

골다공증에 따른 치조골 방사선사진농도와 하악하연두께의 변화에 대한 연구

원광대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실
이 병 도

An Experimental Study of Radiographic Density of Alveolar Bone and Cortical Thickness of Mandible by Osteoporosis

Byeong-Do Lee

Dept. of Oral & Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Wonkwang University

ABSTRACT

Purpose : To evaluate the effect of the systemic osteoporosis on radiographic density of alveolar bone and cortical thickness of mandible.

Materials and Methods : The bone mineral density values of lumbar and femur were measured by dual-energy X-ray absorptiometry and T scores of lumbar, femur were obtained respectively. Radiographic densities of alveolar bones and panorama mandibular index (PMI, represents as cortical thickness) were analysed statistically according to age and T score variables.

Results : The radiographic density of alveolar bone of maxillary molar showed significant difference by age and femur T group. That of mandibular molar showed significant difference between femur T group. Panorama mandibular index showed significant difference between age groups.

Conclusion : The radiographic density of alveolar bones was more dependent on age and femur T than lumbar T. Cortical thickness of mandible was correlated with increasing age. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2000 ; 30 : 235-242)

KEY WORDS : dual-energy X-ray absorptiometry, T scores, radiographic density, PMI

서 론

골다공증은 단위 면적당 골량이 감소되고 무기질 소실이 동반되는 골대사성 질환으로 고령인구의 증가와 함께 관심이 집중되는 질환이다.¹ 세계보건기구(WHO)는 골밀도(bone mineral density, mg/cm² BMD)가 젊은 성인의 평균치에서 표준편차 2.5 이하로 감소된 경우를 특히 골다공증(osteoporosis)으로 ($T \leq -2.5$), 표준편차 1-2.5 이하로 감소된 경우를 골감소증(osteopenia)으로 ($-2.5 < T < -1.0$)로 분류한 바 있다.²

골다공증은 폐경후 estrogen 분비감소, 연령증가 그리고 스테로이드 등 약물 등에 의해서 주로 발생되고 특히 연령이 증가함에 따라 육체적 운동량 감소, 음식물 섭취량 감소, estrogen 분비감소 등 여러 가지 요소가 복합되어 골다공증이 빈발한다고 알려져 있으며^{3,4} 이러한 골다공증을 예방하고 치료하기 위해 골밀도 측정의 중요성이 증가하고 있다. 현재 이용되는 방사선학적 골밀도 측정방법으로는 광학농도측정법(Photodensitometry), 단일광자감마선측정법(Single photon absorptiometry), 양광자감마선측정법(Dual photon absorptometry), 이중에너지방사선흡수계측법(Dual energy X-ray absorptiometry, DEXA), 정량적전산화단층촬영법(Quantitative computed tomography, QCT), 정량적 초음파법(Quantitative ultrasonography, QUS) 등 다양하며^{5,6} 많은 병원에서 이중에너지방사선흡수계측법으로 요추와 대퇴골부위의 골밀도를 측정하여 전신적인 골다공증 여부를 판단하고 있다. 이 때 사용되는 이중에너지방사선 흡수

접수일 : 2000년 7월 17일 채택일 : 2000년 9월 16일
Correspondence to : Byeong-Do Lee
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Wonkwang University, 344-2, shinyong dong, Iksan city, chunbuk, Korea. 570-711
Tel) 063-850-1912. Fax) 063-857-4002
E-mail) eebydo@wonkwang.ac.kr

계측법의 장점으로는 적은 방사선 조사선량, 정확도, 편이성 등이 있으나⁷ 검사비용이 많이 든다는 단점이 있으며 악골부위의 이중에너지방사선흡수계측법은 촬영상의 어려움 때문에 이용빈도가 매우 적은 실정이다.⁵

치과 영역에서도 골다공증과 악골밀도와의 관계가 관심의 초점이 되고 있으며 이에 대한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다.

Kribbs 등⁸은 microdensitometer로, Mohajery 등⁹은 치근단방사선사진과 파노라마사진으로, Lindh¹⁰Taguchi¹¹ Klemetti 등¹²은 정량적전산화단층촬영법으로 하악골 밀도 측정을 한 다음 전신적인 골다공증과의 관련성을 조사한 바 있고 Horner 등⁵은 하악골 밀도와 요추, 대퇴골밀도를 DEXA로 측정하여 서로 관련성을 보고하였다. Taguchi 등¹¹

은 골다공증이 치주질환을 야기할 수 있다고 하였고 Hunziker 등¹³은 estrogen분비가 부족하면 전신적인 골다공증과 함께 악골밀도도 감소되어 나타난다고 하였다. 이와 같은 잔존치조제의 높이 혹은 악골밀도와 골다공증과의 관계에 대해서 이외에도 많은 학자들이^{5,8,12-18} 관련성을 보고한 바 있으며 국내에서는 김¹⁹이 구리당량 영상에 의한 골밀도 계측방법에 관해 연구한 바 있다.

