

# 이중에너지 X선 흡수계측법을 이용한 폐경기 여성의 요추 및 근위 대퇴부의 골밀도 비교 연구

원광보건대학 방사선과 · 원광대학교 의과대학병원 진단방사선과\*  
윤한식 · 모은희\*

-Abstract-

## A Comparative Study on BMD of Lumbar Spine and Proximal Femur in Post-Menopausal Women Using Dual Energy X-ray Absorptiometry

Han Sik Yoon · Eun Hee Mo \*

*Dept. of Radiotechnology, Wonkwang Health Science College  
Dept. of Diagnostic Radiology, Wonkwang University Hospital \**

Osteoporosis, which causes mainly fracture of the spine, proximal femur and distal radius by minimal trauma, is a major public health problem and its prevalence is steadily increasing in Korea according to the development of public health care. There are reliable methods for diagnosis based on bone densitometry. Early detection and intervention are important for reducing the incidence of fractures.

A consensus definition of osteoporosis, based on bone density measurement, has been developed by the World Health Organization(WHO). In this study, bone mineral density(BMD) was measured by dual energy x-ray absorptiometry(DEXA) at the proximal femur and lumbar spine in 132 post-menopausal women.

The purpose of this study is to find influential factors on the BMD of the proximal femur and the lumbar spine and to analyze correlation between BMD and the problematic factors.

We obtained the following results :

1. Mean BMD score, T-score and Z-score of the proximal femur were 0.81(g/cm<sup>2</sup>), -2.45(S.D.) and -2.09(S.D.) respectively and in the lumbar spine were 0.83(g/cm<sup>2</sup>), -2.02(S.D.), -2.43(S.D.) respectively.
2. In correlation analysis between BMD and many factors, correlation coefficients were -0.467, 0.212, -0.321 and 0.241 in age, height, duration after menopause respectively. BMI and the residuals were comparatively small.
3. Correlation coefficients to age matched BMD, in height and body weight were 0.222 and 0.241, in age and duration after menopause were -0.268, -0.282.
4. The fracture threshold of proximal femur BMD to the 90th percentile was 0.845(g/cm<sup>2</sup>).
5. At the result of multiple regression analysis, age, body weight, BMI(kg/m<sup>2</sup>) and duration after menopause described as significant variables.

### I. 서 론

골다공증은 고령과 여성의 폐경 등에 따른 골량의 감소로 인하여 사소한 충격으로도 척추, 대퇴, 요골 부위에 쉽게 골절을 일으키는 골의 대사성 질환으로 정의된다. 최근 우리나라에서도 고령 인구의 증가와 함께 골다공증의 비율도 점점 증가되고 있다<sup>1)</sup>.

골다공증은 골대사에 이상을 일으키는 원발성 골다공증과 약물 등에 기인한 속발성 골다공증으로 분류되며, 원발성 골다공증은 다시 폐경기 후 여성 호르몬인 에스트로겐의 감소로 인한 골흡수 증가로 수질골의 골량이 감소하는 폐경기 후 골다공증과 70세 이후의 노인에 있어 골흡수 증가와 골형성 감소로 인한 수질골과 피질골 모두의 감소를 초래하는 노인성 골다공증으로 분류될 수

\* 이 논문은 1999년도 원광보건대학 교내 연구비 지원에 의해 연구되었음.

있다.

원발성 골다공증의 병인은 여러 인자가 있으나 현재까지 알려진 위험인자로써는 고령, 여성의 폐경, 가족력, 칼슘 섭취의 부족, 과다한 음주 및 흡연 등이 관련된 것으로 알려져 있다. 속발성 골다공증은 골량 감소를 일으킬 수 있는 여러 질환 및 약물로 인한 골다공증으로서 이에 영향을 미치는 질환으로는 쿠싱 증후군, 갑상선 및 부갑상선 기능 항진증 등의 대사성 질환들이 포함된다<sup>2)</sup>. 골다공증 진단을 위한 골밀도의 측정은 나이에 따른 골절 위험도의 예측과 골밀도의 모니터링을 가능케 하며 따라서 조기 진단시 골다공증의 예방과 치료에 있어 유용한 진단법이 된다.

