

# 동일개체에서 DXA와 QCT의 L-Spine BMD 비교

## — DXA and QCT in the Same Object of the Comparative Study of L-Spine BMD —

한서대학교 방사선학과 · 서남대학교 방사선학과<sup>1)</sup>

임청환 · 한범희<sup>1)</sup> · 이상호<sup>1)</sup> · 라길수

### — 국문초록 —

2010년 3월부터 6월까지 I병원과 N병원에서 22명을 대상으로 DXA와 QCT에 의한 동일개체에서의 요추 골밀도를 측정하여 비교분석하였고, 통계학적인 방법으로는 SPSS for Windows 프로그램(version 12.0)을 사용하여 빈도분석과 t-test로 골밀도와 연령, 신장, 체중의 상관관계를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 연구대상자의 분포는 남자 19명, 여자 3명으로 모두 22명이며, 연령은 28세 부터 37세로 분포하였다. 평균연령은 32.14세이고, 이들의 평균신장은 170.59 cm이며, 평균체중은 69.41 kg으로 나타났다. 또한 DXA방법과 QCT방법에 의한 층위별 평균골밀도는 L2-L4에서 상관계수가 0.378로 뚜렷한 양적 상관관계가 나타났다. 연령별 분석에서는 QCT방법보다는 DXA방법이 10.8% 더 유용한 것으로 나타났고, 신장별 분석에서는 DXA방법보다는 QCT방법이 3.4% 더 유용한 것으로 나타났으며, 체중별 분석에서는 DXA방법보다는 QCT방법이 1.2% 더 유용한 것으로 나타났다. 이상의 본 연구 결과에서 골밀도 측정에 있어서 연령별에서는 DXA방법이 유용하고, 신장과 체중별에서는 QCT방법이 다소 유용한 것으로 나타났다. 따라서 골밀도 측정에 있어 환자의 연령, 신장, 체중 등에 따라 정확한 측정방법의 선택이 고려되어야 할 것으로 사료된다.

**중심 단어:** DXA, QCT, T-Score, 골밀도

## I. 서 론

최근 평균수명이 증가함에 따라 노령인구의 비율이 높아지고 있으며, 이에 따라 노인성질환의 예방 및 치료가 개인뿐만 아니라 사회 경제적으로 심각한 문제로 대두되고 있다. 골다공증은 가장 흔한 전신성골질환이며, 노령

층에서는 골절을 야기하는 가장 중요한 원인 질환으로 알려져 있다<sup>1,2)</sup>. 그러므로 골다공증의 조기 진단은 중요한 의의가 있고, 골밀도를 정확하게 측정할 수 있는 기기의 선택 또한 중요하다. 노령인구의 증가와 함께 골다공증에 대한 관심이 높아지면서 골밀도를 측정하는 다양한 방법들이 도입되고 있으나 그 방법의 차이에 따른 측정치의 정확도나 결과의 차이에 대해서는 여러 의견이 있다<sup>3-7)</sup>. 이중에너지 X선 흡수계측법(DXA)과 정량적 전산화 단층촬영법(QCT)은 골밀도 측정에 있어 특성을 알기 위하여 최근에 가장 많이 이용되고 있는 검사방법이다. 그동안 골다공증에 대한 연구는 골절과 위험인자 등의 위주로 다루어져 왔고, 검사방법에서도 동일 개체가 아닌 대상을 연구하여 보고되어 비교가 타당성과 신뢰성이 미비하였음

\*접수일(2010년 10월 30일), 1차심사(2010년 11월 9일), 2차심사(2010년 12월 2일), 확정일(2010년 12월 20일)

- 이 논문은 2010년도 한서대학교 교내 연구비 지원에 의해 연구되었습니다.