하악하연 부위는 피질골의 상태를 대변하며 만약 파노라마 사진촬영을 하여 단순하게 그 두께만을 계측하면 촬영시의 부적절한 환자위치 등에 의해 계측오차가 발생할 수 있다. 이에 따라 Benson 등은 하악골의 기저부(basal bone)가 치조골부위에 비해 높이 변화가 적은 경향이 있다는 점에 착안하여 하악하연의 두께를 Panorama mandibular index

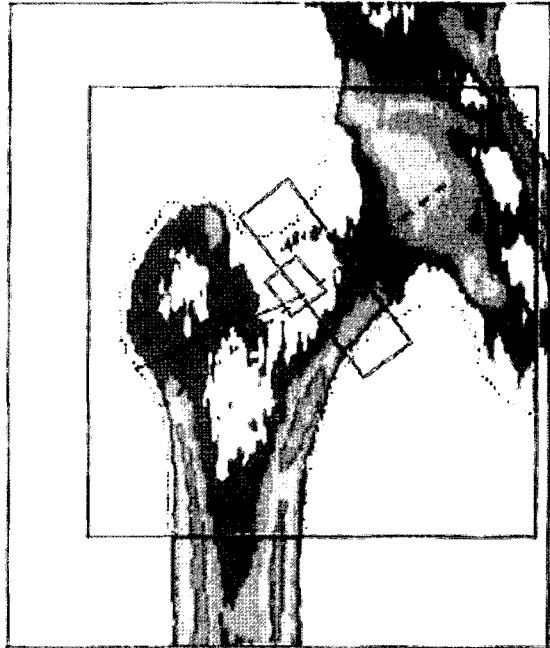


BMD (L1-L4) = 0.880 g/cm²

Region	BMD	T (30.0)	Z
L1	0.739	-1.69 80%	-0.54 93%
L2	0.823	-1.86 80%	-0.59 93%
L3	0.886	-1.80 82%	-0.45 95%
L4	1.023	-0.84 92%	0.54 106%
L1-L4	0.880	-1.52 84%	-0.21 97%

◆ Age and sex matched
T = peak bone mass
Z = age matched TX 04 Nov. 91

k = 1.224 Δθ = 91.2(1.000H) 5.119



07.Aug.2000 16:12 [105 x 106]
Hologic QDR-2000 (S/N 2672)
Array Right Hip Medium V4.76A:1

BMD (Neck[R]) = 0.752 g/cm²

Region	BMD	T	Z
Neck	0.752	-1.42 84% (22.0)	0.09 101%
Troch	0.622	-1.11 86% (30.0)	-0.17 98%
Inter	0.979	-1.20 85% (29.0)	-0.30 96%
TOTAL	0.832	-1.19 85% (28.0)	-0.22 97%
Ward's	0.499	-2.70 63% (20.0)	-0.42 92%

◆ Age and sex matched
T = peak bone mass
X = age matched TX 25 Oct. 91

Fig. 1. An example of bone mineral density (BMD) and T score of lumbar, femur measured by Dual energy X-ray absorptiometry.

(PMI)로 표현하였다.²⁰

골다공증이 진행되어 골소실이 발생되면 골소주부위와 피질골부위의 소실 양상은 서로 상이하게 진행된다는 보고들이 있다. von Wovern 등²¹은 골소주부위는 개인별로 소실정도가 다양한데 비해 피질골은 전신의 골다공증 정도에 민감하게 반응한다고 하였고 Riggs 등²²은 척추, 대퇴골 경부, 대퇴골전자부, Ward's triangle부위 등의 해면골과 피질골의 구성 비율이 각각 다르다고 보고하였으며 Crilly 등²³은 요추, 원위요골 등 골소주가 많은 골조직은 골다공증 초기상태를 나타내고, 대퇴골 경부와 같은 피질골 부위는 골소실의 후반단계를 표현한다고 하였다. Klemetti 등¹²,²⁴은 하악골의 피질골부위가 골소주부위보다 전반적인 골소실정도와 관련이 있고 하악골의 높이가 요추보다는 대퇴골 경부와 관련이 깊다고 하였으나 von Wovern,²¹ Taguchi,²⁵ Hirai 등²⁶은 하악골의 높이가 요추의 골밀도 변화와 관련이 있다고 보고하였다.

이에 저자는 골다공증을 유발하는 요인중 연령에 따른 변화가 치근단 사진의 흑화도 변화와 파노라마 사진상의 하악골 하연의 두께의 변화와 관련이 있는지를 알아보고자 하였으며 골다공증에 의한 악골변화가 요추와 대퇴골 부위중 어느부위와 관련이 있는지를 연구하여 다소의 지견을 얻었다.

연구 대상 및 방법

1. 연구대상

66명을 연구대상으로 하여 25-35세군(A)은 남성이 22명 여성이 10명으로 32명이었으며 36세 이상 59세까지의 군(B)은 20명(여성 18명), 60세 이상군(C)은 전부가 여성으로 14명이었으며 이와 같이 연령변화에 따라 3군으로 분류하였다. 그리고 골밀도에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용하거나 전신질환을 앓았던 병력이 없고 골다공증에 대한 치료력도 없는 경우로 연구대상을 제한하였다.

