigraphy (A) and metabolic bone disease (B). In the ^{99m}Tc-MDP bone scintigraphy of B, diffusely increased axial skeletal, long bone and skull uptake is noted.

5. ^{99m}Tc-MDP 골스캔 소견과 골밀도의 비교

핵의학 전문의 2명에 의한 골스캔의 판독 결과와 이중에너지 방사선 흡수법에 의해 측정된 각 부위의 골밀도의 T 점수를 비교 분석하여 골스캔 소견 중 골밀도의 감소를 시사하는 소견을 조사하였다.

6. 통계처리

연령과 각 부위별 골밀도와의 관계는 Pearson의 상관계수를 이용하여 분석하였고, 연령의 증가가 골스캔의 7가지 소견에 미치는 영향은 Spearman의 상관계수를 이용하여 분석하였으며 p<0.05 이하일 때 유의한 것으로 정의하였다. 각 부위별 골밀도와 골스캔의 7가지 소견과의 관계는 골밀도 수치를 종속변수로 정의하고 골스캔의 각 소견을 독립변수로 하여 단계별 직선 회귀분석을 이용하여 분석하였다.

결 과

1. 연령과 골밀도 및 골스캔 소견과의 관계

1) 연령과 각 부위별 골밀도와의 관계

연령과 요추부 골밀도(r=-0.592, p=0.000), 대퇴경부 골밀도(r=-0.442, p=0.000), 요골의 골밀도(r=-0.765, p=0.000)는 음의 상관관계를 보였다(Fig. 2).

2) 연령과 골스캔 소견과의 관계

연령의 증가와 골 스캔의 7가지 소견과의 관계를 Spearman의 상관계수를 이용하여 분석하였다 (Table 2). 7가지 소견 중 2번째 소견인 장골의 섭취증가(r=0.527, p=0.000), 4번째 소견인 두개골과 하악골의 섭취증가(r=0.360, p=0.001)와는 양의 상

Table 2. Correlation of Increased Age with Bone Scintigraphy Findings.

	Pt. No.	Age	Regression coefficiency	p value
Finding 1	16	47.9±12.7	-0.99	0.374
Finding 2	50	55.4±9.62	0.53	0.000
Finding 3	5	49.2±11.9	-0.33	0.769
Finding 4	56	53.2±11.4	0.37	0.001
Finding 5	5	34.2±5.93	-0.33	0.002
Finding 6	10	48.1±9.87	-0.77	0.492
Finding 7	0	0	N.A.	N.A.

