

이중에너지 전산화단층촬영을 이용한 폐경기 전후 여성의 척추해면골 골무기물함량 측정*

계명대학교 의과대학 진단방사선과학교실, 치료방사선과학교실*

우영훈 · 김홍 · 김정만 · 서수지 · 이성문 · 김정식 · 전석길 · 최태진*

서 론

골조송증은 골의 절대량이 감소되어 골밀도가 낮아지는 것으로서 이 상태는 골의 해부학적 용적은 변하지 않지만 골소주가 얇아지거나 소실되면서 지방으로 대체되어 골조직 대 골수의 비가 감소되는 골결핍증(osteopenia)의 양상을 보인다. 그러나 골조직내의 화학적 조성은 정상골에 비하여 차이가 없다¹⁾.

이 골조송증이 있는 경우에는 골무기물 함량(bone mineral density : 이하 BMD)의 감소에 따라 가벼운 외상으로도 골절을 유발하며 동통과 골의 변화도 초래한다. BMD의 감소는 연령과 관계되어 일어나고 여성의 경우에는 연령과 관계된 BMD의 감소가 폐경기를 전후하여 촉진되고 또 이는 수년간 지속된다. 특히 이 BMD가 원래 낮은 경우나 빨리 낮아진 경우는 이른 나이에 골조송증이 온다고 알려져 있다²⁾. 이에 본 연구자는 이중에너지 전산화단층촬영(이하 CT)을 이용하여 폐경기를 전후한 정상 한국여성의 BMD를 제시함으로써 BMD의 변화를 보이는 각 질환의 치료와 향후 경과등에 보다 유익한 진료정보를 제공하기 위해, 나이와 폐경기에 따른 한국여성의 BMD의 변화를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

문진 및 이학적 소견상 골질환, 대사성질환 또는 내분비질환등이 없는 건강한 40-59세의 한국여성 59명을 대상으로 하여 설문지를 이용, 초경의 시기, 폐경의 유무와 그 시기 그리고 정확한 현재의 나이를

파악한 후 CT를 시행하였는데, 이 중 30명이 폐경 전이었고, 29명이 폐경후였으며, 40-49세가 26명이었고 50-59세가 33명이었다.

SOMATOM DRH(Siemens사 제품) CT를 사용하였으며, matrix 수는 512×512, 절편의 두께는 8mm로 하였고, 양와위 위치로 촬영하였다. 측정방법은 먼저 scout 측면상을 얻고, 제1요추체(L-1)와 제2요추체(L-2)의 중간부위를 정하였고(Fig 1), 이중에너지로는 96KVp와 125KVp를 이용, 횡단촬영하여 4개의 영상상을 얻었다. 각 영상에 20mm×15mm의 타원형 region of interest(ROI)를 요추체 해면골의 전반중 앙부위에 선정하여 Hounsfield unit를 얻고(Fig 2), 이것을 서등³⁾에 의해 실험적으로 구한 Hounsfield



Fig 1. Scout view of lumbar spine and axial imaging planes through midbodies of L-1 and L-2.

*이 논문은 1989년 동산의료원 특수과제 연구비로 이루어졌음.

Table 1. Cell means of L* BMD (mg/cc) by age & menopause

Age	Premenopause	Postmenopause	Total
40-49	129.02±28.51 (23)	113.00±37.18 (3)	127.17±29.21 (26)
50-59	123.07±25.50 (7)	91.29±22.42 (26)	98.03±26.25 (33)
Total	127.63±27.53 (30)	93.53±24.35 (29)	