2. 연구방법

(1) 이중에너지방사선흡수계측법(DEXA, Hologic)을 사용하여 모든 연구대상자의 요추(Lumbar1-Lumbar4)부위와 대퇴골부위(femur neck, trochanter, Ward's triangle)의 골밀도(g/cm^2)를 측정하고 각각의 T scores를 구하였다(Fig. 1).

(2) Kodak Ektaspeed E group의 치근단필름(periapical film)을 이용하여 상악과 하악의 우측 소구치부위와 대구치부위를 일정한 노출조건(60 kvp, 8 mA, 0.5 sec)으로 X선 사진을 촬영하고 일정한 현상조건에서 현상하였다. X선 촬영 시에는 참조체로서 0.03 mm-0.27 mm까지의 Copper step wedge를 9단계(0.03 mm씩 증가)로 제작하여 치아와 겹치지 않는 필름부위에 부착하고 X선 사진촬영을 하였다(Fig. 2).

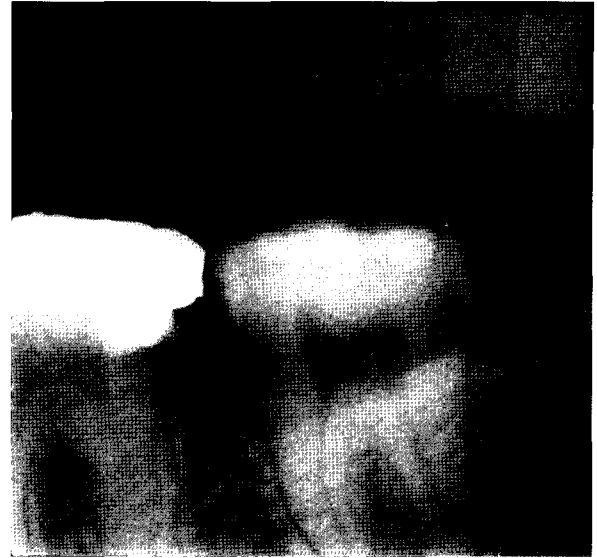


Fig. 2. Periapical view with copper step wedge.

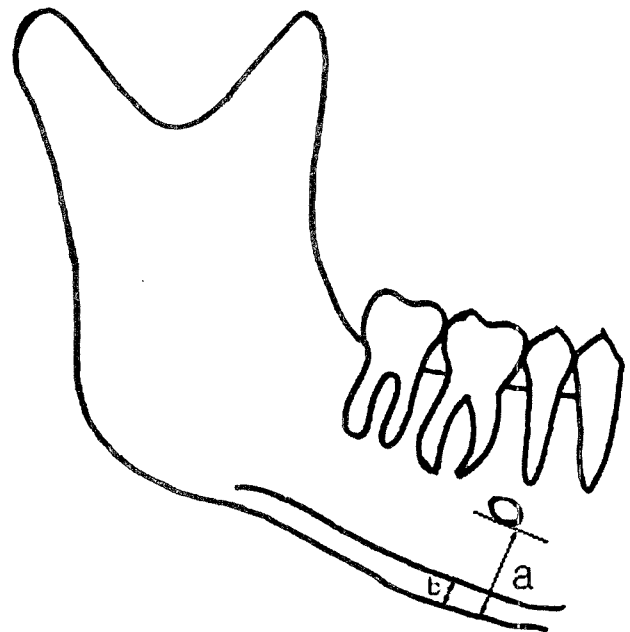


Fig. 3. Panorama mandibular index: this index was the ratio of the thickness of inferior cortex to the distance from inferior edge of mental foramen to cortex. (b/a)

(3) 현상된 방사선 사진을 Nikon Scanner로 scanning 한 후 Adobe photoshop program으로 편집한 후 컴퓨터에 저장하였다.

(4) 저장된 image를 다기능영상분석 프로그램인 NIH image를 이용하여 상악과 하악의 제1소구치와 제2소구치 치근사이의 치조골 부위와 상악과 하악의 제1대구치와 제2대구치 치근사이의 치조골 부위를 관심영역으로 설정하여 각각의 계조도(방사선사진 흑화도)를 측정하였으며 계

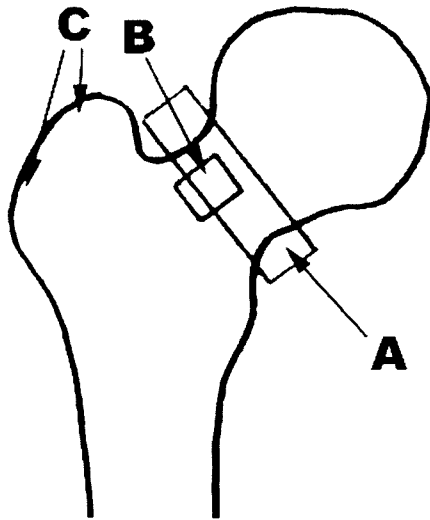


Fig. 4. Diagram of femur (A: femoral neck, B: Ward's triangle, C: greater trochanter).