N.A. : Not assessed

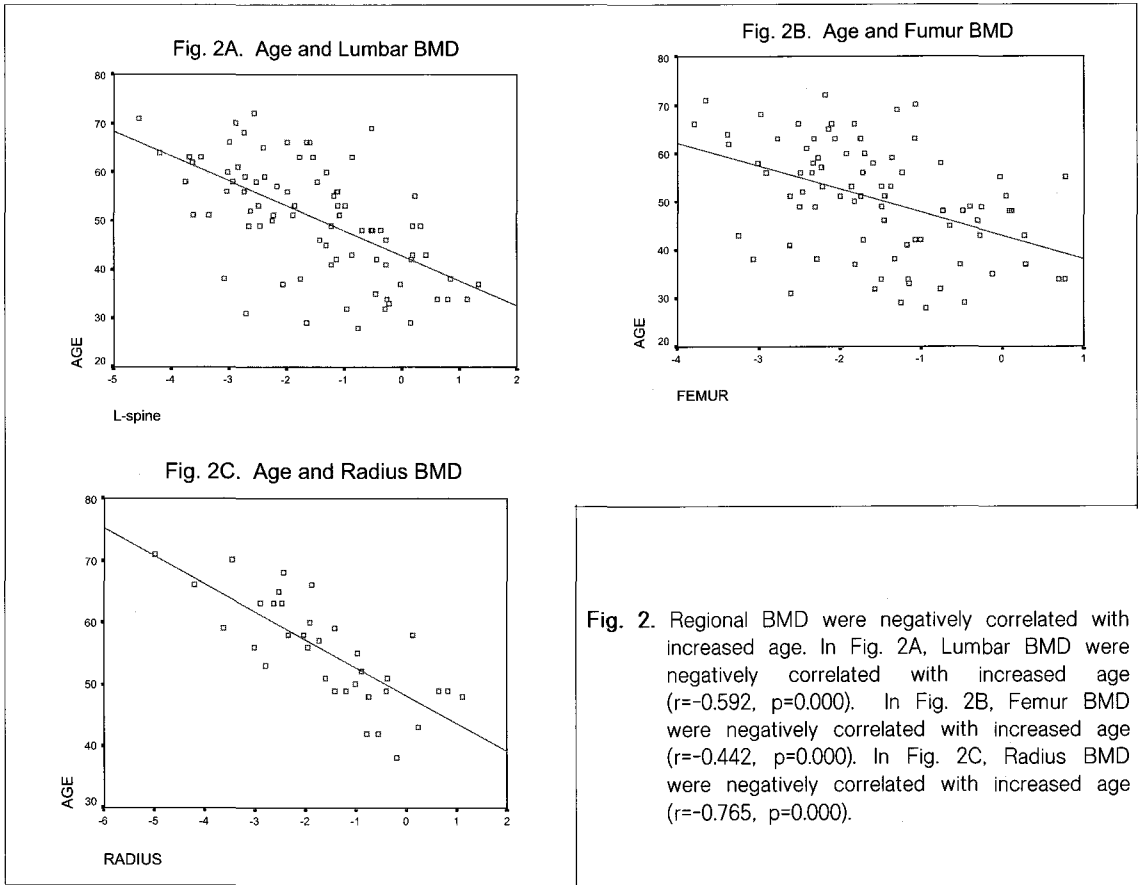


Fig. 2. Regional BMD were negatively correlated with increased age. In Fig. 2A, Lumbar BMD were negatively correlated with increased age ($r=-0.592$, $p=0.000$). In Fig. 2B, Femur BMD were negatively correlated with increased age ($r=-0.442$, $p=0.000$). In Fig. 2C, Radius BMD were negatively correlated with increased age ($r=-0.765$, $p=0.000$).

관관계를 보였다. 그러나 5번째 소견인 늑연골 접합부의 섭취증가 소견과는 음의 상관관계를 보였다 ($r=-0.334$, $p=0.002$).

2. 골밀도와 골스캔 소견과의 관계

1) 요추부 골밀도와 골스캔 소견과의 관계

요추부 골밀도 수치를 종속 변수로 하고 골스캔의 7가지 소견을 독립변수로 설정하여 단계별 직선회귀분석을 실시하였다. 4번째 소견인 하악골과 두개골의 섭취증가 소견에서 t값이 -3.984로 통계학적으로 유의한 결과를 보였다($p=0.000$).

2) 대퇴경부 골밀도와 골스캔 소견과의 관계

대퇴경부 골밀도 수치를 종속변수로 하고 골스캔의 7가지 소견을 독립변수로 설정하여 단계별 직선

회귀분석을 실시하였다. 4번째 소견인 하악골과 두개골의 섭취증가 소견에서 t값이 -3.661로 통계학적으로 유의한 결과를 보였다($p=0.000$).

3) 요골 골밀도와 골 스캔 소견과의 관계

요골 골밀도 수치를 종속변수로 하고 골스캔의 7가지 소견을 독립변수로 설정하여 단계별 직선회귀분석을 실시하였다. 4번째 소견인 하악골과 두개골의 섭취증가 소견에서 t값이 -2.926로 통계학적으로 유의한 결과를 보였다($p=0.006$).

4) 하악골과 두개골의 섭취증가 유무에 따른 각 부위별 골밀도와의 관계

하악골과 두개골의 섭취증가 소견을 보인 환자는 54명으로 이들의 평균연령은 53.2 ± 11.5 세로 음성

Table 3. Relation Between BMD and 4th. Finding on Bone Scintigraphy.