최근 골밀도를 측정하는 기술의 발전과 함께 과거에 사용된 이중광자 흡수측정법(DPA : dual photon absorptiometry)을 대체하여 단일광자 흡수측정법(SPA : single photon absorptiometry), 이중에너지 X선 흡수측정법(DEXA : dual energy x-ray absorptiometry), 정량적 컴퓨터 단층촬영법(QCT : quantitative computed tomography)과 초음파 골밀도 측정법 등이 있으나 이 가운데 적은 양의 X선으로 짧은 시간내에 비교적 정확한 진단을 할 수 있는 2중에너지 X선 흡수측정법이 현재 많이 이용되고 있다.

본 연구는 폐경기 여성을 대상으로 DEXA를 이용하여 요추 및 대퇴 근위부의 골밀도를 측정하고 골밀도와 이에 영향을 미치는 여러 인자들 사이의 연관성을 통계적인 방법으로 분석하여 골밀도에 미치는 중요한 요인이 무엇인지를 알아보고자 하였다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

골다공증 진단을 위하여 1998년 11월부터 1999년 5월까지 원광대학교 부속 의료원에 내원한 189명의 폐경기 여성 가운데 골대사에 영향을 줄 수 있는 갑상선 기능항진증, 무 월경증, 스테로이드 복용환자 및 쿠싱 증후군 환자들을 제외한 132명의 환자를 연구 대상으로 하였다.

### 2. 연구 방법

문진에 의해 132명의 환자를 대상으로 연령, 신장, 체중, 초경연령, 폐경연령, 폐경 후 경과기간, 자녀수, 체질량 지수, 가족력 및 흡연 유무를 조사하였다.

Hologic사의 DRQ 2000 이중에너지 X선 흡수측정기를 이용하여 대퇴골과 제 3, 4요추의 평균 골밀도, T-score, Z-score를 측정하였다.

골밀도와 여러 인자들 간의 연관성은 상관분석을 이용하여 분석하였고, 각 연령 그룹에서의 평균 골밀도의 비교를 위해 ANOVA test를 시행하였으며 p-value가 0.05 미만이면 통계적 유의성이 있는 것으로 하였다. 또한 골밀도를 종속변수로 하고 여러 인자들을 독립변수로 한

다중회귀분석을 시행하였다.

이 자료들은 SPSS 7.5의 통계처리에 의해 작성하였다.

## III. 결 과

132명의 폐경기 여성의 평균 연령은 56.1세, 신장은 159.2cm, 폐경 후 경과기간은 9.4년 그리고 평균 자녀수는 3.2명이었다(Table 1).

조사 대상자의 연령분포는 40세에서 78세까지로 이 중 50세~59세가 55명으로 가장 많았으며 연령이 증가함에 따라 골밀도가 유의하게 감소함을 알 수 있었다.

연령에 따른 대퇴골과 요추의 골밀도 평균치는 40세 이상, 50세 미만에서 각각 0.87, 0.98이었고, 60세 미만에서는 0.85, 0.88로 나타났고, 70세 미만에서는 각각 0.73, 0.75였고 70세 이상에서는 0.71, 0.72로 나타났다. 또한 대퇴골의 골 밀도 평균치는 0.81(g/cm<sup>2</sup>)이었고 요추의 골

Table 1. Variable factors of females in menopause period

Factors	Mean ± SD(N = 132)
Age(years)	56.1 ± 5.4
Height(cm)	159.2 ± 4.6
Body weight(kg)	59.1 ± 6.4
Age at menarche(years)	17.6 ± 2.1
Age at menopause(years)	49.1 ± 2.8
Duration after menopause(years)	9.4 ± 6.2
No of child	3.2 ± 1.2
BMI(kg/m <sup>2</sup> )*	2.45 ± 3.7

\* Body mass index

Table 2. Bone mineral density of femur and lumbar spine of subjects according to age