교신저자 : 한범희, (336-922) 충남 아산시 송악면 평촌리 산36-1  
서남대학교 방사선학과  
CP : 010-4422-0384  
E-mail : raphael121215@hanmail.net

을 한계점으로 제시되었다. 따라서 본 연구에서는 이중에너지 X선 흡수계측법(DXA)과 정량적 전산화 단층촬영법(QCT)에 의한 동일개체에서의 요추 골밀도를 측정하여 이들 간의 측정치 오차를 알아보고 연령, 신장, 체중의 관계를 비교분석하였다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구대상

연구대상은 남자 19명, 여자 3명으로 모두 22명이며, 연령분포는 28세부터 37세로 나타났다. 평균연령은 32.14세이고, 이들의 평균신장은 170.59 cm이며, 평균체중은 69.41 kg으로 나타났다[Table 1].

Table 1. Demographic characteristics

Variable	Male	Female	Total	
	Mean	Mean	Mean±SD	Range
Age(yr)	32.42	30.33	32.14±2.57	28~37
Height(cm)	171.84	162.67	170.59±6.40	157~182
Weight(kg)	70.47	62.67	69.41±11.29	56~112

### 2. 연구방법

본 연구는 2010년 3월부터 6월까지 I병원과 N병원에서 22명을 대상으로 이중에너지 X선 흡수계측법(DXA)과 정량적 전산화 단층촬영법(QCT)에 의한 동일개체에서의 요추 골밀도를 측정하여 비교 분석하였다.

DXA(Dual Energy X-ray Absorptiometry)형식의 골밀도 측정기는 Norland eclipse(USA, 2005)를 이용하여 요추(L2~L4)의 골밀도는 바로 누워 고관절과 슬관절을 구부린 자세에서 요추를 전, 후면으로 측정하였고, 골밀도 단위는  $g/cm^2$ 으로 표시하였다.

QCT(Quantitative Computed Tomography)형식의 골밀도 측정기는 QCT-3000™(HITACHI, ECLOS)기기를 사용하여 대상자의 요추 2, 3, 4번까지를 촬영하여 골밀도 단위는  $mg/cm^3$ 으로 정량화하였다.

통계학적인 방법으로는 SPSS for Windows 프로그램(version 12.0)을 통계 패키지로 사용하였다. 표본의 분포를 분석하기 위해서는 빈도분석을 사용하였고, 모든 통

계적 수치는 평균, 표준편차로 표기하였으며, 통계 처리 후 p값이 0.05 이하일 경우에 통계적인 유의성이 있다고 판정하였다. t-test로 골다공증과 연령, 신장, 체중의 상관관계를 분석하였다.

## III. 연구 결과

### 1. DXA와 QCT방법에 따른 층위별 골밀도

DXA방법에 의한 층위별 평균골밀도는 L2에서  $1.04 \pm 0.12 g/cm^2$ , L3는  $1.07 \pm 0.14 g/cm^2$ , L4는  $1.04 \pm 0.14 g/cm^2$ 로 나타났고, QCT방법에 의한 층위별 평균골밀도는 L2에서  $166.30 \pm 23.47 mg/cm^3$ , L3는  $158.98 \pm 19.39 mg/cm^3$ , L4는  $161.29 \pm 23.08 mg/cm^3$ 로 나타났으며, L2-L4의 평균골밀도는 DXA에서  $1.04 \pm 0.13 g/cm^2$ , QCT는  $162.19 \pm 20.48 mg/cm^3$ 으로 나타났다. L2-L4 평균골밀도에서 DXA와 QCT 두 방법에 의해 얻은 골밀도 간의 상관계수는 0.378로 뚜렷한 양적 상관관계가 나타났다[Table 2].

