

정량적 전산화 단층촬영법을 이용한 척추 골밀도 측정

여진동^{1†}, 박재성²

¹(주)중외메디칼, ²고신대학교 대학원 보건과학과

A Study on Spinal Bone Mineral Density Measured with Quantitative Computed Tomography

Jin-Dong Yeo^{1†}, Jae-Seong Park²

¹Dept. of Radiological Technology, ChoongWae Medical, ²Dept. of Health Graduated School of Kosin University

<Abstract>

The purpose of this study is to evaluate the relationship between osteoporotic postmenopausal women and its bone mineral density value by using the single energy quantitative CT

1. Decreasing BMD with age is evident. There is a significant low BMD value in the osteoporotic women compared with the healthy subgroup.

2. BMD decrease from T12 to L4, except in healthy premenopausal women

3. Relationship of spinal BMD expressed as average BMD of T12 through L4 Show strong correlation with mean BMD in all vertebral levels.

4. There are significantly different BMD value from T12 through L4 in subgroup 1, 2, 3 but there is no statistically significant difference between subgroup 2 and 3.

Conclusion, There is a significant decreasing BMD with age but it is difficult to differentiate postmenopausal relatively healthy women from osteoporotic women by BMD.

Key Words : Quantitative Computed Tomography, Vertebral Bone mineral Density, Osteoporosis

I. 서론

인구의 고령화로 골다공증 환자가 증가하고 폐경기 후 여성 건강관리에 대한 관심이 증가하면서 골다사에 대한 연구가 활발해지고 있다[1].

골다공증이란 가장 흔한 뼈의 대사성 질환으로 다양한 원인에 의해 뼈의 화학적 조성에는 변함이 없이 단위용적내의 골량이 감소하는 질환이다. 이로 인하여 경미한 충격에도 골절이 동반되는데, 특히 고령의 환자에 있어서 심각한 문제점을 초래한다[2].

골다공증은 골절이나 2차적인 구조적 변화가 동반되기 전에는 아무런 증상이 없기 때문에 '조용한 도둑'이라는 표현을 사용하기도 한다. 따라서 많은 골다공증 환자들이 치료시기를 놓쳐 골절에 의한 통증, 경제적 손실, 신체장애, 저하된 삶의 질 등을 경험하게 된다[3].

인간의 평균 수명이 늘어남에 따라서 퇴행성 질병들이 점차 증가하고 있고 골다공증은 급격히 증가하는 추세이다. 골다공증의 초기에는 증상이 없을 뿐만 아니라 임상적으로 심각한 문제를 일으키지 않지만, 일단 합병증인 골절이 발생되면 그 치료가 어렵다[4].

골다공증의 초기에는 외양으로나 단순 방사선 검사에 별 변화가 나타나지 않고, 다만 피곤함이나 요통 외에는 뚜렷한 자각 증상이 없고, 골다공증이 진행되면 등이나 허리가 부러지고, 방사선 검사상 척추골의 변형이나 압박골절이 보이게 된다[5].

생체구조는 연령의 증가와 함께 신체 장기는 노화현상이 진행됨에 따라 구조적 변형이 나타나게 된다. 뼈도 다른 기관과 마찬가지로 연령이 증가함에 따라 노화현상이 가속된다. 골량은 성장기부터 지속적인 생성이 이루어 남녀 모두에서 30대에 최대 골량이 형성되고 견고해지지만, 40대를 고비로 골밀도가 감소되는 것으로 알려져 있으며, 특히 50대를 넘어서면 골밀도의 감소가 현저하게 나타난

다[6].

현재까지 골다공증 환자를 위한 안전하고 효과적인 치료방법이 없기 때문에 예방이 가장 중요하며, 지금까지 알려진 최선의 예방과 치료는 성장기 동안의 최대 골 질량을 극대화하는 것과 골 손실 위험 인자를 피하는 것이다.