	Finding 4		p-value
	+	-	
Pt. No.	54	25	
Age	53.2±11.5	44.7±9.6	0.002
T-score on lumbar	-1.89±1.18	-0.73±1.32	0.000
T-score on femur neck	-1.83±0.92	-1.02±1.10	0.001

인 환자(25명, 44.7±9.6세, p=0.002)에 비해 유의하게 높았으며, 요추(-1.89±1.18 vs. -0.73±1.32, p=0.000)와 대퇴경부(-1.83±0.92 vs. -1.02±1.10, p=0.001)의 골밀도는 유의하게 낮았다(Table 3).

고 찰

골다공증은 전반적인 골량의 감소와 뼈의 미세구조 변화로 인하여 뼈의 강도가 약화되어 쉽게 골절이 발생할 수 있는 전신적인 질병이며, 대표적인 대사성 골질환으로서 골대사의 증가를 특징으로 한다.

골량은 35세 전후에 도달하는 최대 골밀도와 이후의 골 소실에 의해 결정된다.⁴⁾ 피질골의 경우 40세 전후 남녀 모두에서 매 10년마다 3%의 소실을 보이고 폐경 후 여성에서는 매 10년마다 9%의 소실을 보이는 것으로 알려져 있다. 해면골의 경우는 매 10년마다 6-8%의 소실을 보이고 폐경 후의 여성에서는 매년 10%의 소실을 보인다. 1995년 Melton 등⁵⁾의 보고에 의하면 폐경 후 백인 여성의 54%가 골감소증이 있으며, 30%에서는 골다공증이 있다고 하였다.

골스캔은 다양한 골질환의 진단과 경과관찰에 이용되고 있으며, 골대사 정도에 따라 골섭취 증가 소견이 나타난다. 이러한 특징은 대사성 골질환에서의 골스캔 소견으로 알려져 있으나 대표적인 대사성 골질환인 골다공증에서의 골스캔 소견에 대해서 연구한 결과는 드물다.

골다공증을 비롯한 대사성 골질환은 전형적으로 전체 골격을 침범하는 특성이 있으며 증가된 골교

체와 증가된 ^{99m}Tc-MDP의 섭취 소견을 보인다. Fogelman 등⁶⁾은 골다공증을 비롯한 대사성 골질환이 심한 경우에서는 특징적인 골스캔 소견을 보인다고 하였다. 34세에서 72세 사이의 여성을 대상으로 한 본 연구에서도 연령이 증가함에 따라 각 부위별 골밀도는 의미있는 감소 소견을 보였다. 그러나 연령의 증가가 골스캔에 미치는 영향에 대해서는 알려진 바가 많지 않다. 본 연구에서는 연령이 증가함에 따라 장골의 섭취증가 소견과 두개골 및 하악골의 섭취 증가 소견을 보였고 늑연골 접합부의 섭취는 오히려 감소하는 소견을 보였다. 이전의 몇몇 연구들에서도 연령이 증가함에 따라 골스캔상 골섭취가 증가한다는 보고가 있었다. 이러한 소견은 연령이 증가함에 따라 신기능의 감소로 인해서 나타날 수도 있고⁷⁾, 골대사가 증가하여 이러한 소견이 나타날 수도 있다.⁸⁾ 그러나 골섭취 증가 소견이 골대사 표지자들과 유의한 상관관계를 보이고 있으므로 골대사의 증가가 신기능의 감소보다는 더 중요하게 작용하리라 판단된다. Kigami 등⁹⁾의 연구에 의하면 여성에 있어서 연령이 증가함에 따라 두개골의 섭취가 증가하는 소견이 두드러지게 나타났다. 그리고 장골의 섭취 증가와 함께 골격축의 섭취는 감소되어 있는 소견을 보였는데 이러한 소견들은 아마 체구의 차이로 인해서 나타났을 것으로 추정되나 정확한 이유는 알려져 있지 않다. 두개골의 섭취 증가는 여러 연구들⁹⁻¹¹⁾에서 보고되어지고 있고 이 소견은 신기능의 감소에는 영향을 받지않는 것으로 알려져 있다. 두개골의 섭취 증가 소견은 고령의 남성에서는 흔히 발견되는 소견은 아니며^{9,10)}, 유방암 환자에서 항암치료와 연관이 있는 것으로