Table 2. BMD in each lumbar level

Level	DXA( $g/cm^2$ )	QCT( $mg/cm^3$ )	correlation coefficient
	Mean±SD	Mean±SD	
L2	$1.04 \pm 0.12$	$166.30 \pm 23.47$	0.043
L3	$1.07 \pm 0.14$	$158.98 \pm 19.39$	0.383
L4	$1.04 \pm 0.14$	$161.29 \pm 23.08$	0.274
L2-L4	$1.04 \pm 0.13$	$162.19 \pm 20.48$	0.378

DXA: Dual Energy X-ray Absorptiometry

QCT: Quantitative Computed Tomography

### 2. 연령에 따른 골밀도

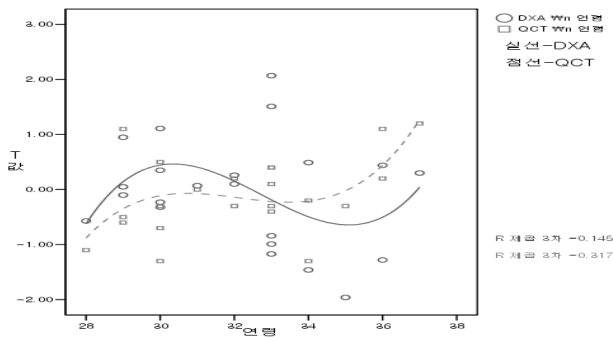
연령에 따른 평균 T-score는 33세 미만에서 DXA가 QCT보다 증가하다가 33세 이상에서는 DXA가 감소하였고[Fig. 1], DXA방법에서 연령이 T-score에 대한 설명력이 8.8%이므로 연령과 DXA방법은 91.2%의 상관관계가 나타났으며, QCT방법에서는 연령이 T-score에 대한 설명력이 19.6%이므로 연령과 QCT방법은 80.4%의 상관관계가 나타났다. 그러므로 연령별 분석에서는 QCT방법보다는 DXA방법이 10.8% 더 유용한 것으로 나타났다 [Table 3].

**Table 3.** Relationship analyses between DXA, QCT and age

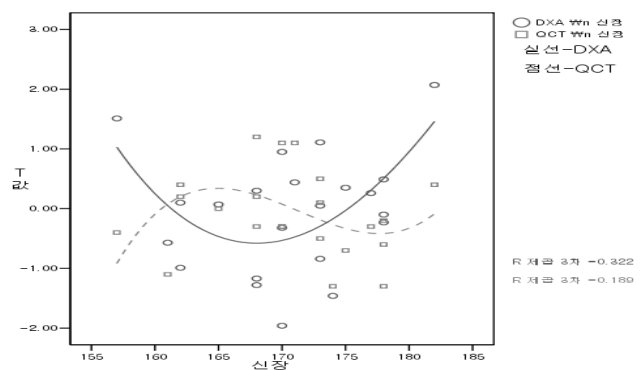
Age(yr)	N(%)	DXA(T-score)	QCT(T-score)
		Mean±SD	Mean±SD
~29	4(18.2)	0.08±0.64	-0.28±0.95
30~32	7(31.8)	0.19±0.47	-0.27±0.60
33~34	7(31.8)	-0.06±1.41	-0.19±0.59
35~	4(18.2)	-0.62±1.18	0.55±0.72
에타제곱		0,088	0,196

**Table 4.** Relationship analyses between DXA, QCT and height

Height(cm)	N(%)	DXA(T-score)	QCT(T-score)
		Mean±SD	Mean±SD
~165	5(22.7)	0.02±0.95	-0.18±0.59
166~170	6(27.3)	-0.58±1.09	-0.27±0.71
171~175	6(27.3)	-0.06±0.93	-0.13±0.87
176~	5(22.7)	0.50±0.92	0.40±0.62
에타제곱		0,157	0,123