(): Number of cases

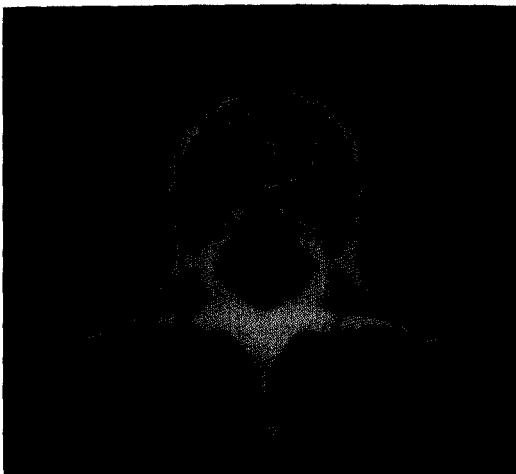


Fig 2. An elliptical region of interest(20mm×15mm) placed in the trabecular portion of the each vertebral body.

unit와 BMD와의 상호관계식을 이용하여 L-1 BMD, L-2 BMD를 구하고 이들을 산술평균하여 평균요추체 골무기물함량(L* BMD)을 구하였다.

이들을 초경과의 관계, 폐경기 전과 후, 또 나이에 따라 통계학적으로 유의검정하였다.

성 적

L-1 BMD와 L-2 BMD의 상관성은 상관계수 0.75로 (r=0.75), 이는 통계적으로 유의하여(p<0.05), L-1과 L-2의 평균치인 L*를 통계자료로 사용하였다.

초경의 시기와 BMD와는 아무런 상관관계를 나타내지 않았다(p>0.05).

40대인 26명의 BMD는 127.17±29.21(mg/cc)이었고, 50대인 33명의 BMD는 98.03±26.25(mg/cc)로서

나이에 따른 BMD감소는 폐경전에는 통계적으로 유의하지 않았고, 폐경후에는 통계적으로 유의하였다. 폐경전인 30명의 BMD는 127.63±27.53(mg/cc)이었고, 폐경후인 29명의 BMD는 93.53±24.35(mg/cc)로서 폐경에 따른 BMD의 감소도 통계적으로 유의하였다(Table 1). 그러나 다원분산분석(ANOVA)을 시행한 결과, 통계적으로 나이에 의한 BMD 감소는 유의하지 않았고 (p-value=0.226), 폐경에 의한 것은 유의하였으며 (p-value=0.005), 폐경과 나이의 상호작용에 의한 영향도 유의하지 않았다(p-value=0.420)(Table 2).

Table 2. Result of ANOVA test

Source of Variation	F	P-Value
Main Effects		
Age	1.500	0.226
Menopause	8.604	0.005
2-way Interaction		
Age-Menopause	0.659	0.420

본 연구에서 여성의 골무기물함량 변화는 폐경을 고려하여야 BMD의 변화를 예측할 수 있을 것으로 사료되었다.

고 찰

BMD의 감소를 예측하기 위해서는 BMD를 측정하여 정상치와 비교하여야 한다. BMD의 측정방법은 단순 X-선 촬영법, 감마선 측정법(양광자, 단광자), 정량적 CT(단일에너지, 이중에너지), 이중에너지 X-선 촬영법 그리고 정량적 자기공명영상(MRI) 방법까지 개발되어 있다^{4,7)}.

양광자 감마선 측정법은 신체의 일부 혹은 전체의 BMD를 평가할 수 있지만 피질과 해면질 모두를 포함한 전체 척추체에서 BMD를 측정하게 되어, 정량적 CT에 비해 민감도가 낮은 것으로 알려져 있다^{7,9)}. 그러나 실제 임상에서 이용되는 양광자 감마선 측정법은 정확한 정량적 측정방법은 아니나, 골질 위함도의 지표로서 사용되고 있다⁶⁾. 또 최근에 많은 연구 개발중에 있는 이중에너지 X선 촬영법은 정밀도 오차와 정확도 오차가 낮으나 아직 임상에 많이 이용되고 있지는 않다¹⁰⁾.