조도는 2번 반복측정하여 평균치를 구하였다. 이때 관심영역은 치조백선, 치조능 (crestal bone), 치근등과 중복되지 않게 적당한 크기의 사각형으로 설정하였다. 관심영역의 계조도는 NIH image내의 변환관계식에 의해 구리 두께의 등가치로 환산되었다.

(5) A,B,C 등 연령군 변화에 따른 상악과 하악의 제1소구치와 제2소구치 치근사이의 치조골 부위와 상악과 하악의 제1대구치와 제2대구치 치근사이의 치조골 부위의 구리등가치(방사선사진 흑화도)를 분산 분석과 사후 검정을 하였다.

(6) A,B,C 등 연령군 변화에 따른 PMI (panorama mandibular index)를 분산분석과 사후검정을 하였다. 이 때 이용된 파노라마 기계는 Planmeca (PM2002 CC Proline, Finland)이었으며 PMI는 이공부위의 하악 하연의 두께를 하악 하연에서 이공의 하연까지의 거리로 나눈 수치로 하였다 (Fig. 3).

(7) 요추와 대퇴골의 경부, 전자부 (trochanter), Ward's triangle 부위 (Fig. 4)의 T score를 $T \geq -1.0$ (Tn), $-2.5 < T < -1.0$ (Tpe), $T \leq -2.5$ (Tpo)의 3군으로 분류한 다음 각군에 따른 치조골의 구리등가치 차이와 PMI차이의 분산분석과 사후검정을 시행하였다. 이때 T score는 젊은 건강 성인의 골밀도와 비교해서 표현되는 표준편차를 나타내며 $T \geq -1.0$ 은 정상, $-2.5 < T < -1.0$ 은 골감소증, $T \leq -2.5$ 은 골다공증군을 의미한다. 대퇴골 부위를 세분한 이유는 각 부위의 피질골과 수질골의 성분이 상이하기 때문이었다.

연구 결과

(1) 연령군의 변화에 따른 치조골의 방사선사진 흑화도 변화에서는 상악 대구치 부위와 PMI가 유의한 차이를 보

Table 1. Copper equivalent thickness of alveolar bones classified by age group

Area	age group	M ± SD (N)	F	Pr > F
#14-#15	A	0.15 ± 0.04 (31)	2.241	0.115
	B	0.15 ± 0.05 (19)		
	C	0.12 ± 0.04 (13)		
#16-#17	A	0.21 ± 0.06 (30)	9.232	0.0003
	B	0.20 ± 0.06 (19)		
	C	0.13 ± 0.05 (13)		
#44-#45	A	0.17 ± 0.04 (30)	2.215	0.11
	B	0.15 ± 0.03 (19)		
	C	0.15 ± 0.04 (13)		
#46-#47	A	0.18 ± 0.03 (31)	1.188	0.311
	B	0.17 ± 0.04 (19)		
	C	0.16 ± 0.04 (13)		
PMI	A	0.27 ± 0.05 (31)	4.290	0.010
	B	0.33 ± 0.08 (18)		
	C	0.29 ± 0.06 (13)		

A : group of age 25-35

B : group of age 36-59

C : group of age over 60

M : mean, SD : standard deviation, N : number, PMI: panorama mandibular index

Table 2. Copper equivalent thickness of alveolar bones classified by lumbar T

Area	Lumbar T	M ± SD (N)	F	Pr > F
#14-#15	Tn	0.15 ± 0.04 (28)	1.20	0.30
	Tpe	0.14 ± 0.04 (22)		
	Tpo	0.12 ± 0.04 (13)		
#16-#17	Tn	0.20 ± 0.06 (27)	2.36	0.10
	Tpe	0.20 ± 0.06 (22)		
	Tpo	0.15 ± 0.07 (13)		
#44-#45	Tn	0.17 ± 0.03 (28)	0.76	0.47
	Tpe	0.16 ± 0.04 (21)		
	Tpo	0.14 ± 0.04 (13)		
#46-#47	Tn	0.18 ± 0.03 (28)	1.28	0.28
	Tpe	0.17 ± 0.03 (22)		
	Tpo	0.16 ± 0.05 (13)		
PMI	Tn	0.28 ± 0.07 (26)	2.29	0.10
	Tpe	0.28 ± 0.06 (23)		
	Tpo	0.33 ± 0.08 (13)		

Tn: $T \geq -1$, Tpe: $-2.5 < T < -1$, Tpo: $T \leq -2.5$

M: mean, SD: standard deviation, N: number, PMI: panorama mandibular index

였으며 보였다 ($P < 0.05$). 사후분석결과 상악 대구치 부위는 연령의 A군과 C군, B군과 C군간에 차이를 보였고, PMI는 A군과 B군간에 차이를 보였다 ($P < 0.05$) (Table 1).

(2) 요추의 T군의 변화에 따른 치조골이나 PMI 변화는 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 2).