알려져 있으며^{12,13)}, 골연화증이나 부갑상선 기능항진증 등의 골교체율이 증가된 질환에서 흔하게 관찰되는 소견이다.¹⁴⁻¹⁶⁾ 그러나 Senda 등¹⁰⁾의 연구에 의하면 두개골의 섭취 증가 소견은 폐경 후 골대사 변화와 관련이 있다고 보고하였으며, 이러한 폐경 후의 골소실은 골 대사와 관련이 있고¹⁷⁾ 골대사 표지자가 높은 군에서 골량은 감소되어 있었다.¹⁸⁾ 이상의 결과들을 종합하여 보면 두개골의 섭취 증가는 고령의 여성에서 폐경 후의 골소실을 반영하는 소견이 될 수 있다라고 가정할 수 있다. 본 연구에서도 두개골 및 하악골의 섭취증가는 대퇴경부와 요추의 골밀도 감소와 통계학적으로 유의한 관련이 있었다. 그리고 이러한 결과는 연령의 증가와는 독립적이었다. Kigami 등¹⁹⁾이 고령의 여성에서 골스캔과 골밀도와의 상관관계를 조사한 결과 골의 섭취 증가와 각 부위별 골밀도와는 음의 상관관계가 있음을 보고하였고, 특히 두개골의 섭취 증가와 요추의 골밀도가 유의한 관계가 있음을 보고하였다. 두개골의 섭취가 증가하는 이유는 아직 정확한 이유는 밝혀져 있지 않으나 두개골은 체중 부하를 받지 않는 골이므로 전신적인 골대사 변화에 비교적 초기에 영향을 받기 때문일 것으로 추정된다.

결론적으로 여성에서 골스캔상 두개골의 섭취증가 소견은 요추와 대퇴경부의 골밀도 감소와 관련이 있었다. 본 연구에서는 골연화증, Paget병, 부갑상선 기능항진증 등의 골대사에 영향을 미칠 수 있는 환자를 연구대상에서 제외하였기 때문에 두개골의 섭취증가가 전신질환에 의한 영향이라기보다는 골량의 감소를 간접적으로 시사하는 결과로 보기에 충분하다고 판단된다. 따라서 임상 의사들은 다양한 이유로 골스캔을 검사한 경우 여성에서 두개골의 섭취 증가 소견이 관찰되면 부갑상선 기능항진증이나 골연화증 등의 두개골 섭취를 증가시키는 질환이 없는 경우 골밀도검사 등의 적극적인 대처가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

목적 : 골스캔은 다양한 골격계 질환을 평가하는데 가장 널리 이용되는 검사방법이다. 골격계를 침

범하는 대사성 골질환은 골대사의 증가와 연관이 있다. 본 연구에서는 골스캔을 시행한 정상 여성에서 골스캔상의 섭취 증가와 골밀도와의 관계를 알아보고자 하였다. **대상 및 방법 :** 골밀도와 골스캔을 동시에 시행한 79명의 여자를 대상으로 골다공증 동반 여부와 골스캔 소견과의 상관관계를 조사하였다. **결과 :** 연령이 증가할수록 각 부위별 골밀도와는 음의 상관관계를 보였다. 골스캔의 7가지 소견중 장골과 두개골 및 하악골의 섭취는 증가하였고, 늑연골 접합부의 섭취는 감소하는 소견을 보였다. 이들 소견중 두개골 및 하악골의 섭취 증가 소견은 요추와 대퇴경부 골밀도의 감소와 통계학적으로 의미있는 유의성을 보여주었다. **결론 :** 여성에서 골스캔상 두개골 및 하악골의 섭취증가 소견은 요추와 대퇴경부의 골밀도 감소와 관련이 있었고 이러한 사실은 폐경 후 여성에서 골감소증이나 골다공증을 시사하는 소견이 될 수 있다.