**Fig. 1.** Scatter diagram of age and T-score



**Fig. 2.** Scatter diagram of height and T-score

### 3. 신장에 따른 골밀도

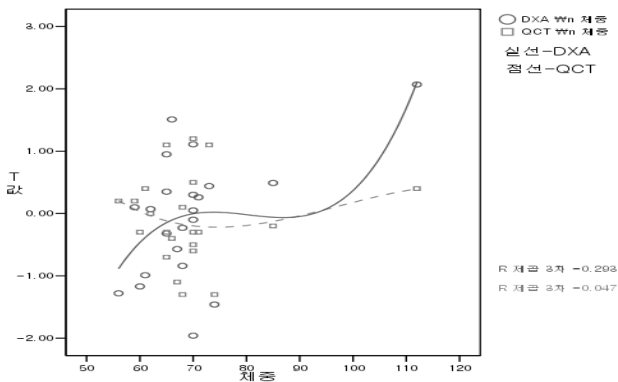
신장에 따른 평균 T-score에서 DXA방법에서 T-score가 170 cm부근까지 감소하다가 다시 170 cm 이상에서 증가하는 그래프를 보였고, QCT방법에서는 T-score가 165 cm 미만에서 증가하다가 165 cm 이상에서 다시 감소하는 그래프를 보였다[Fig. 2]. DXA방법에서 신장이 T-score에 대한 설명력이 15.7%이므로 신장과 DXA방법은 84.3%의 상관관계가 나타났으며, QCT방법에서는 신장이 T-score에 대한 설명력이 12.3%이므로 신장과 QCT방법은 87.7%의 상관관계가 나타났다. 그러므로 신장별 분석에서는 DXA방법보다는 QCT방법이 3.4% 더 유용한 것으로 나타났다[Table 4].

### 4. 체중에 따른 골밀도

체중에 따른 평균 T-score에서 DXA방법은 70 kg 미만에서 낮게 분포하다가 90 kg까지는 완만하게 감소하고, 다시 90 kg 이상에서 증가하는 그래프를 보였으며, QCT방법에서는 70 kg 미만에서 감소하다가 70 kg 이상에서 다시 완만하게 증가하는 분포를 보였다[Fig. 3]. DXA방법에서 체중이 T-score에 대한 설명력이 6.3%이므로 체중과 DXA방법은 93.7%의 상관관계가 나타났으며, QCT방법에서는 체중이 T-score에 대한 설명력이 4.8%이므로 체중과 QCT방법은 95.2%의 상관관계가 나타났다. 그러므로 체중별 분석에서는 DXA방법보다는 QCT방법이 1.2% 더 유용한 것으로 나타났다[Table 5].

**Table 5.** Relationship analyses between DXA, QCT and weight

Weight(kg)	N(%)	DXA(T-score)	QCT(T-score)
		Mean±SD	Mean±SD
~65	8(36.4)	-0.29±0.80	0.08±0.54
66~70	9(40.9)	-0.08±1.03	-0.27±0.78
71~	5(22.7)	0.36±1.25	-0.06±0.89
에타제곱		0.063	0.048

**Fig. 3.** Scatter diagram of weight and T-score

#### IV. 고 찰

골다공증은 골밀도의 감소로 야기하는 질환으로서, 대사성 골질환 중 가장 흔하며 최근 노년층 인구의 증가로 인하여 중요한 노인질환으로 대두하게 되었다<sup>8-10</sup>). 따라서 이러한 골다공증의 예방 및 조기진단, 골량 감소의 정도와 치료효과에 대한 판정을 위하여 골밀도를 정확하게 진단할 수 있는 방법들이 요구되고 있으나 그 방법의 차이에 따른 측정치의 정확도나 결과의 차이에 대해서는 여러 의견이 있다<sup>11-13</sup>). 임상적인 골다공증 진단방법으로는 단순방사선사진을 이용한 방법으로 대퇴골 근위부 골소주지표(Singh index)<sup>14</sup>), 중수지골의 피지골측정법(Metacarpal index), 척추측면사진을 이용한 Saville's index<sup>15</sup>) 등이 사용되어 왔다. 이후 1963년 Cameron과 Sorenson<sup>16</sup>) 이 단일에너지의 광자를 방출하는 <sup>125</sup>I를 이용한 단일에너지 광자 흡수측정기(Single Photon Absorptiometry, SPA)를 사용하여 골밀도를 수량화할 수 있어 요골 등 주로 치밀골(compact bone)의 골량측정에 유용하게 쓰였다. 그 이후 이중에너지의 광자를 내는 <sup>153</sup>Gd을 이용한 이중에너지