세계보건기구 보고에 의하면 미국과 유럽 일본 등에서 약 7천 5백 만 명이 골다공증을 앓고 있으며, 이는 폐경기 이후 여성 3명중 한명이 해당되며, 대다수의 노인이 포함된다고 한다. 이러한 골다공증으로 인한 골절은 노인의 만성질환 이환율과 사망률에 영향을 미칠 뿐만 아니라 노인의 삶의 질을 떨어뜨리는 결과를 초래할 수 있다[7].

골다공증은 골손실의 감소와 골구조의 변화를 초래하게 되는데 해면골에서는 골소주골망의 통합성을 감소시키며, 피질골에서는 골내막과 피질내 골흡수를 증가시켜 결국 뼈의 강도를 떨어뜨리게 된다. 뼈의 강도에 관여하는 인자는 골밀도, 뼈의 구조와 크기 골기질 성분의 특성, 미세 골질의 치유 능력 등이 있으나 골밀도가 가장 중요한 요소가 된다. 해면골이 피질골보다 대사 자극에 약 8배나 빠르게 반응하므로 골다공증에 의한 골절은 해면골이 풍부한 부위에서 일어난다[8]. 그러므로 골다공증의 조기 진단은 해면골이 많은 부위에서 골밀도를 정확하게 측정할 수 있는 기기의 선택이 중요하다.

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), 초음파 골밀도 측정법 등이 있다.

Quantitative computed tomography(QCT)는 지

난 수년간 척추의 골밀도를 측정하는데 이용되어 왔는데 주로 골다공증과 관련된 골격 상태를 진단하기 위하여 사용되었다. 이러한 QCT의 장점으로는 해면골을 피질골로부터 분리하여 측정하여 정량적으로 영상화할 수 있으며, 다른 조직의 중첩없이 삼차원적인 순수한 골밀도를 얻을 수 있어 정확한 위치 선정과 정확한 골밀도를 얻을 수 있고, 골의 구조도 동시에 관찰 가능하여 다른 검사법에 비해 정확도가 높다는 점이 있다. 그러나 단점으로는 다른 검사법에 비해 방사선 피폭량이 높다는 점과 조작이 어렵고 비용이 높다는 점이 있다.

이에 본 연구에서는 1군은 건강한 폐경전 여성, 2군은 폐경후 건강한 여성, 3군은 골다공증성 폐경후 여성으로 나눈 환자들에게 QCT를 이용하여 측정된 골밀도가 각 군간에 차이가 있는지 알아보고 각 군내 혹은 다른 군간에 척추 부위에 따른 영향이 있는지를 부위별로 비교분석 하여 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2009년 3월부터 2009년 7월까지 5개월간 부산시 K병원에 건강진단 또는 요통을 주소로 내원하여 골밀도 검사를 받은 환자중 외상의 병력이 없고 중앙, 골 대사 질환이 없는 35세 이상 여성 142명을 대상으로 하였다. 이들은 3군으로 나누었는데 먼저 임상적으로 1군은 건강한 폐경전 여성, 2군은 폐경후 건강한 여성, 3군은 골다공증성 폐경후 여성으로 구성하였다.

2. 연구방법

골밀도 검사에 사용된 CT기기는 Xpress (Toshiba, Japan)이었으며 단일에너지 방법(Single Energy Technique) 이용하여 타원형의 ROI를 사용하여 해면골에서 측정하였다. 환자는 똑바로 누워 고관절과 슬관절을 구부린 자세에서 제12번 흉추에서 제4번 요추까지의 전후방향 측정방법으로 측정된 골밀도의 평균값을 이용하여 측정하였다. 골다공증의 임상적 기준은 세계보건기구의 기준치를 참고로 T-score가 -1.0 이상은 정상, -1.0 - -2.5는 골감소증, -2.5 이하는 골다공증으로 분류하였다.

