

# 정량적 전산화 단층촬영법(QCT)과 이중에너지 방사선 흡수법(DXA)에 의한 골밀도 측정값 상관분석 연구

조동현\*

## 요약

본 논문은 DXA와 QCT로 요추부 골밀도의 상관관계를 찾고, 두 장비 모두를 측정할 수 없는 경우 검사 결과를 추정할 수 있도록 하는데 목적이 있다. 요추부의 DXA와 QCT의 소주골과 피질골의 상관관계, 요추부의 DXA와 QCT의 T-score와 Z-score 상관관계를 분석하였다. 측정장치는 HOLOGIC사의 Hologic QDR-4500w과 SIEMENS사의 SOMATOM 128slice이다. 실험에 참여한 피시험자는 20-30세, 30-40세, 40-50세, 50-60세, 70-80세 각 10명 총60명을 대상으로 하였다. 연령이 증가함에 따라 T-score가 낮았고, 60세이상 연령층은 골 감소증이였다. 그리고 골밀도 검사에서 DXA와 QCT로 측정된 소주골과 피질골의 골밀도에 대한 상관관계가 매우 높았다. 또한 DXA와 QCT의 Z-score와 T-score가 다소 높은 상관관계를 띠고 있었다. 연구결과는 어느 한 장비의 측정결과를 통해 다른 장비의 결과를 추정할 수 있기 때문에 임상적 의미가 있을 것으로 사료된다.

## A Study on the Correlation Analysis of Bone Mineral Density Measurement by Dual Energy X-ray Absorptiometry(DXA) and Quantitative Computed Tomography(QCT)

Dong-Heon Cho \*

## ABSTRACT

The purpose of this study is to analogize the result of test when we don't measure two devices through explaining the correlation of bone mineral density (BMD) test value between Lumbar Spine BMD by DXA and QCT of equipment. We analyzed the correlation of lumbar spine by DXA with Trabecular in QCT for BMD and the correlation of lumbar spine with T-score & Z-score QCT for BMD each other. The measuring devices were Hologic QDR-4500w of HOLOGIC INC and SOMATOM 128slice of SIEMENS. We measured the bone mineral density from sixty healthy subjects (10 people in 20~30, 30~40, 40~50, 50~60, 60~70 and 70~80 respectively with age). As age roses, T-score became lower. Over 60 occurred osteopenia. Lumbar Spine BMD by DXA and QCT had a high correlation. And T-score of DXA and QCT correlated with Z-score. The research result, we predict the results of one of the devices, through the other's result. So, it could have a clinical availability.

Key Words : DXA, QCT, Lumbar spine, Bone mineral density, Correlation

---

\* 단국대학교 입학처(jovision@dankook.ac.kr)

· 제1저자(First Author) : 조동현 · 교신저자(Correspondent Author) : 조동현

· 접수일(2012년 9월 24일), 수정일(1차 : 2012년 10월 16일), 게재확정일(2012년 10월 19일)

## I. 서론

골다공증은 뼈의 질량감소와 조직의 구조학적 퇴화 현상으로 뼈를 구성하는 칼슘같은 미네랄과 기질의 감소 상태를 보이는 전신적인 진행성 골격질환이다. 건강보험 진료비 지급자료를 분석 결과 골다공증 질환의 건강보험 진료인구는 2005년 45만 명에서 2009년 74만 명으로 1.6배 증가하였다[1].

골노령 인구의 증가와 함께 골다공증에 대한 관심이 높아지고 골밀도를 측정하는 다양한 방법들이 도입되고 있다. 측정하는 방법에 의해 골밀도 측정치의 차이가 발생하고 있어 정확도나 그 결과에 대한 해석에 있어 여러 가지 문제점이 있다. 방사선사의 기술이나 숙련도에 따라 같은 부위를 촬영하는 경우 다소 차이가 발생하는 사례도 있다[2]. 골밀도를 측정하는 방법 중에서 이중 에너지 방사선흡수법(Dual energy X-ray absorptiometry, 이하 DXA)은 골다공증에 대한 진단과 추적 관찰을 위해 가장 보편적으로 활용하고 있는 방법이다[2,3,4]. 그러나 DXA은 2차원 영상에 해당되어 3차원 구조로 되어 있는 골밀도를 측정하는 것은 한계가 있다.