(3) 대퇴골 경부와 Ward's triangle T군의 변화에 따라서는 상악 대구치부위와 하악 대구치부위가 유의한

Table 3. Copper equivalent thickness of alveolar bones classified by femur neck T

Area	Fneck T	M±SD (N)	F	Pr>F
#14-#15	Tn	0.15±0.05 (20)	0.350	0.70
	Tpe	0.14±0.03 (30)		
	Tpo	0.14±0.06 (13)		
#16-#17	Tn	0.21±0.07 (19)	0.402	0.02
	Tpe	0.20±0.04 (30)		
	Tpo	0.14±0.07 (13)		
#44-#45	Tn	0.17±0.03 (20)	1.100	0.33
	Tpe	0.16±0.04 (29)		
	Tpo	0.15±0.05 (13)		
#46-#47	Tn	0.20±0.03 (20)	4.090	0.02
	Tpe	0.17±0.03 (30)		
	Tpo	0.17±0.04 (13)		
PMI	Tn	0.28±0.07 (19)	0.680	0.50
	Tpe	0.29±0.06 (30)		
	Tpo	0.31±0.08 (13)		

Tn: T≥-1, Tpe: -2.5<T<-1, Tpo: T≤-2.5
M: mean, SD: standard deviation, N: number, PMI: panorama mandibular index

Table 4. Copper equivalent thickness of alveolar bones classified by Ward's triangle T

Area	Ward T	M±SD (N)	F	Pr>F
#14-#15	Tn	0.15±0.04 (24)	0.41	0.660
	Tpe	0.04±0.04 (23)		
	Tpo	0.13±0.05 (16)		
#16-#17	Tn	0.21±0.06 (23)	6.43	0.003
	Tpe	0.20±0.05 (23)		
	Tpo	0.14±0.06 (16)		
#44-#45	Tn	0.17±0.04 (23)	0.78	0.460
	Tpe	0.16±0.04 (23)		
	Tpo	0.16±0.04 (16)		
#46-#47	Tn	0.19±0.03 (24)	4.31	0.017
	Tpe	0.16±0.03 (23)		
	Tpo	0.17±0.04 (16)		
PMI	Tn	0.27±0.05 (24)	2.12	0.120
	Tpe	0.30±0.09 (22)		
	Tpo	0.31±0.07 (16)		

Tn: T≥-1, Tpe: -2.5<T<-1, Tpo: T≤-2.5
M: mean, SD: standard deviation, N: number, PMI: panorama mandibular index

차이를 보였다. 그리고 사후분석한 결과 상악 대구치부위는 Tn과 Tpo군간, 그리고 Tpe와 Tpo군간에 유의한 차이를 보였으며, 하악 대구치부위는 Tn과 Tpe군간, 그리고 Tn과 Tpo군간에 유의한 차이를 보였다(P<0.05) (Table 3, 4). 대퇴골 전자부(trochanter)에서는 상악 대구치부위와 하악 대구치부위가 유의한 차이를 보였다. 사후분석한 결과 상악 대구치부위는 Tn과 Tpo군간, 그리고 Tpe와 Tpo군간에 유의한 차이를 보였으며, 하악 대구치부위는 Tn과 Tpe 군간

Table 5. Copper equivalent thickness of alveolar bones classified by trochanter T

Area	troch T	M±SD (N)	F	Pr>F
#14-#15	Tn	0.15±0.05 (24)	0.65	0.520
	Tpe	0.14±0.04 (29)		
	Tpo	0.13±0.05 (10)		
#16-#17	Tn	0.20±0.07 (24)	3.97	0.020
	Tpe	0.20±0.05 (28)		
	Tpo	0.14±0.14 (10)		
#44-#45	Tn	0.17±0.04 (24)	0.7	0.500
	Tpe	0.15±0.04 (28)		
	Tpo	0.16±0.04 (10)		
#46-#47	Tn	0.19±0.03 (24)	5.86	0.004
	Tpe	0.16±0.04 (29)		
	Tpo	0.17±0.03 (10)		
PMI	Tn	0.30±0.07 (22)	0.40	0.660
	Tpe	0.28±0.07 (30)		
	Tpo	0.29±0.04 (10)		

Tn: T≥-1, Tpe: -2.5<T<-1, Tpo: T≤-2.5
M: mean, SD: standard deviation, N: number, PMI: panorama mandibular index

에 유의한 차이를 보였다(P<0.05) (Table 5).

즉 대퇴골의 T score에 따라 상악 대구치부위와 하악 대구치부위가 각각 방사선사진농도의 유의한 차이를 보였으며 상악 대구치부위는 골 다공증이 심화된 Tpo군과 Tn, Tpe군간에 차이를 보였으며, 하악 대구치부위에서는 다공증이 별로 진행되지 않은 Tn군과 Tpe, Tpo군간에 차이를 보였다.