수집된 자료는 SPSS 10.0 프로그램을 이용하였고, 각 군간에 골밀도의 차이를 알아보고, 각 군에서 척추 위치에 따라 골밀도가 유의한 차이가 있는지 알아보고 평균 골밀도를 대표할 수 있는 척추체의 유무 등을 T-test, 상관분석, AVNOA와 multiple comparison test로 Tukey's test와 Duncan's test를 이용하여 분석하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

<표 1> 연구 대상자의 일반적 특성

구분	Mean±SD(N=142)
Age(years)	56.1±4.3
Height(cm)	156.1±8.7
Weight(kg)	56.2±5.7
BMI(kg/m2)*	24.9±3.3

*BMI : Body mass index

연구대상자의 연령은 56.1±4.3세였고, 평균 신장은 156.1±8.7, 평균 체중은 56.2±5.7kg으로 BMI의 평균은 24.9±3.3kg/m²였다<표 1>.

2. 골밀도 감소와 상관관계

골밀도 검사를 받은 환자중 조사대상자의 142명이었고 그중 BMD Z-Score -1.0SD 이상군은 56명(39.4%), 1.0~2.0SD군은 47명(33.1%), 2.0~3.0SD군은 26명(18.3%), 3.0~4.0SD군은 13명(9.2%)으로 나타났다으며, 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다<표 2>.

<표 2> 골밀도 감소와 상관관계

BMD Z-Score	Total No(%)
above - 1.0 SD	56(39.4)
-1.0 SD~ -2.0 SD	47(33.1)
-2.0 SD~ -3.0 SD	26(18.3)
-3.0 SD~ -4.0 SD	13(9.2)
Total (No)	142(100.0)

3. 정상과 골절군의 골밀도 비교

정상군의 평균연령은 59.3±6.1세로 평균골밀도

는 103.2±21.3 mg/cm³이었고, 골절군에서 평균연령은 68.4±6.1세로 평균골밀도는 49.3±18.1 mg/cm³로 골절군의 골밀도가 정상군에 비해 낮았다(p<0.01) <표 3>.

<표 3> 정상과 골절군의 골밀도 비교

	Non Fx(n=109)	Fx(n=11)
Age	59.3±6.1	68.4±6.1
BMD	103.2±21.3	49.3±18.1

Fx.:Fracture

4. 폐경 유무와 골밀도와의 관계

전체 142명의 평균연령은 55.15±11.47세 이었으며 평균 골밀도는 99.2±24.51mg/cm³이었다. 환자들에서 산출된 평균 골밀도는 Table 1과 같았다. 1군에서 3군으로 갈수록 골밀도는 점차 감소하는 것으로 나타났고, 연령이 증가함에 따라 골밀도는 유의하게 감소하였다<표 4>.

<표 4> 폐경 유무와 골밀도와의 관계

Patient group	n	Patient age(yrs)	BMD(mg/cm ³)
Health(group1-2)	142	53 ± 11	104 ± 37
Pemenopausal(group 1)	61	43 ± 6	143 ± 32
Postmenopausal(group 2)	59	62 ± 9	73 ± 35
Osteoporotic(group 3)	22	67 ± 9	46 ± 30

Values are given as mean ± SD
BMD = Bone Mineral Density

<표 5> 골다공증 환자 평균 골밀도와의 관계

		BMD mean	p value
Group	Group 1,2	106.14±37.02	< 0.001
	Group 3	47.90±14.14	
Age	Below 40	156.15±42.01	< 0.001
	Above 40	93.77±61.10	

BMD = Bone Mineral Density
 Values are given as mean ± SD, mg/cm³

건강한 여성으로 구성된 1,2군 평균 골밀도는 106.14±37.02mg/cm³, 골다공증 환자인 3군 평균 골밀도는 47.90±14.14mg/cm³의 비교에서는 3군이 1,2군에 비해 유의하게 골밀도가 낮았다. 골무기질이 감소되기 시작하는 연령으로 알려진 40세를 기준으로 골밀도를 비교한 결과 40세 이상 평균 골밀도는 93.77±61.10mg/cm³이었고, 40세 이하 평균 골밀도 156.15±42.01mg/cm³에 비해 유의하게 낮게 나타났다<표 5>.