Age (years)	Number (%)	Femur mean BMD(g/cm <sup>2</sup> ) ±SD	L-spine mean BMD(g/cm <sup>2</sup> ) ±SD
40~49	15(11.36)	0.87 ± 0.12	0.98 ± 0.17
50~59	55(41.66)	0.85 ± 0.11	0.88 ± 0.16
60~69	50(37.88)	0.73 ± 0.15	0.75 ± 0.15
70≤	12( 9.10)	0.71 ± 0.21	0.72 ± 0.14
Total	132(100)	0.81 ± 0.14	0.83 ± 0.18

Table 3. Mean T-score(SD), T-score(%), Z-score and Z-score(%) of femur and lumbar spine of subjects

Factors	Femur (Mean ± SD)	L-spine (Mean ± SD)
T-score(SD)	-2.45 ± 4.30	-2.02 ± 1.14
T-score(%)	68.23 ± 2.45	71.13 ± 3.12
Z-score(SD)	-2.09 ± 3.67	-2.43 ± 2.19
Z-score(%)	72.87 ± 3.51	69.53 ± 1.45

밀도 평균치는 0.83(g/cm<sup>2</sup>)으로 나타났다(Table 2). 대퇴골의 골밀도에 대한 T-score와 Z-score는 각각 -2.45(S.D.), -2.09(S.D.)로 나타났고 요추의 골밀도에 대한 T-score와 Z-score는 각각 -2.02(S.D.), -2.43(S.D.)로 나타났다(Table 3).

대퇴골과 요추의 평균 골밀도와 각 인자간의 상관분석에서 양의 상관관계를 나타낸 인자는 신장, 체중, 폐경 연령, 체질량 지수(BMI: body mass index)였으며 음의 상관관계를 나타낸 인자는 연령, 초경 연령, 폐경 후 경과기간 및 자녀수이었다(Table 4).

또한 age matched BMD와 각 인자간의 상관분석에서

Table 4. Correlation coefficients to bone mineral density

Factor	r
Age(years)	-0.467
Height(cm)	0.212
Body weight(kg)	0.108
Age at menarche(years)	-0.021
Age at menopause(years)	0.011
Duration after menopause(years)	-0.321
No of child	-0.132
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	0.241

Table 5. Correlation coefficients to age matched BMD

Factor	r
Age(years)	-0.268
Height(cm)	0.222
Body weight(kg)	0.241
Age at menarche(years)	-0.062
Age at menopause(years)	0.127
Duration after menopause(years)	-0.282
No of child	-0.052
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	0.182

Table 6. Comparison of factors between group I and group II

Factor	Group I <sup>1)</sup> (N=58)	Group II <sup>2)</sup> (N=74)
Age(years)	49.8 ± 5.4	52.2 ± 3.6
Height(cm)	159.2 ± 6.1	156.4 ± 3.9
Body weight(kg)	56.2 ± 3.6	55.5 ± 3.5
Age at menarche(years)	17.9 ± 3.2	19.1 ± 2.6
Age at menopause(years)	48.4 ± 2.8	49.1 ± 3.1
Duration after menopause(years)	5.1 ± 3.6	7.9 ± 3.8
No of child	3.8 ± 2.5	3.9 ± 3.4
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	26.4 ± 3.7	25.2 ± 2.7

\*p<0.05

1) ≥2 SD of mean BMD for 4th decade women

2) <2 SD of mean BMD for 4th decade women

연령, 신장, 체중 및 폐경 후 경과기간이 유의한 상관관계를 보였으며 그 외의 다른 인자들은 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 5).

골밀도가 40대 여성 평균 골밀도의 2 SD이상(group I)과 미만(group II)인 두 그룹으로 나누어 각 인자간에 비교분석을 시행한 결과 유의한 차이를 나타낸 인자는 연령, 신장 그리고 폐경 후 기간으로 나타났다. 즉 골밀도가 높은 그룹은 나이가 적고 신장과 체질량 지수가 크며 폐경 후 기간이 짧은 반면, 골밀도가 낮은 그룹은 나이가 많고 신장이 작으며 폐경 후 기간이 긴 것으로 나타났다. 그 외에 초경 연령, 폐경 연령 및 자녀수 등은 유의한 차이를 나타내지 못했다(Table 6).

각 연령 집단에서 요추의 골밀도에 대한 분산 분석표에서 가설을 검정하기 위한 검정 통계량의 유의확률(sig.)이 유의수준 0.05보다 작으므로 각 집단에 대한 골밀도는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 7).