너지 광자 흡수측정기(Dual Photon Absorptiometry, DPA)가 개발되었으며, 이 방법은 연부조직의 밀도를 제거할 수 있기 때문에 척추골과 대퇴골 근위부의 골밀도 측정이 가능하였다<sup>17</sup>). 1987년 <sup>153</sup>Gd 대신에 이중에너지 X-선 흡수측정기(Dual Energy X-ray Absorptiometry, DXA)가 개발되어 척추골, 대퇴골 근위부 및 다른 부위의 골밀도 측정이 가능하게 되었다. 이 방법은 DPA보다 해상력이 좋고 짧은 시간에 측정이 가능하며, 정확도 및 정밀도가 높으며 방사선 피폭량이 적다는 장점이 있다<sup>6-7</sup>). 이중X선을 이용한 골밀도 측정법은 DER(dual energy radiography), DRA(dual energy radiographic absorptiometry), QDR(quantitative digital radiography), DEXA(dual energy X-ray absorptiometry) 등의 다양한 약어로 사용 되었으나 DXA로 통칭되고 있다<sup>18</sup>). 정량적 전산화단층촬영술(Quantitative Computed Tomography, QCT)은 흔히 CT라고 불리는 전산화단층촬영의 원리를 이용한 것으로, 이 방법의 이론적인 장점은 척추의 중심 부위인 소주골 부분의 골밀도만을 따로 측정할 수 있다는 것이다. 소주골 부위를 따로 측정하는 것이 좋은 이유는 일반적으로 골다공증에서는 피지골 부위보다 소주골 부위의 변화가 훨씬 현저하게 나타나며, 치료에 대한 반응도 빨리 볼 수 있기 때문이다. 또한 척추의 노화에 따른 퇴행성 변화나 대동맥 석회화 등에 의한 영향을 배제할 수 있다는 장점이 있다. 반면에 측정비용이 비싸고, 측정의 정밀도가 이중에너지 X-선 흡수측정기에 비하여 떨어지며, 방사선 노출이 많다는 단점이 있다. 그리고 초음파(Ultrasound)를 이용한 골밀도 측정방법이 있다. 원리는 초음파가 뼈를 통과하는 속도가 뼈의 밀도와 탄성률에 따라 달라지는 점을 이용한 것이다. 즉 뼈의 밀도가 높을수록, 탄성률이 높을수록 초음파의 전달 속도가 빨라지게 된다. 뼈의 강도는 골량 이외에도 골의 구조나 질에 의해 영향을 받는데, 기존의 골밀도 측정기로는 이러한 요소들을 평가할 수 없었다. 초음파를 이용한 측정 방법의 이론적인 장점은 뼈의 양 뿐만 아니라 뼈의 질을 동시에 평가할 수 있다는 점이다. 이외에도 방사선 노출이 없고, 측정이 간편하며, 비용도 비교적 적게 들기 때문에 골다공증의 선별검사에 유용하게 사용 될 수 있을 것으로 보인다. 그러나 골절 위험도의 예측이나 골다공증 치료에 대한 반응을 추적 관찰하는 데 있어서의 유용성은 앞으로 좀 더 검증이 필요한 상태이다.

최근에는 DXA방법과 QCT방법이 널리 이용되고 있는데 DXA기법은 골무기질량을 단위 면적당 그램( $g/cm^2$ )으로 표시함으로써 엄밀한 의미에서 밀도라기보다는 스캔된

부위의 무기질량을 표시하게 되고 이렇게 스캔된 부위의 골량에는 치밀골과 해면골 모두가 반영되게 된다. 반면 QCT방법은 3차 해부학적 구조에 따른 치밀골이 제외된 순수 해면골만을 측정함으로써 DXA방법시 포함되는 치밀골을 배제하고 순수한 해면골만의 골밀도를 측정할 수 있다.