고 찰

골다공증이 진행이 되면 대퇴골, 척추뿐만 아니라 중수골, 중족골, 요골, 척골, 상완골, 약골 등 다양한 골조직에서 골밀도 변화를 일으키며²⁷⁻²⁹ 각각의 해당부위를 선택적으로 골밀도 측정을 할 수도 있으나 요추와 대퇴골 부위를 대상으로 골밀도 측정을 하고 이를 토대로 전신적인 골다공증 여부를 판단하는 경우가 많다.^{8, 15, 30, 31}

이러한 골다공증은 일반적으로 estrogen 분비감소로 인한 폐경후 골다공증(postmenopausal osteoporosis)과 연령증가로 인한 노인성 골다공증, 그 외에 약물 등에 의해 유발되는 특발성골다공증 등으로 분류되며 여성의 경우 폐경후 급격한 골소실이 야기되는 경향이 있다고 알려져 있다.⁴ Mazess 등³²은 폐경전이라도 골밀도가 감소가 되며 연령이 증가함에 따라 골조직내에 지방조직이 증가하고 조혈계통의 조직은 감소하기 때문에 골조직의 X선 흡수감쇠양상이 X선사진에서 상이하게 표현된다고 하였다. Gibson 등^{17, 33-35}은 골다공증의 원인인자로서 흡연, 알코올, 운동량, 체중 등을 보고한 바 있으며 특히 Hunziker 등^{12, 36}은 폐경여성에서 골소실이 심화되고 악골밀도도 감소된다고 하였

다. 악골 조직의 골밀도 감소는 이러한 골다공증 외에 부갑상선기능항진증, 식이습관, 호르몬의 불균형, 구강의 국소적인자 등 여러 가지 요인들이 상호보완적으로 악골조직의 흡수에 관여한다고 한다.^{14,35}

우리 신체는 20-30대에 골밀도가 증가되면서 최대 골밀도를 이루는데 Ortman 등³⁷은 대략 35세 정도에 최대 골밀도를 이루며 그 이후에는 점진적인 골소실이 유발된다고 하였다.

양승오 등³⁸이 한국인을 대상으로 조사한 결과 30-35세 까지 최고치의 골량을 이루고 40대 후반까지는 10년당 4%, 40대 후반에서 60대 초반까지 10년당 약 12%의 골밀도 감소를 보인다고 하였으며 본 실험도 이에 기준하여 골량이 증가하여 최대치에 도달한다고 생각되는 25-35세 군과, 서서히 골량이 감소되는 35-60세 군, 연령 증가에 의해 많은 골소실이 발생되었을 것으로 예상되는 60세 이상의 3군으로 연구대상을 분류한 후 상악과 하악골의 소, 대구치부위의 치조골방사선사진 농도를 비교하였다. 이 때 방사선사진 농도는 구리 참조체의 두께로서 표현되었으며 이는 악골의 골밀도를 의미한다고 할 수 있겠다. 즉 수치가 높으면 참조체의 두께가 두꺼운 것이므로 악골밀도가 높은상태라고 생각할 수 있으며 수치가 낮게 표현이 되면 골소실이 진행된 상태라고 예상할 수 있다. 본 실험에서는 여러곳의 치간골중 상악대구치 부위가 연령군에 따라 방사선사진농도 차이를 보였고 특히 60세 이상의 고령층(C군)의 방사선사진 농도가 젊은층(A군)과 중년층(B군)의 것과 유의한 차이를 보였다. 또한 Panorama mandibular index (PMI)도 연령에 따라 유의한 차이를 보였으며 젊은층(A군)과 중년층(B군)간에 유의한 차이를 보였다.

골다공증이 진행될 때 골소주부위와 피질골부위는 골소실 양상이 상이하다고 보고되고 있다. von Wowern 등^{21,39}은 피질골이 연령과 관계가 있으나 골소주는 연령과는 무관하고 골소주부위는 개인별로 골소실정도가 다양한데 비해 피질골은 전신의 골다공증 정도에 민감하게 반응한다고 하였다. Mazess 등³²은 골소주가 많은 골조직은 골다공증 초기상태를 나타내는데 수질골로의 혈액공급이 원활하기 때문에 골다공증에 더욱 민감한 경향이 있고 대퇴골 경부와 같은 피질골 부위는 골소실의 후반단계를 표현한다고 보고한 바 있다. Jonston 등^{40,41}은 골다공증과 같은 대사성 골질환은 수질골의 골순환율(turn over rate)이 높기 때문에 피질골보다 더 많은 영향을 받는다고 하였으며 Kingsmill 등⁴²은 나이가 증가에 따라 하악골의 밀도 변화는 있으나 두께 변화는 심하지 않다고 하였다.

본 실험에서 연령에 따른 방사선사진 흑화도 변화에서 특히 상악 대구치부위의 치조골은 연령의A군과 C군, B군과 C군간에 유의한 차이를 보였는데 이 점은 치조골의 방사선학적 농도변화가 골다공증 초기 변화에는 민감하지 않다는 점을 나타낸다고 생각하며 상악 대구치 부위에서

만 유의한 차이가 있는 이유는 상악골이 하악골보다 수질골이 풍부하기 때문이라고 추측되나 이에 대한 추가 연구가 필요하다고 사료된다. PMI는 비록 PMI 수치가 연령차이에 의해 유의한 차이를 보였지만 연령이 증가할수록 PMI 수치가 증가하는 경향이 있었으며 Klemetti 등¹²도 비슷한 결과를 발표하였다. 이는 PMI변화가 연령에 따른 피질골 변화정도를 명확히 표현해주지 못한다는 점을 암시하는 것 같다. 파노라마 사진에서 gonion부위를 측정하여 골 소실 정도를 평가하기도 하지만 Leong 등⁴³은 gonion부위 측정법이 유용한 방법이 되지 못한다고 하였으며 Benson,²⁰ Klemetti 등⁴⁴이 피질골 소실 여부를 판단하기 위해 PMI를 인용하였는데 하악골의 기저부(basal bone)가 치조골부위에 비해 일생동안 높이 변화가 적다는 사실이 인용의 기초가 되었다.