즉, DXA에 의해 얻어진 2차원 영상은 퇴행성 변화 때문에 골극의 형성이나 혈관의 석회화 등으로 검사 결과에 따른 영상 왜곡이 발생한다. 반면 최근 개발된 정량적 컴퓨터 단층 촬영(Quantitative computed tomography, 이하 QCT)에 의한 골밀도의 측정 방법은 DXA에 비해 3차원 영상 획득, 관심 영역의 정밀 측정, 피질골과 해면골의 골밀도를 각각 나누어 측정할 수 있는 장점이 있다. 지금까지 많은 병원에서 DXA 장비를 사용하고 있으며, 최근에 개발된 QCT 장비를 통해 골밀도 측정의 정확도 및 신뢰성을 확인하고자 하는 노력이 있다. 그러나 우리나라는 아직 QCT를 활용한 골밀도 측정에 관한 검사결과 보고가 부족한 실정이다[5,6].

본 연구는 골밀도 검사를 시행받은 환자를 대상으

로 DXA로 검사한 요추부와 QCT로 검사한 요추부 중 피질골과 소주골을 각각 분석하여 골밀도의 비교 및 상관관계를 알아보고자한다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 2.1 연구 대상

2011년 10월부터 2012년 4월까지 충남대학교병원 외래를 통해 내원한 환자 중 60명 대상으로 QCT와 DXA로 요추부 골밀도 검사를 시행하였다.

### 2.2 연구 방법

대상을 연령별로 Group1(20~30세미만), Group 2(30~40세미만), Group3(40~50세미만), Group4(50~60세미만), Group5(60~70세미만), Group6(70세이상) 6개 Group 10명씩 분류하였다. QCT와 DXA로 요추부 골밀도와 T-score와 Z-score를 조사하여 평균값과 상관 정도를 평가하였다. 그리고 측정값을 통계 프로그램(SPSS20.0)으로 대응표본T검정을 통해 상관관계를 분석하였다. 골밀도는 나이, 성별 등을 고려하여 정상 평균치와 비교해서 결정하고 T-score와 Z-score를 적용하고 있다. Z-score는 피시험자의 측정값과 성별, 나이별 정상 평균치와 차이를 정상치의 표준편차로 정의된 결과이다. T-score는 피시험자와 젊은 성인들의 정상 최대 골밀도값과 차이를 정상 골밀도값의 표준편차로 정의된 결과이다[7].

<그림 1, 2>는 DXA와 QCT에 의한 요추부 측정 결과를 나타낸 것이다. 골밀도 측정은 Hologic사 Hologic QDR-4500w와 SIEMENS사 SOMATOM 128slice를 활용하였다. 측정된 결과는 컴퓨터 분석을 통해 QCT와 DXA의 골밀도 상관관계 및 T-score, Z-score값을 분석하였다.