5. 부위별 골밀도와의 상관관계

척추 위치에 따른 각군에서의 골밀도 평균값은 <표 3>에서 보는 바와 같다.

1군에서는 L4(156.3±29.2mg/cm³)가 가장 높았고, 2군에서는 T12(65.4±26.3mg/cm³), 3군에서는 T12(52.2±23.3mg/cm³)가 가장 높게 나타나 1군, 2군, 3군과의 비교에서는 차이가 있는 것으로 나타났다. T12에서 L4까지의 척추체에서 측정된 골밀도는 1군, 2군, 3군간에 각 척추체 위치에서 골밀도로는 구분할 수 있는 것으로 분석되었다<표 6>.

<표 6> 부위별 골밀도와의 상관관계

Vertebral level	Group 1	Group 2	Group 3
T12	148.3±33.1	65.4±26.3	52.2±23.3
L1	147.9±33.3	54.1±37.1	42.1±29.0
L2	149.4±35.5	54.6±37.4	47.6±27.2
L3	145.2±30.2	60.9±36.9	43.0±31.1
L4	156.3±29.2	51.4±38.3	45.1±38.1

BMD = Bone Mineral Density
 Values are given as mean ± SD, mg/cm³

<표 7> 척추 위치에서 평균 골밀도와 의 상관관계

	T12	L1	L2	L3	L4
Total BMD	0.981	0.982	0.978	0.987	0.985

BMD = Bone Mineral Density

전체 평균 골밀도와 각 척추 위치에서의 평균 골밀도와 상관관계를 알아보는 상관분석에서는 L3 과 L4가 상관관계가 가장 높았으나 다른 척추체 위치에서도 높은 상관계수를 보여 일정한 척추체의 골밀도가 전체 평균 골밀도를 대표하지는 않는 것을 나타내었다<표 7>.

IV. 고찰

고령인구의 증가로 골다공증과 이와 관련된 골절의 빈도가 증가하고 있으므로 골다공증의 조기 발견과 예방과 치료는 최근 우리나라에서도 중요한 문제로 대두되었다. 골다공증은 골의 화학적 조성에는 변화 없이 단위면적당 골량의 감소를 초래하여 경미한 충격에도 쉽게 골절을 일으키는 골의 대사성 질환을 말한다[9].

골다공증은 흡수되는 골량보다 형성되는 골량이 감소하면서, 골형성과 골흡수의 균형이 깨어지는 대표적인 대사성 골질환으로서, 골강도의 감소로 적은 외상으로도 골절을 일으키는 질환이다. 골강도의 감소 요인은 낮은 골밀도 및 저하된 골의 질에서 기인한다. 낮은 골밀도는 낮은 최대 골량의 형성 및 빠른 골량 손실이 위험인자 이다[10].

골다공증에 의한 골절의 조기진단과 예방 및 치료가 고령층의 골절 이환율과 사망률을 줄일수 있을 것으로 본다. 따라서 골다공증의 조기진단 방법으로는 단순 방사선 촬영을 이용한 Saville의 분류법, Singh index와 단일광자 흡수계측법, 이중에너지 X선을 이용하는 흡수계측법(DEXA), 정량적

단층촬영법(QCT) 등 여러 가지 방법들이 사용되고 있다.

현재까지는 DEXA가 가장 유용한 방법으로 알려져 있으나 이는 요추부 골밀도 측정시 척추 후궁의 관절염 변화에 의한 골극 및 골경화 등의 변수에 의해 정확한 측정에 어려움이 있다. 반면에 QCT는 치밀골이 제외된 순수 해면골만 측정함으로써 고령화에 따른 골극 등 골 이외의 무기질 영향을 받지 않기 때문에 저자는 연령이 증가함에 따른 해면골의 변화를 측정하기 위하여 QCT를 이용하여 요추부 골밀도를 측정하였다.