연령증가에 따른 골질의 손실은 해면골에서 약 50% 정도가 일어나고 치밀골에서는 단지 5%의 손실이 보여 골손실이 주로 해면골에서 일어난다. 정량적 CT는 부위선택이 명확하여 해면골과 치밀골을 선택적으로 측정할 수 있고, 또 이중 에너지를 이용하면 정밀도 오차를 줄일 수 있으며 지방과 물의 변동에 영향을 비교적 받지 않는 장점이 있으나, 방사선 피폭량이 단일에너지의 두 배에 이르는 단점이 있다^{6,11,13)}. 본 연구에서는 정확한 BMD 측정을 위하여 이중 에너지 정량적 CT를 사용하였다.

BMD 측정의 부위로서 척추체와 대퇴경부가 주로 사용되는데 그 이유는 대사성 자극에 높은 반응을 보이는 해면골이 풍부하고, 골조송중에 의한 빈번한 골절부위이기 때문이다. 특히 요추체는 조기에 골조직 손실이 나타난다^{1,4,14)}.

본 연구에서는 검사시간과 방사선피폭량을 줄일 수 있고 임상에서 쉽게 이용할 수 있게 하기 위해 L-1과 L-2 두개의 BMD만을 측정하여 평균요추체 BMD를 구하였는데, Steiger 등¹¹⁾은 L-1과 L-2만의 평균 BMD사이의 비교는, 단일에너지 CT의 연구 결과에서는 폐경기전후 여성에서 하부요추체로 내려갈수록 BMD가 감소한다고 하였으나^{11,15)}, 본 연구에서는 L1과 L2 BMD간에 서로 유의한 차이가 없었다.

여성은 약 25-30세에 BMD가 최대를 이루며, 이후 지속되거나 약간의 감소가 40세경까지 일어나고, 이후에 해면골의 감소가 연간 1-2%씩 일어난다^{12,16,18)}. 그러나 Krolner 등¹⁹⁾과 Genant 등²⁰⁾은 폐경 직후 여성에서 척추 해면골의 BMD가 연간 평균 각각 4.4%, 8.5%씩 감소한다고 하여, 여성에서 폐경이 BMD감소의 중요한 요인임을 시사하였다. 또 Genant 등²¹⁾은 미국 여성에서 T-12에서 L-3까지의 해면골 BMD가 폐경전에서 126 ± 24 (mg/mL), 폐경후에는 79 ± 24 (mg/mL)으로 본 연구에서와 유사하였다.

Hall 등²²⁾은 45-49세의 정상 영국여성에서 폐경이 BMD의 변화에 큰 효과를 미친다고 하였고, 일본 여성의 경우에서도 나이에 따른 BMD감소는 폐경전에는 통계적으로 유의하지 않고, 폐경후에는 통계적으로 유의하였다고 하여²³⁾, 저자들의 경우와 유사하였다.

본 연구에서는 나이보다 폐경이 여성의 BMD감소에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났고, 나이는 큰 영향을 미치지 않았으며 나이와 BMD간에 상호작용에 의한 유의성도 없어, 폐경을 전후한 40, 50대 여성은 BMD 측정시, 폐경의 유무에 따라 비교할 정상치가 달라야 할 것으로 사료되어, 폐경전과 후의 정상 한국여성의 BMD를 제시하는 바이다 (Fig 3, 4).

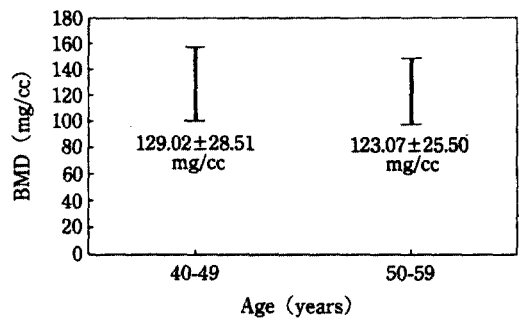


Fig 3. L*BMD of premenopause.