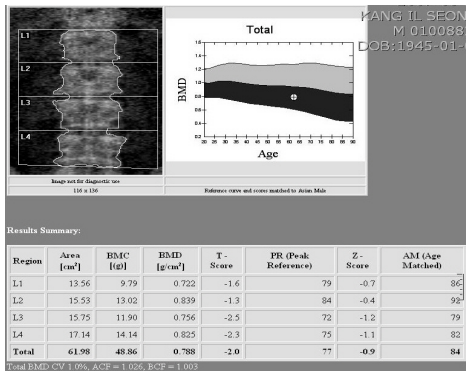


그림 1. DXA에 의한 요추부 측정 결과  
Fig 1. Result of lumbar spine by DXA

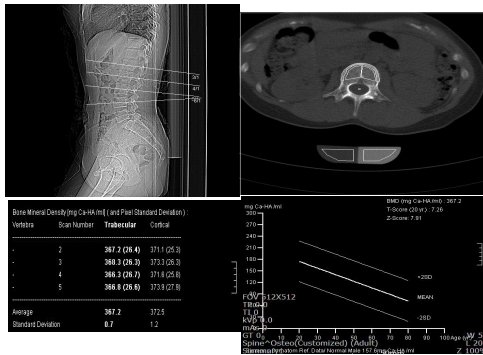


그림 2. QCT에 의한 요추부 측정 결과  
Fig 2. Result of lumbar spine by QCT

### III. 결과 및 고찰

#### 3.1 결과

<표 1>은 요추부의 DXA와 QCT의 소주골과 피질골의 평균과 표준편차를 나타낸 것이다. 전체 평균과 표준편차는 DXA 0.907±0.180 mg/cm<sup>2</sup>이고, QCT의 소주골 130.7±51.8 mg/cm<sup>3</sup>이며, QCT의 피질골 311.1±63.1 mg/cm<sup>3</sup>이다. <표 2>는 요추부의 DXA와 QCT의 소주골과 피질골의 상관관계를 나타낸 것이다. T-test 검정 결과 DXA와 QCT의 골밀도 상관관계는 소주골 0.714와 피질골 0.707로서 유의미한 상관관

계를 보였다(p<0.001). 요추부의 DXA와 QCT의 소주골은 0.508~0.818로 높은 상관관계이고, Group 1, 4, 6은 유의확률 p<0.001에서 유의미한 결과를 보였다. 또한 요추부의 DXA와 QCT의 피질골은 0.142~0.883으로 매우 낮은 상관관계에서부터 높은 상관관계이었으며, Group 5, 6은 p<0.001에서 유의미한 결과를 나타냈다. 따라서 본 연구 결과 요추부 DXA와 QCT 소주골의 상관관계가 요추부 DXA와 QCT 피질골의 상관관계보다 더욱 설명력이 있으며 유의미한 결과를 나타냈다.

표 1. 요추부의 DXA와 QCT의 소주골과 피질골의 평균과 표준편차

Table 1. Mean and mean difference among Lumbar-DXA Trabecular-QCT & Cortical-QCT of QCT in Lumbar

구분	Lumbar-DXA	Trabecular-QCT	Cortical-QCT
Group 1	0.953±0.087	174.2±21.5	334.6±34.0
Group 2	0.975±0.174	171.0±35.1	335.2±53.7
Group 3	1.025±0.207	159.0±26.8	338.0±43.6
Group 4	0.857±0.088	114.7±22.5	289.5±36.3
Group 5	0.815±0.148	87.1±35.6	275.7±67.3
Group 6	0.819±0.242	78.2±56.4	293.7±100.0
Total	0.907±0.180	130.7±51.8	311.1±63.1

표 2. 요추부의 DXA와 QCT의 소주골과 피질골의 상관관계

Table 2. Correlation of lumbar spine by DXA with Trabecular & Cortical in QCT for BMD

구분	Trabecular-QCT(p)	Cortical-QCT(p)
Group 1	0.748(0.006)	0.267(0.228)
Group 2	0.508(0.508)	0.429(0.429)
Group 3	0.602(0.033)	0.484(0.078)
Group 4	0.779(0.004)	0.142(0.348)
Group 5	0.709(0.011)	0.867(0.001)
Group 6	0.818(0.002)	0.883(0.000)
Total	0.714(0.000)	0.707(0.000)

<그림 3, 4>는 요추부의 DXA 와 QCT의 소주골과 피질골의 상관관계를 나타낸 것이다. 요추부 DXA T-score와 QCT T-score는 상관관계 값은 Group1 r=0.703, Group2 r=0.651, Group3 r=0.855, Group4 r=0.669, Group5 r=0.563, Group6 r=0.788이다.

<그림 5, 6>은 요추부에서 DXA와 QCT의 T-score와 Z-score 상관관계를 나타낸 것이다. 요추부 DXA Z-score와 QCT Z-score의 상관관계 값은 Group1 r=0.736, Group2 r=0.705, Group3 r=0.745, Group4 r=0.755, Group5 r=0.598, Group6 r=0.822 이다.