회귀 모형에 필요한 여러 변수들 중에서 연령, 체중, 체질량 지수, 폐경 후 기간 그리고 자녀수를 독립 변수로 선택하고 골밀도를 종속 변수로 하여 최선의 회귀식을 도출하기 위해 단계적 선택법(stepwise selection method)을 이용, 다중회귀분석을 시행하였다.

회귀분석 결과 회귀방정식은 다음과 같이 나타났다.

$$BMD = 1.432 - (0.010 \times \text{age}) + (1.297 \times \text{body weight}) + (1.342 \times \text{BMI}) + (0.121 \times \text{duration after menopause}) + (0.069 \times \text{No of child})$$

Table 7. ANOVA of BMD(Lumbar spine)

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
BMD Between Groups	0.932	3	0.311	12.82	0.000
Within Groups	3.102	128	0.024		
Total	4.034	131			

Table 8. Coefficients to multiple regression analysis

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		sig.
	B	Std. Error	Beta	t	
(Constant)	1.432	0.101		14.216	0.000
Age	-0.010	0.002	-0.467	-6.021	0.000
Body weight	1.297	0.404	0.024	3.184	0.002
BMI	1.342	0.483	0.226	2.781	0.006
Duration after menopause	0.121	0.035	0.128	3.457	0.040
No of child	0.069	0.475	0.012	0.146	0.884

Table 9. Model summary to multiple regression analysis

Model	R	R square	Adjusted R square	Std. Error of the Estimate
	0.478	0.228	0.190	0.1577

Table 10. ANOVA to multiple regression analysis

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	21.478	5	4.296	5.972	0.000
residual	323.685	655	0.494		
Total	345.163	660			

이 회귀분석에서 검정통계량의 유의수준을 포함하는 값인 p-value(sig.)가 0.05보다 작은 변수들인 연령, 체중, 체질량 지수 및 폐경 후 경과기간이 유의한 변수로 나타났다(Table 8).

이 모델에서 결정계수( $R^2$ )의 값은 0.228로서 골밀도의 변화량은 모든 독립변수들에 의해 22.8%가 설명될 수 있다(Table 9).

또한 다중회귀분석의 유의성 검정에서 F값이 주어진 유의수준 0.05에서의 F값 1.83보다 크므로 이 다중회귀선이 매우 유의성이 있음을 알 수 있었다(Table 10).

#### IV. 고찰

골다공증은 골의 화학적 조성에는 변화 없이 단위면적당 골량의 감소를 초래하여 경미한 충격에도 쉽게 골절을 일으키는 골의 대사성 질환을 말한다.

1985년 미국의 통계에 의하면 골다공증으로 인한 골절이 연간 130만 건 이상이며 이와 관련된 직접, 간접 의료비가 70억 달러에 이른다고 보고되고 있다.

우리 나라의 경우에도 1986년에 65세 이상의 노령인구가 4.4%에서 1991년에는 5.5%로 증가하는 추세에 있어 이와 비슷한 비율로 골다공증도 증가할 것으로 추정되고

있다.

특히, 고관절의 골절은 발병 후 수개월 내에 사망률이 20%이상 되고 환자의 40%가 골절 후 2년 내 사망한다고 보고되고 있다<sup>3)</sup>.

따라서 골다공증에 의한 골절의 조기진단과 예방 및 치료가 고령층의 골절 이환율과 사망률을 줄일 수 있을 것으로 본다. 예전에는 단순 방사선사진을 이용하여 골소주의 변화에 의한 골밀도를 판정하였으나 1967년 Saville에 의해 발표된 척추 측면사진을 이용한 Saville index와 1970년 Singh 등이 발표한 대퇴골 근위부의 골소주의 형태를 이용하여 판정하는 Singh's index가 사용되어 왔다<sup>4-6)</sup>.

그러나 이 두 index는 간편하기는 하나 재현성이 적고 골밀도와의 상관관계가 약하므로 객관성이 결여되어 진단에 많은 문제점이 있었다.