조사대상자의 골밀도 감소와 상관관계에서는 BMD Z-Score -1.0SD 이상군은 39.2%, 1.0~2.0SD 군은 34.2%, 2.0~3.0SD군은 20.8%로 나타났는데, 이는 임[[11]의 농촌지역 50세 이상 여성을 대상으로 종골의 골밀도를 측정된 결과 골감소증이 34%, 골다공증이 12%임을 보고하여 이들 연구 간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

정상과 골절군의 골밀도 비교 및 척추 골절 한계치에서 정상군의 평균연령은 59.3±6.1세로 평균 골밀도는 103.2±21.3mg/cm³이었고, 골절군에서 평균연령은 68.4±6.1세로 평균골밀도는 49.3±18.1mg/cm³로 골절군의 골밀도가 정상군에 비해 낮았다. Riggs[12]등에 의해 제시된 골절위험 한계치로 골절환자의 90percentile에 해당하는 골량은 90mg/cm³이었다.

폐경 유무와 골밀도와의 관계에서 조사대상자의 전체 142명의 평균연령은 55.5±11.4세 이었으며 평균 골밀도는 99.2±24.51mg/cm³이었다. 환자들에서 산출된 평균 골밀도는 1군에서 3군으로 갈수록 골밀도는 점차 감소하는 것으로 나타났고, 연령이 증

가함에 따라 골밀도는 유의하게 감소하였다. 이는 Krolner[13]는 골다공증의 발생은 연령에 따른 골 감소에 의한 것이며, 척추의 퇴행성 골 감소는 폐경 10년 전부터 시작한다고 하였다. 따라서 연령은 골다공증의 위험인자임을 알 수 있다.

골무기질이 감소되기 시작하는 연령으로 알려진 40세를 기준으로 골밀도를 비교한 결과 40세 이상 평균 골밀도는 $93.77 \pm 61.10 \text{mg/cm}^3$ 이었고, 40세 이하 평균 골밀도 $156.15 \pm 42.01 \text{mg/cm}^3$ 에 비해 유의하게 낮게 나타났다. 이는 안[14]의 연구와 비슷하게 나타났는데, 연령의 증가에 따라 요추 평균 골밀도는 감소하는 경향이 뚜렷하여 본 성격과 비슷하였다. 따라서 연령의 증가가 골밀도의 감소의 주요원인이지만 연령증가의 어떠한 요인이 골밀도의 감소와 직접 관련이 있는지 분명치 않다.

여성에게 있어 폐경은 골다공증의 주요한 위험요인이며, 폐경후 기간이 길수록 골밀도가 감소한다고 알려져 있으며, 이는 본 연구의 결과와 일치한다.

척추 위치에 따른 각군에서의 골밀도 평균값은 1군에서는 $L4(156.3 \pm 29.2 \text{mg/cm}^3)$ 가 가장 높았고, 2군에서는 $T12(65.4 \pm 26.3 \text{mg/cm}^3)$, 3군에서는 $T12(52.2 \pm 23.3 \text{mg/cm}^3)$ 가 가장 높게 나타나 1군, 2군, 3군과의 비교에서는 차이가 있는 것으로 나타났는데, 이는 Heaney[15]등에 의해 사용된 연구방법을 이용하여 골밀도를 측정된 여성들을 3개의 군으로 나누어서 분석하였다. 이들은 T12에서 L3으로 내려갈수록 골밀도가 감소하였으나 L1과 L2의 평균 골밀도를 정확히 예측할 수 있다고 하였는데, 본 연구에서는 T12에서 L4로 갈수록 골밀도가 감소하였으나 1군에서 L4의 골밀도가 예외적으로 높게 나타났으며 특정한 척추체의 평균 골밀도가 전체 평균 골밀도를 예측하지 않고 모든 척추체에서 전체 평균 골밀도와 밀접한 상관관계를 보였다.

Aloial[16] 등에 의하면 골다공증 환자와 정상인을 구분하기 위해 골밀도 이외에 또 다른 변수로

골밀도의 표준편차를 이용할 수 있는지 분석하였으나 본 연구에서는 골밀도만으로도 연령이 증가함에 따라 골밀도가 유의하게 감소하는 것을 확인할 수 있었고, 건강한 여성군과 골다공증 여성군간 그리고 폐경전 여성군과 폐경후 여성군 사이에 유의한 골밀도 차이를 발견할 수 있었다.