Total 상관관계에 관해 분석해보면, 요추부의 DXA와 QCT의 소주골과의 값은 r=0.714, R<sup>2</sup>=0.5101이고 요추부의 DXA와 QCT의 피질골과의 값은 r=0.707,

R<sup>2</sup>=0.4999이고 요추부 DXA T-score와 QCT T-score의 값은 r=0.755, R<sup>2</sup>=0.5702이고 요추부 DXA Z-score와 QCT Z-score의 값은 r=0.616, R<sup>2</sup>=0.3806이다.

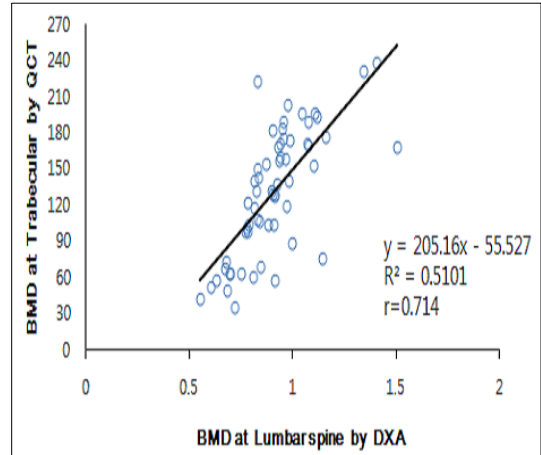


그림 3. 요추부의 DXA와 QCT의 소주골의 상관관계  
Fig. 3. Correlation of lumbar spine by DXA with Trabecular in QCT for BMD

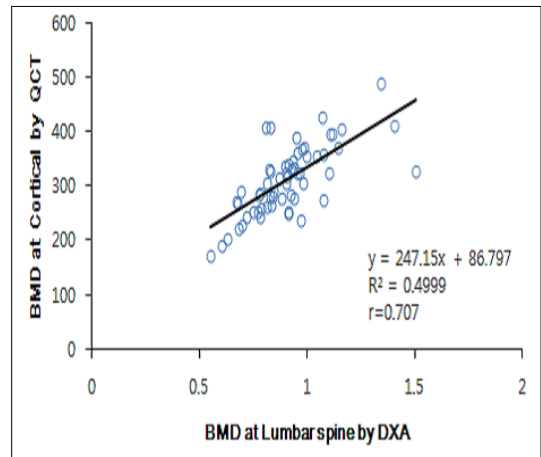


그림 4. 요추부의 DXA와 QCT의 피질골의 상관관계  
Fig. 4. Correlation of lumbar spine by DXA with Cortical in QCT for BMD

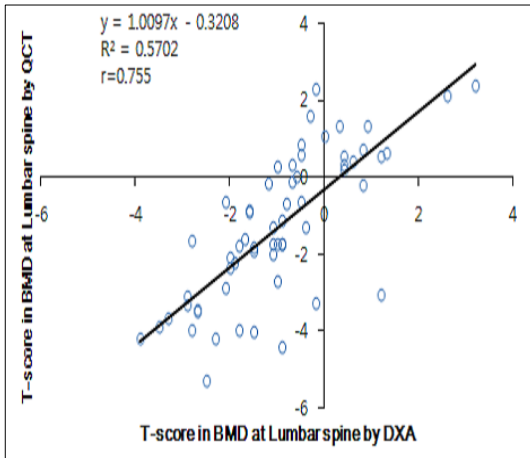


그림 5. 요추부에서 DXA와 QCT의 T-score 상관관계  
 Fig. 5. Correlation of lumbar spine with T-score by DXA & QCT for BMD each other.