광자 흡수 계측법은 1963년 Cameron과 Sorenson이 처음 발표하였다. 단일 에너지의 광자를 방출하는 <sup>125</sup>I 또는 <sup>241</sup>Am을 이용한 SPA는 중수골과 요골의 원위부 피질골의 골량 측정이 가능하였다<sup>7)</sup>.

요골 피질골의 골량은 다른 장골의 피질골의 골량과 상관관계가 크며 신체 전체의 골 가운데 80%가 피질골이므로 전신의 칼슘량을 잘 반영하나 대퇴 경부나 척추골의 골밀도와는 낮은 상관관계를 나타낸다고 하였다. 그 이후 이중 에너지의 광자를 방출하는 <sup>153</sup>Gd을 이용한 DPA가 개발되어 사용되었다. 이 방법은 연부조직의 밀도를 제거함으로써 척추골과 대퇴골 근위부의 골밀도의 측정이 가능하였다.

DEXA는 1987년에 개발되어 척추골과 대퇴골 근위부 등의 골밀도 측정에 이용되고 있다.

이 방법은 방사성 동위원소 대신에 X선을 사용하므로 DPA보다 해상력이 좋고 짧은 시간에 측정이 가능하며 높은 정확도와 방사선 피폭량이 적다는 장점을 갖고 있다.

QCT는 액체 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>로 된 팬텀을 이용하여 골밀도를 측정하는 방법으로 수질골과 피질골에 관계없이 측정할 수 있으나 추체내에 있는 지방질에 영향을 받는 단점이 있다<sup>8)</sup>.

골밀도 측정에서는 건강한 개인에 대하여 나이와 연관된 골밀도(AMN: age matched normal BMD)와 젊은

층의 정상 골밀도(YN: young normal BMD)의 백분율 혹은 표준 편차(SD)의 비교가 가능하며 각각 다음과 같이 표시된다.

$$\text{Age matched \%} = [1 + (\text{BMD} - \text{AMN} / \text{AMN})] \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Young normal \%} = [1 + (\text{BMD} - \text{YN} / \text{YN})] \times 100 \quad (2)$$

나이와 연관된 SD score를 Z-score, 젊은 층의 정상 SD score를 T-score라 부르며 각각 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\text{Z-score} = (\text{BMD} - \text{AMN}) / \text{SD} \quad (3)$$

$$\text{T-score} = (\text{BMD} - \text{YN}) / \text{SD} \quad (4)$$

세계보건기구(WHO)에서는 다음과 같은 BMD의 임계치를 설정함으로써 골다공증 진단의 평가기준이 될 수 있도록 권장하고 있다.

즉, 젊은 여성의 정상 골밀도의 -2.5 표준 편차 미만 (T-score < -2.5)인 경우를 골다공증(osteoporosis)으로, 골밀도가 정상인의 -1과 -2.5 표준 편차 사이에 있으면 (-2.5 < T-score < -1) 골감소증(osteopenia)으로 진단하며 정상 골밀도의 1표준 편차 이상이면 (T-score) > -1) 정상으로 판정하며 만약 T-score가 -2.5 표준 편차 미만이면서 동시에 1개 이상의 상습적 골절이 있을 때 심한 골다공증으로 진단한다.

특정 부위의 골절 위험을 예측하는 데는 그 부위의 골밀도를 측정하는 것이 가장 바람직하며 골다공증의 증상이 있는 환자의 경우 척추와 대퇴골의 골밀도 측정이 유용한 것으로 알려져 있다.

폐경기 여성에서는 주로 에스트로젠에 의해 수질골의 소실이 나타난다. 따라서 수질골이 많은 대퇴골과 척추, 요골의 원위부가 이상적인 측정부위가 된다. 여성의 경우 폐경기가 시작된 후로부터 첫 10년에서 15년동안 가장 높은 골소실을 보이며 이때 체질량 지수(body mass index: BMI)가 낮아 골다공증의 위험이 높다고 알려져 있다.