본 연구에서 골다공증(Osteoporosis)은 1994년 WHO에서 발표한 성인 여성의 골밀도는 T-score가 젊은이(30세)의 평균값에 -2.5 표준편차 이하일 때 골다공증(Osteoporosis)군으로 분류한 기준으로 30세 전후에 대해 초점을 두고 조사하였다. I병원과 N병원에서 22명을 대상으로 이중에너지 X선 흡수계측법(DXA)과 정량적 전산화 단층촬영법(QCT)에 의한 동일개체에서의 요추 골밀도를 측정하여 비교분석하였다. 그 결과 DXA방법과 QCT방법에 의한 층위별 평균골밀도는 L2-L4에서 상관계수가 0.378로 유의한 상관관계가 나타났고, 이 결과는 정재윤 등<sup>19)</sup>이 보고한 DXA와 QCT간의 관계는 상관계수 0.58로 이들 간에 통계학적으로 유의한 상관관계가 나타났다. 그리고 연령별, 체중별, 신장별에 따른 DXA와 QCT간의 상관관계를 보고한 논문이 없어 비교분석할 수 없었다.

이상의 연구에서 골밀도를 측정하는데 환자의 연령, 체중, 신장에 따라 DXA와 QCT간에 골밀도의 차이가 있음을 알 수 있었다.

## V. 결 론

2010년 3월부터 6월까지 I병원과 N병원에서 22명을 대상으로 이중에너지 X선 흡수계측법(DXA)과 정량적 전산화 단층 촬영법(QCT)에 의한 동일개체에서의 연령별, 신장별 및 체중별 요추 골밀도를 측정하여 비교분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. DXA방법과 QCT방법에 의한 층위별 평균골밀도는 L2에서 DXA와 QCT 두 방법에 의해 얻은 골밀도간의 상관계수는 0.043으로 통계학적으로 거의 무시될 수 있는 상관관계가 나타났으며, L3, L4, L2-L4에서는 양적 상관관계가 나타났다.

2. 연령별 분석에서는 QCT방법보다는 DXA방법이 10.8% 더 유용한 것으로 나타났고, 신장별 분석에서는 DXA방법보다는 QCT방법이 3.4% 더 유용한 것으로 나타났으며, 체중별 분석에서는 DXA방법보다는 QCT방법이 1.2% 더 유용한 것으로 나타났다.

이상의 본 연구 결과에서 연령별에서는 DXA방법이 유용하고, 신장과 체중별에서는 QCT방법이 다소 유용한 것으로 나타났다. 따라서 골밀도 측정에 있어 환자의 연령, 신장, 체중 등에 따라 정확한 측정방법의 선택이 고려되어야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Cummings SR, Kelsey JL, Nevitt MC, O'Dowd KJ: Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures, *Epidemiol Rev* 7:178, 1985
2. Grampp S, Jergas M, Glur CC, Lang P, Brastow P, Genant HK: Radiologic diagnosis of osteoporosis: current methods and perspectives, *RCNA* 31:5:1133-1145, 1993
3. 민용기, 정호연, 장학철, 한인권: 이중에너지 방사선 흡수계측기로 측정된 한국인 여성의 측면 요추골밀도. *대한골대사학회지*, 1:70~76, 1994
4. 양승오, 이명식, 광철은 등: 양광자 감마선 측정법을 이용한 한국인의 정상골밀도치. *대한의학협회지*, 32: 634~640, 1989
5. Kelly TL, Solvic DM, Dchienfeld DA and Neer RM : Quantitative digital radiography versus dual photon absorptiometry of the lumbar spine. *J Clin Endocrinal Metab* 67:839-844, 1988
6. Mazess R, Collik B, Trempe J, Barden H and Hanson J: Performance evaluation of a dual energy X-ray bone densitometer. *Calig Tissue Int* 44:228-232, 1988
7. Pacific R, Rupich R, Griffin M, Chines A, Susman N and Aviolo LV: Dual energy radiography versus quantitative computer tomography for the diagnosis of osteoporosis. *J Clin Endocrinal and Metab*, 705-710, 1990
8. 안면환, 박동구, 이동철, 서재정, 김세동, 안중철: 연령증가에 따른 골밀도 변화에 영향을 주는 요인에 대한 탐구적 연구. *대한정형학회지*, 28:2369~2379, 1993
9. 장준섭, 문성환: 이중에너지 방사선 흡수계측기를 이용한 원발성 골다공증에 의한 척추골절의 골밀도. *대한정형학회지*, 27:57~64, 1992