Riggs 등²²은 요추부위는 해면골과 치밀골의 구성비율이 약 50:50 정도이고, 대퇴골 경부는 약 25:75의 비율로 치밀골의 비율이 높으며, 대퇴골전자부는 50:50, Ward triangle부위는 약 90%가 해면골로 구성되어 있다고 하였다.

Uitewaal⁴⁵ 등은 생검에 의한 조직학적 검사에서 대퇴골 전자부 골절균이 경부 골절균에 비해 더 낮은 골소주 용량(trabecular bone volume)과 골소주 표면적 밀도(trabecular surface density)를 보인다고 하였다.

본 실험에서는 이에 따라 요추, 대퇴골의 경부, 대퇴골전자부, Ward triangle부위의 T score를 구한 다음 3군으로 분류하고 각각의 부위에서 T score에 따른 치조골의 방사선 흑화도와 PMI 차이를 분산분석하였다. 그 결과 상악 대구치부위와 하악 대구치부위가 대퇴골의 T score에 의해 치근단사진 흑화도의 유의한 차이를 보였으며 상악대구치부위는 특히 골다공증이 심한 상태(Tpo)와 그렇지 않은 군(Tpe, Tpo)간에 뚜렷한 치근단사진 흑화도 차이를 보였고 하악 대구치부위는 특히 정상군(Tn)과 골다공증이 진행된 그룹(Tpe, Tpo)간에 뚜렷한 치근단사진 흑화도 차이를 보였다. 이 점은 하악골이 상악골보다 초기 골량변화에 민감하게 반응한다는 점을 나타낸다고 생각되며, 앞서 언급한 Mazess 등,³² Jonston 등^{42,43}의 보고 내용과 유사하다. 치근단사진 흑화도는 요추보다는 대퇴골의 T score (대퇴골의 경부, 대퇴골전자부, Ward angle부위)에 의해 유의한 차이를 보였으며 Panorama mandibular index는 요추나 대퇴골의 T score에 의해서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉 요추보다는 대퇴골의 골밀도와 치조골의 방사선사진흑화도와와의 연관성이 존재하였으나 T군을 대퇴골 경부, 전자부, Ward triangle 부위 등으로 세분한 결과 치조골의 방사선사진흑화도 양상이 크게 영향을 받지 않았다. 이는 이 부위들의 피질골 함량이 서로 다르더라도 서로의 골밀도가 서로 높은 상관관계를 갖고 있기 때문일 것으로 생각되었다.

이러한 결과는 von Wowern⁴⁶는 하악골 밀도가 나이보다

는 전체골격의 골밀도와 연관된다고 보고한 점, Klemetti 등²⁴이 하악골의 높이가 요추보다는 대퇴골 경부와 관련이 깊다고 한 보고내용과 어느 정도 일치하는 점이다. 그러나 Klemetti 등¹²의 하악골의 피질골부위가 골소주부위보다 전반적인 골소실정도와 관련이 있고 대퇴골의 T score가 적을수록 즉 골소실이 많을 수록 PMI가 유의한 차이를 보였다고 연구한 내용, Taguch 등¹¹이 악골의 골밀도는 요추의 골밀도와 관련이 깊다고 한 내용 등과 본 연구의 결과는 상이하게 나타났다.

이상의 연구 결과와 같이 치근단 사진과 파노라마사진을 이용하여 측정한 치조골의 방사선사진흑화도와 하악하연의 피질골 두께가 골다공증과 비교적 밀접한 관련성을 보였지만, 추후 이중방사선흡수계측법(DEXA)을 이용하여 악골밀도를 측정하거나 정량적전산화단층촬영(QCT)를 이용하여 피질골과 수질골 각각의 골밀도 변화를 조사하여, 본 연구결과와 관련시켜 보는 것도 흥미있으리라고 사료되었다.

결 론

본 연구에서는 신체골량이 증가하여 최대치에 도달한다고 생각되는 25-35세 군과, 서서히 골량이 감소되는 36-59세군, 뚜렷한 골소실이 예상되는 60세 이상의 3군으로 연령에 따라 연구대상을 분류한 후 각 군간에 따른 치근단 사진 흑화도차이 및 Panorama mandibular index (피질골 두께) 차이를 분산분석 하였다.