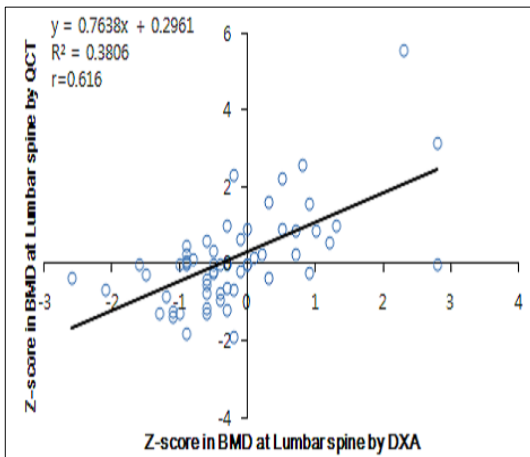


그림 6. 요추부에서 DXA와 QCT의 Z-score와 상관관계  
 Fig. 6. Correlation of lumbar spine with Z-score by DXA & QCT for BMD each other.

### 3.2 고찰

골밀도 측정에는 DXA, QCT, QMR 등이 이용되고 있다. DXA는 짧은 검사시간, 해상력과 정확도 향상 등의 이유로 골밀도 평가 방법으로 사용되고 있다. QCT는

비교적 정확한 정량적인 측정방법으로 활용되고 있지만 설정방식에 따라 측정 차이가 발생할 수도 있다. 또한 QMR은 골강도에 대한 정보뿐만 아니라 무기질화된 골의 성분을 평가하는데 활용되고 있다[3]. DXA 연구는 DXA를 적용한 근위 대퇴골 및 요추부 골밀도 검사의 상관 분석 연구[4] 등이 있다. QCT는 남성 274명을 대상으로 QCT를 활용하여 골밀도와 인자 간 관계 분석 연구[8], 28~37세 22명 대상으로 DXA와 QCT의 골밀도 비교 연구[5], 24-69세 106명 대상으로 QCT와 골밀도 차이 분석 연구[6] 등이 있다. 그러나 피시험자의 연령대를 20-70대 성인 연령을 세분화하여 DXA와 QCT의 골밀도 상관관계 분석연구가 부족하다. <표 1>에서 요추부의 DXA와 QCT의 소주골과 피질골의 평균과 표준편차는 연령 증가에 따라 골밀도가 낮아진다. 그러나 일부 Group에서 경향의 불일치는 피시험자의 수가 Group별 10명으로 적은 피험자로 인한 것으로 추후 임상적 활용을 위한 통계적 피시험자 수 이상을 평가해야 한다. 그리고 요추부의 DXA와 QCT의 소주골과 피질골은 연령이 증가에 따라 상관 관계가 높았다. 이 결과는 고령화에 따라 골량이 감소하고 있음을 확인할 수 있었다. 특히 60세이상 고령자의 경우 골 감소증이 발생하였다. 또한 DXA에서 측정된 골밀도 수치와 QCT에서 측정된 골밀도 수치는 양의 상관 관계를 나타내고 있다. 따라서 QCT는 DXA와 같은 경향의 결과를 보여 검사의 신뢰성이 있었다. 최근 QCT를 통한 골밀도 측정은 주로 척추 분야에서 신뢰성있는 방법으로 주목을 받기 시작했다. Heuck 등은 QCT에 의한 측정방법은 척추의 해면골 골밀도를 잘 측정할 수 있고 환자의 연령, 성별 등 환자의 상태를 고려해야 정확한 측정이 가능하다고 하였다[6].

본 연구는 내원한 환자60명을 대상이었다. 일반적으로 환자들의 연령, 성별, 질병 정도를 고려하여 통계적 의미있는 최소 숫자 이상을 측정하여 통계하도록 권고하고 있다[7]. 그러나 본 연구는 DXA와 QCT의 상관관계를 찾아보고 임상적 가능성에 중점을 두었다.

의료현장에서 임상적 적용을 위해서는 피시험자 수를 증가하여야 할 것이다.