10. Lane LM, and Vigorita VJ: Current concepts review ; Osteoporosis. J Bone Joint Surg, 64-A:274-278, 1993
11. 유명철, 안진환, 이용걸, 금세진, 안재성, 김경태: Dual Photon X-ray absorptiometry를 이용한 Singh's index의 신뢰성 조사. 대한정형외과학회지, 24:1376~1383, 1989
12. 한인권, 이득주, 이은주: 여성에서의 DXA와 pQCT로 측정된 골밀도의 비교분석. 대한골대사학회지, 1:55~60, 1994
13. Cann CE, Genant HK, Ettinger B and Gordan GS: Spinal mineral loss in oophorectomized women. Determination by quantitative computed tomography. J Amer Med Assoc 224:2055-2059, 1980
14. Singh M, Nagraath AR and Maini PS: Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as index of osteoporosis. J Bone Joint Surg, 52-A:457-467, 1970
15. Saville PD: Quantitative approach to simple radiographic diagnosis of osteoporosis; its application to the osteoporosis of rheumatoid arthritis. Arthritis and Rheumatism, 10:416-422, 1967
16. Cameron JR and Sorenson JA: Measurement of bone mineral in vivo; An improvement method. Science, 142:230-232, 1963
17. Sorenson JA and Cameron JR: A reliable in vivo measurement of bone mineral content. J Bone Joint Surg, 49-A:481-497, 1967
18. Wilson CR, Collier BD, Carrera GF, Jacobson DR: Acronym for dual energy absorptiometry. Radiography 176:875, 1990
19. 정재윤, 정성택, 전용범: 이중에너지 X선 흡수계측법(DXA)과 정량적 전산화 단층촬영법(QCT)에 의한 요추골밀도 비교 연구. 전남대학교 의과대학 정형외과학교실, 대한정형외과학회지, 31(3):444~445, 1996

---

• Abstract

---

## DXA and QCT in the Same Object of the Comparative Study of L-Spine BMD

Chung-Whan Lim · Beom-Hee Han<sup>1)</sup> · Sang-Ho Lee<sup>1)</sup> · Kil-Soo Ra

*Dept. of Radiological Science, Hanseo University ·*

<sup>1)</sup>*Dept. of Radiological Science, Seonam University*

March-June 2010 I hospitals and N of 22 patients in the hospital by DXA and QCT BMD measured at the same object were compared, statistical methods SPSS for Windows program (version 12,0) using the frequency analysis and t-test with a bone age, height, weight, the correlation analysis results were as follows. The distribution of study subjects 19 cases were male and 3 female patients, total 22 patients, 37 years of age ranged from 28 years of age. The mean age of 32.14 years old, and their average height is 170.59 cm, with the average weight was 69.41 kg. In addition to DXA and QCT of how the L2-L4 BMD in level average correlation coefficient was 0.378 with a significant quantitative correlation. Analysis by age rather than the QCT method to DXA showed that 10.8% more valuable, than height level analysis to DXA, QCT method showed 3.4 percent more useful, weight level analysis to DXA is more useful than the 1.2% QCT method was. More results from this study to measure bone density in the DXA method is useful in the age and height and weight by some in the QCT method proved to be useful. Therefore, bone mineral density in patients' age, height, weight, depending on the selection of accurate measurement is considered to be considered.

---

**Key Words :** DXA, QCT, T-Score, Bone Density