V. 결 론

단일 에너지로 이용한 정량적 전산화단층촬영술로 측정된 골밀도 분석에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 40세 이하군과 40세 이상군을 유의하게 구분할 수 있었고 연령이 증가함에 따라 골밀도도 유의하게 감소하였다.
2. 폐경전 여성군과 폐경후 여성군 그리고 건강한 여성군과 골다공증 여성군간 사이에 유의한 골밀도 차이를 발견할 수 있었다.
3. 건강한 폐경후 여성군과 골다공증 여성군과는 골밀도만으로는 구분할 수 없어 이들을 구분할 수 있는 유용한 방법들의 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.
4. 척추 골절이 있는 군의 골밀도는 척추 골절이 없는 군의 골밀도보다 의미있게 낮았었다.

참 고 문 헌

1. Min YK, Chung HY, Jang HC, Han IK(1994). Lateral Measurement of Lumbar Bone Mineral Density by Dual energy X-ray Absorptiometry in Korean Women. Kor J of Bone Metabolism, Vol.1; 70-76.
2. 장준섭(1988). 골조소증의 발생기전과 치료, 최신 의학, Vol.31(1); 11-14.

3. 정화재(1990). 골조소증, 대한물리치료학회지, Vol.2(1); 113-121.
4. 임승길(1998). 골다공증의 치료, 대한내과학회지, Vol.58(6);698-702.
5. 문명상, 최영길, 장준섭, 나수균, 김광원(1991). 골다공증, 대한골대사학회,Vol2(3); 2-3.
6. Dikenson RP, Hutton WC, Scott JRR(1981). The mechanical properties of bone in osteoporosis. J. Bone and Joint Surg, Vol.63(B);233-243.
7. Cooper C, Atkinson EJ(1992). Incidence of clinically diagnosed vertebral fracture a population based study in Rochester, Minnesota, Vol.7(2);221-227.
8. Jones CD, Laval-Jeantet AM, Laval-Jeantet MH, Genant HK(1987). Importance of measurement of spongyous vertebral bone mineral density in the assessment of osteoporosis. Bone Vol.8(4); 201-206.
9. 장숙람, 최영호, 최분기, 강성현, 정진영, 최용준, 김동현(2006). 춘천지역 폐경 후 여성 골다공증 유병율과 관련요인, 예방의학회지, Vol.39(5); 389-396.
10. Genant HK, Cooper C, Poor G, et al(1999). Interim report and recommendations of the World Health organization Task-Force for Osteoporosis. Osteoporos Int, Vol.10; 259-264.
11. 임수, 신찬수, 김기수, 김수연(2003). 농촌지역 50세 이상 남녀 인구에서의 요골과 종골의 골밀도 인자, 대한내분비학회지, Vol.18(2);193-205.
12. Riggs BL, Melton LJ(1995). Osteoporosis. 2nd ed. philadelphia, Lippincott-Raven Co, Vol.7(2); 278-283.
13. Krolner JL(1995). Contributions of exercise body composition, and age to bone mineral density in premenopausal women. Med Sci Sports Exerc, Vol.27(11); 1477-1485.
14. 안명환, 박동구, 이동철 서재성, 김세동, 안종철(1993). 연령증가에 따른 골밀도 변화에 영향을 주는 요인에 대한 탐색적 연구, 대한정형외과학회지, Vol.28(7); 2369-2379.
15. Heaney RP, Gallagher JC, Jhohston CC, Neer R, Parfitt AM Whedon GD(1982). Calcium nutrition and bone health in the elderly. Am J Clin Nutr, Vol.36, (3); 986-990.
16. Aloial JF, Vaswani AN, Yeh JK, Ross P, Ellis K, Cohn SH(1983). Determinants of bone mass in postmenopausal women. Arch Intern Med, Vol.14(3);1700.