참 고 문 헌

1. Patrick G, Pierre D. Osteoporosis. *Endocrinology and Metabolism Clinics* 1997;26:913-36.
2. Kim KW, Kim YH, Min HJ, Yoon US, Cho WJ, Son DS. Mortality study of intertrochanteric fracture of the femur in the elderly patients. *J. of Korean Orthop. Assoc.* 1996;31:119-23.
3. Ryan PJ, Fogelman I. Bone scintigraphy in metabolic bone disease. *Seminars in Nuclear Medicine* 1997;27:291-305.
4. Leslie A, Soyka. Hormonal determinants and disorders of peak bone mass in children. *J Clin Endo Metab.* 2000;85:3951-63.
5. Consensus conference: Osteoporosis. *JAMA* 1984; 252:799.
6. Fogelman I, Citrin DL, Turner JG, et al. Semiquantitative interpretation of the bone scan in metabolic bone disease. *Eur J Nucl Med* 1979;4:287-9.
7. Martin P, Schoutens A, Manicourt D, Bergmann P, Fuss M, Verbanck M. Whole body and regional retention of ^{99m}Tc-labeled pyrophosphate at 24 hours:physiological basis of the method for assessing the metabolism of bone in disease. *Calcif Tissue Int.* 1983;35:37-42.

8. Fogelman I, Bessent R. Age-related alteration in skeletal metabolism; 24 hour whole-body retention of diphosphonate in 250 normal subjects. *J Nucl Med*. 1982;23:296-300.
 9. Kigami Y, Yamamoto I, Ohnishi H, Miura H, Ohnaka Y, Ota T et al. Age-related change of Tc-99m HMDP distribution in skeleton. *J Nucl Med* 1996;37:815-8.
 10. Senda K, Itoh S. Evaluation of diffusely high uptake by the calvaria in bone scintigraphy. *Ann Nucl Med* 1987;1:23-6.
 11. Jacobsson H, Haverling M. Hyperostosis carni. Radiography and scintigraphy compared. *Acta Radiol* 1988;29:223-6.
 12. Creutzig H, Dach W. The sickle-sign in bone scintigraphy. *Eur J Nucl Med* 1981;6:99-101.
 13. Roos JC, van IJ, van BM, Oei HY, van RP. The hot skull; malignant or feminine ?. *Eur J Nucl Med* 1987;13:207-9.
 14. Sy WM. Bone scan in primary hyperparathyroidism. *J Nucl Med* 1974;15:1089-91.
 15. Wiegmann T, Rosenthal L, Kaye M. Tc-99m pyrophosphate bone scans in hyperparathyroidism. *J Nucl Med* 1977;18:231-5.
 16. Fogelmann I, Carr D. A comparison of bone scanning and radiology in the evaluations of patients with metabolic bone disease. *Clin Radiol* 1980;31:321-6.
 17. Christiansen C, Riis BJ, Rodbro P. Prediction of rapid bone loss in postmenopausal women. *Lancet*. 1987;1:1105-8.
 18. Miura H, Yamamoto I, Yuu I, Kigami Y, Ohta-T, Yamamura Y, et al. Estimation of bone mineral density and bone loss by means of bone metabolic markers in postmenopausal women. *Endocrine J*. 1995;46:797-802.
 19. Kigami Y, Yamamoto I, Ohnishi H, Takada M, Matsushita R, Hamanaka Y, et al. Relationship between skeletal uptake of Tc-99m HMDP and bone mineral density in elderly women. *Ann Nucl Med* 1998;12:15-20.
-