골밀도 측정에 의한 골절 위험의 예측은 골절 역치(fracture threshold)를 구함으로써 가능한데 Nordin, Mazess에 따르면 젊은 사람의 골밀도는 각각 -2 표준 편차와 -4 표준 편차 아래로 보았으나<sup>9, 10)</sup>, Riggs 등은 요추의 골밀도 측정에서 비 외상성 척추 골절을 가진 환자들을 골밀도가 낮은 순서부터 나열하여 90번째 percentile에 이르는 골밀도치를 골절 역치로 정의하고 이 값이 0.965g/cm<sup>2</sup>에 이른다고 하였다<sup>11)</sup>. 장<sup>12)</sup> 등과 김<sup>13)</sup> 등은 골절 역치를 각각 0.85g/cm<sup>2</sup>, 0.975g/cm<sup>2</sup>으로 보고하였으며 본 연구에서는 골절 역치가 0.845g/cm<sup>2</sup>으로 나타나 비슷한 결과를 보였다.

## V. 결 론

폐경기 여성의 요추 및 근위 대퇴부의 골밀도 분석에서 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

1. 연령증가에 따라 대퇴골과 요추의 골밀도 평균치는 감소하였으며 특히 70세 미만의 연령집단에서의 감소를

이 다른 연령집단에 비해 크게 증가하였다.

2. 골밀도와 각 인자간의 상관분석에서 양의 상관관계는 신장, 체중, 폐경 연령 및 체질량 지수로 나타났다.
3. 각 연령집단에서의 골밀도 분석에서 가설검정을 위한 검정통계량의 유의확률(sig.)이 유의수준 0.05보다 작으므로 이 분석은 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.
4. 골밀도에 대한 다중회귀분석을 시행한 결과 유의수준 0.05보다 작은 변수들인 연령, 체중, 체질량 지수 및 폐경 후 경과기간이 유의한 변수로 나타났다.

## 참 고 문 헌

1. Riggs BL, Melton LJ : Involutional osteoporosis, N Engl J Med 314(26), 1676-85, 1986.
2. Acheson LS, Stange KC : Osteoporosis in. Taylor RB : Family medicine principle, 4th ed, Springer-Verlag, New York, 982-988, 1994.
3. 장준섭, 문성환 : 대퇴골 근위부 골절에서 이중에너지 방사선 흡수계측법을 이용한 골밀도의 측정, 대한정형외과학회지, 28 : 830-838, 1993.
4. Pogrud H, Rigal WM, Makin MR : Determination of osteoporosis in patient with fractured femoral neck using Singh index, A Jerusalem Study, Clin Orthop, 156, 189-195, 1981.
5. Salville PD, Kharmosh O : A quantitative approach to simple radiographic diagnosis of osteoporosis, its application to the osteoporosis of rheumatoid arthritis, Arthritis Rheum, 10(5), 896-898, 1967.
6. Singh M, Nagrath AR and Maini PS : Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis, J Bone Joint Surg, 52-A, 457-467, 1970.
7. Cameron JR and Sorenson J : Measurement of bone mineral in vivo : An improved method, Science, 142, 230-232, 1964.
8. 최용환, 정성수, 이인홍, 배상철, 유대현, 김성윤, 김태화, 김목현 이재완 : Quantitative Computed Tomography(QCT)를 이용한 골밀도 측정법, 대한골대사학회지, 1, 47-54, 1994.
9. Nordin BEC : The definition and diagnosis osteoporosis, Calcif Tissue Int, 40, 57-58, 1987.
10. Mazess RB : Bone density in diagnosis of osteoporosis, Thresholds and breakpoints, Calcif Tissue Int, 41, 117-118, 1987.
11. Riggs BL, Wakner HW, Seeman E, Offord KP, Dunn WL, Mazess Rb, Jonson KA, Melton LJ : Changes in bone mineral density of the proximal femur and spine with aging : Differences between the post menopausal and senile osteoporosis

syndrome. J Clin Invest. 70, 716-723, 1982.

12. 장준섭, 문성환 : 이중에너지 방사선 흡수계측법을 이용한 원발성 골조송증에 의한 척추골절의 골밀도 측정. 대한정형외과학회지, 27, 57-64, 1992.

13. 김성수, 조재립, 한주희, 조석신 : 골다공증과 병적 골절과의 상관관계, 1676-85, 1986. 대한정형외과학회지, 27, 1284-1292, 1992.