#### IV. 결론

본 연구는 연령별로 여섯 개 Group으로 나누어 골밀도 검사를 실시하였다. 요추부의 DXA와 QCT의 골밀도 평균은 통계학적으로 유의한 상관관계를 보였다. 그리고 요추부의 DXA와 QCT의 소주골에서 골밀도는 높은 상관관계로서 유의미한 결과였지만, 요추부의 DXA와 QCT의 피질골에서 골밀도는 낮은 상관관계부터 높은 상관관계를 나타냈다. 그리고 요추부에서 DXA와 QCT의 Z-score와 T-score를 분석한 결과 다소 높은 상관관계를 띠고 있었고 유의하였다. 연령에 따른 Group별로 평균 T-score와 Z-score를 비교하였을 때도 높은 상관관계를 이루고 있었다. 또한 요추부의 DXA와 QCT의 소주골과 피질골의 골밀도 상관관계 분석결과 60대와 70대에서 높은 상관관계를 보였다.

본 연구는 내원한 외래환자에게서 시행된 골밀도 검사를 통해 요추부에서 DXA와 QCT 중 정확한 검사를 얻을 수 없을 경우 두 부위간의 골밀도 검사 수치간의 상관관계를 밝혀 검사 결과를 유추하는 데 목적이 있다. 본 연구는 상관관계를 통해 어느 한 부위의 결과로서 다른 부위의 결과를 유추할 수 있는 임상적 유용성이 있을 것으로 사료되며, 이는 골다공증 환자의 처치 및 예후를 결정하는 보조적인 인자로 활용될 것으로 기대된다.

추후 연구는 골밀도검사의 IT와 BT기술 융합에 접목 가능성 연구, 골밀도검사와 u헬스케어시스템을 활용한 생체신호 모니터링의 연계 연구, 골밀도 장비의 기종간 골밀도 교차 보정 개선 연구, 장치의 성능평가 연구 등이다. 최근 u헬스케어시스템은 실시간으로 심전도, 혈중산소포화도, 호흡, 혈압, 체온 등을 원격으로

관리하는 기술이 적용되고 있다. 따라서 의료센터에서 측정된 골밀도 검사자료를 바탕으로 유비쿼터스 장비를 활용하여 생체신호를 모니터링하고 헬스케어 를 실시간 관리할 수 있는 시스템이 실현 가능할 것으로 예측된다.

#### 참고문헌

- [1] Kim N. S, Lee J. H., Kwon K. S., Ju S. K., *Osteoporosis research and technology application*, Biotech policy research center, 2011.
- [2] Damilakis J., Maris T. G., and Karantanas A. H., "An update on the assessment of osteoporosis using radiologic techniques," *Eur Radiol* Vol. 17, pp. 1591-1602, 2007.
- [3] Lee Y. H., Lee I. J., Yong H. J., "Density Measurement Error in Accordance with Change in Region Of Interest (ROI) by Utilizing Dual Energy X-ray," *Korean Society of Radiological Science*, Vol. 35, No. 1, pp. 1-7, 2012.
- [4] Han M. S., Cho D. H., "The Correlation Analysis of BMD in Proximal Femur and Spine with Dual Energy X-ray Absorptiometry," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 17, No. 9, pp. 165-169, 2012.
- [5] Lim C. W., Han B. H., Lee S. H., Ra K. S., "DXA and QCT in the Same Object of the Comparative Study of L-Spine BMD," *The Journal of the Korean Society for Therapeutic Radiology and Oncology*, Vol.33, No. 4, pp. 349-354, 2010.
- [6] Kim G. B., Ahn S. M., Lee G. w., Kim S. C., "The Comparative Study on Bone Mineral Density Accessed by Quantitative Computed Tomography and Quantitative Ultrasound," *The Korea Contents Association*, Vol.11, No. 8, pp. 349-354, 2012.
- [7] Yhang J. S., Lim H. K. Cho D. H., "Comparison of Sphygmomanometer, Fully Automatic Electronic Blood Pressure Meters with Standard Digital Blood Pressure Monitor : Pilot Study," *Journal of Biomedical Engineering Research*, Vol.33, pp. 155-162, 2012.

저자소개



조동헌(Dong-Heon Cho)

1995년 충남대학교 대학원 전기공학과  
(공학석사)

2005년 호서대학교 대학원 컴퓨터응용  
기술과(공학박사)

2010년~현재 단국대학교 전임입학사정관

※ 관심분야: 의용생체공학, 교육평가, 교육과정