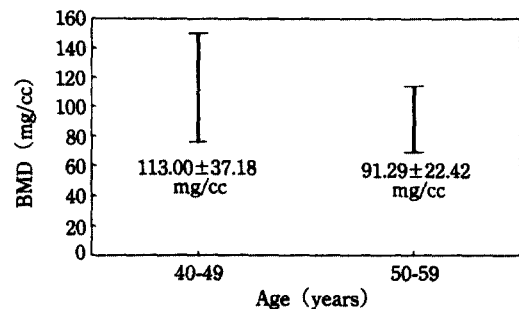


Fig 4. L*BMD of postmenopause.

요 약

한국여성의 나이와 폐경기에 따른 BMD의 변화를 살펴보고자 건강한 40-59세의 한국여성 59명을 대상으로 하여 이중에너지 CT를 이용, L1과 L2요추체 해면골의 BMD를 구했으며, 이들의 평균(L*BMD)을 초경과의 관계, 폐경기전과 후, 또 나이에 따라 통계학적으로 유의검정하였다.

L-1 BMD와 L-2 BMD는 통계적으로 유의하였으며, 초경의 시기와 BMD와는 아무런 상관관계를 나타내지 않았다.

나이에 따른 BMD의 감소와 폐경에 따른 BMD의 감소가 통계적으로 유의하였으나 다원분산분석(ANOVA)을 시행한 결과, 나이에 의한 BMD감소는 유의하지 않고 폐경에 의한 것은 유의하였으며, 폐경과 나이의 상호관계에 의한 영향도 유의하지 않았다.

본 연구에서 여성의 BMD 변화는 폐경기를 고려하여야 BMD의 변화를 예측할 수 있을 것으로 사료되어, 폐경전과 후의 정상 한국여성의 BMD를 제시하여 BMD의 변화를 보이는 각 질환의 치료와 경과 예측에 이용하고자 한다.

참 고 문 헌

1. Wahner HW: Single-and dual-photon absorptiometry in osteoporosis and ostemalacia. *Semin Nucl Med* 1987; 17: 305.
2. Firooznia H, Golimbu C, Rafii M, et al: Rate of spinal trabecular bone loss in normal perimenopausal women: CT measurement. *Radiology* 1986; 161: 735-738.
3. 서수지, 최태진, 주양구, 김홍: 이중에너지 전산화단층촬영영상을 이용한 골무기물함량의 정량적 분석. *대한방사선의학회지* 1989; 25: 586-592.
4. Kimmel PL: Radiologic methods to evaluate bone mineral content. *Ann Int Med* 1984; 100: 908-911.
5. Genant HK, Block JE, Steiger P, et al: Appropriate use of bone densitometry. *Radiology* 1989; 170: 817-822.
6. Sártois D: *Bone and Joint Imaging*. Philadelphia, WB Saunders Co, 1989, pp 202-212.
7. Genant HK: *Diagnosis of Bone and Joint Disorders*, ed 2, Philadelphia, WB Saunders Co, 1988, pp 1998-2020.
8. Wahner HW, Dunn WL, Mazess RB; et al: Dual-photon Gd-153 absorptiometry of bone. *Radiology* 1985; 156: 203-206.
9. Ross PH, Wasnich RD, Vogel JM: Precision error in dual-photon absorptiometry related to source age. *Radiology* 1988; 166: 523-527.
10. Sartoris DJ, Resnik D: Dual-energy radiographic absorptiometry for bone densitometry: current status and perspective. *AJR* 1989; 152: 241-246.

11. Steiger P, Block JE, Steiger S, et al: Spinal bone mineral density measured with quantitative CT: effect of region of interest, vertebra level, and technique. *Radiology* 1990; 175: 537-543.
12. Genant HK, Cann CE, Pozzi-Mucelli RS, et al: Vertebral mineral determination by quantitative CT: clinical feasibility and normative data. *J Comput Assist Tomogr* 1983; 7: 554.
13. Sambrook PN, Bartlett C, Evans R, et al: Measurement of lumbar spine mineral: a comparison of dual photon absorptiometry and computed tomography. *BJR* 1985; 58: 621-624.
14. Riggs BL, Wahner HW, Dunn WL, et al: Differential changes in bone mineral density of the appendicular and axial skeleton with aging. *J Clin Invest* 1981; 67: 328-335.
15. Reinbold WD, Genant HK, Reiser UJ, et al: Bone mineral content in early-post menopausal and postmenopausal osteoporotic women: comparison of measurement method. *Radiology* 1986; 160: 469-478.
16. Kleerekoper M, Tolia K, Parfitt AM: Nutritional, endocrine, and demographic aspects of osteoporosis. *Orthop Clin North Am* 1981; 12: 547-558.
17. Avioli LV: Calcium and osteoporosis. *Ann Rev Nutr* 1984; 4: 471-491.
18. Firooznia H, Golimbu C, Rafii M, et al: Quantitative computed tomography assessment of spinal trabecular bone. I. Age-related regression in normal men and women. *J Comput Tomogr* 1984; 8: 91-97.
19. Krolner B, Nielsen-pors S: Bone mineral content of the lumbar spine in normal and osteoporotic women: cross-sectional and longitudinal studies. *Clin Sci* 1982; 62: 329-336.
20. Genant HK, Ettinger B, Cann CE, et al: Osteoporosis: assessment by quantitative CT. *Orthop Clin North Am* 1985; 16: 3: 557-568.
21. Genant HK, Block JE, Steiger P, et al: Quantitative computed tomography in assessment of osteoporosis. *Semin Nucl Med* 1987; 17: 316-333.
22. Hall ML, Heavens J, Cullum ID, et al: The range of bone density in normal British women. *Br J Radiol* 1990; 63: 266-269.
23. Masahashi M, Asai M, Okamoto T, et al: Lumbar bone density and serum osteocalcin in pre- and postmenopausal women. *Acta Obstet Gynecol Jpn* 1990; 42: 727-731.

= Abstract =

Spinal Trabecular Bone Mineral Density Measured with Dual Energy Quantitative CT in Pre- and Postmenopausal Women

Young Hoon Woo, MD; Hong Kim, MD; Jeong Man Kim, MD; Soo Jhi Suh, MD;
Sung Moon Lee, MD; Jung Sik Kim, MD; Seok Kil Zeon, MD; Tae Jin Choi PhD*

Department of Diagnostic Radiology, Therapeutic Radiology
Keimyung University, School of Medicine*

The rate of bone loss may accelerate near the time of menopause and continue for several years. Women with low baseline bone mass and women who are fast bone losers are potentially at risk for early spinal osteoporosis.

Bone mineral analysis plays an important role in both detecting and managing osteoporosis and other forms of metabolic bone disease.

Dual energy quantitative computed tomography affords more accurate determination of bone mineral density, independent of fat and water variation, and selective measurement of trabecular bone provides a more sensitive means of quantifying changes in metabolic bone disease.

The measurement of bone mineral density of L-1 and L-2 vertebral bodies were done in 59 Korean women by dual energy(96, 125Kvp) quantitative CT. An elliptical region of interest was located in the anterior trabecular portion of the each vertebral body. And then $L*BMD(L-1 + L-2 BMD)/2$ is calculated.

The results were as follows:

A correlation coefficient between L1 BMD and L2 BMD was statistically significant ($r=0.75$, $p<0.05$), and then close correlation was found.

A significant inverse correlation between the BMD and age was demonstrated in postmenopausal women but no correlation was found in premenopausal women.

A P-values for age, menopause and age-menopause interaction are 0.226, 0.005 and 0.420 respectively. And then menopause is more important factor than age.

Both menopause and age are related with BMD, but there is no cross relationship between age and BMD.

We propose the standard pre- and postmenopausal Korean women BMD.

Key Words: Bone mineral, Computed tomography, Dual energy