또한 이중에너지방사선흡수계측법(DEXA, Hologic)을 사용하여 얻은 요추의 T score와 대퇴골의 경부(neck), 전자부(trochanter), Ward's triangle의 T score에 따라 정상군(Tn)과 골감소증군(Tpe), 골다공증군(Tpo)으로 연구대상을 분류한 후 각 군간의 치근단사진 흑화도차이와 Panorama mandibular index차이를 분산분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

상악대구치부위는 연령과 대퇴골의 T score변화에 의해 치근단사진 흑화도의 유의한 차이를 보였으며 특히 골다공증이 심한 군(Tpo)과 그렇지 않은 군(Tpe, Tpo)간에 뚜렷한 치근단사진 흑화도 차이를 보였다($P < 0.05$).

하악대구치부위는 대퇴골의 T score 변화에 의해 치근단 사진 흑화도의 유의한 차이를 보였으며 특히 정상골(Tn)과 골다공증이 진행된 그룹(Tpe, Tpo)간에 뚜렷한 치근단 사진 흑화도차이를 보였다($P < 0.05$).

치근단사진 흑화도는 요추보다는 대퇴골의 T score에 대해 더욱 민감하였으나 대퇴골 각 부위간의 차이는 명확하지 않았다.

Panorama mandibular index는 연령차이에 의해 유의한 차이를 보였고($P < 0.05$) 요추나 대퇴골의 T score에 의해서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

참 고 문 헌

1. Urist MR. Osteoporosis. Ann Rev Med 1972; 13: 273.
2. World Health Organization study group. WHO Technical Report Series 843. Assessment of Fracture Risk and its Application to Screening for Postmenopausal Osteoporosis (World Health Organization. Geneva) 1994; 5.
3. Riggs BL, Melton LJ. Evidence for two distinct syndromes of involutional osteoporosis. Am J Med 1983; 75: 899-901.
4. Young EA. Nutrition, aging, and the aged. Med Clin North Am 1983; 67: 295.
5. Horner K, Devlin H, Alsop CW, Hodgkinson IM, Adams JE. Mandibular bone mineral density as a predictor of skeletal osteoporosis. J Radiol 1996; 69: 1019-25.
6. 용석중, 임승길, 허갑범, 박병문, 김남현. 한국인 성인 남녀의 골밀도. 대한의학협회지 1988; 31: 1350-8.
7. Susan MO. Method of determining bone mass. J Bone Min research6 (suppl 2) 1991: 71-6.
8. Kribbs PJ. Comparison of mandibular bone in normal and osteoporotic women. J Prosthet Dent 1990; 218-22.
9. Mohajery M, Brook SL, Detroit, Arbor A, Mich. Oral radiographs in the detection of early signs of osteoporosis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992; 73: 112-7.
10. Lindh C, Nilsson M, Klinge B, Petersson A. Quantitative computed tomography of trabecular bone in the mandible. Dentomaxillofac Radiol 1996; 25: 146-50.
11. Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Ohama K, Wada T. Relationship between the mandibular and lumbar vertebral bone mineral density at different postmenopausal stages. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1995; 80: 612-6.
12. Klemetti E, Kolmakov S, Heiskanen P, Vainio P, Lassila L. Panoramic mandibular index and bone mineral densities in postmenopausal women. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1993; 75: 774-9.
13. Hunziker J, Wronski TJ, Miller SC. Mandibular bone formation rates in aged ovariectomized rats treated with anti-resorptive agents alone and in combination with intermittent parathyroid hormone. J Dent Res 2000; 79: 1431-8.
14. Klemetti E. A review of residual ridge resorption and bone density. J Prosthet Dent 1996; 75: 512-4.
15. Kribbs PJ, Chesnut CH, Ott SM, Kilcoyne RF. Relationships between mandibular and skeletal bone in an osteoporotic population. J Prosthet. Dent 1989; 62: 703-7.
16. Ruttimann UE, Webber RL, Hazelrig JB. Fractal dimension from radiographs of periodontal alveolar bone. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992; 74: 98-110.
17. Hildebolt CF, Pilgram TK, Yokoyama-Crotheres, et al. Alveolar bone height and postcranial bone mineral density: Negative effects of cigarette smoking and parity. J Priondontol 2000; 71: 683-9.
18. Horner K, Devlin H. Clinical bone densitometric study of mandibular atrophy using dental panoramic tomography. J Dent 1992; 20: 33-7.
19. 김재덕. 구리당량 영상작성에 의한 골밀도계측방법의 평가. 대한구강악안면방사선학회지 2000; 30: 101-8.
20. Benson BW, Prihoda TJ, Glass BJ. Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1991; 71: 349-56.
21. von Wowern N, Kollerup G. Symptomatic osteoporosis a risk factor for residual ridge reduction of the jaws. J Prosthet Dent 1992; 67: 656-60.
22. Riggs BL, Wahner HW, Seeman E, et al. Changes in bone mineral

- density of the proximal femur and spine with aging. *J Clin Invest* 1982; 70: 716-23.
23. Crilly RG, Horsman A, Marshall DH, Nordin BEC. Postmenopausal and corticosteroid-induced osteoporosis. *Front Hormone Res* 1978; 5: 53.
 24. Klemetti E, Vainio P. Effect of bone mineral density in skeleton and mandible on extraction of teeth and clinical alveolar height. *J Prosthet Dent* 1993; 70: 21-5.
 25. Taguchi A, Suei Y, Ohtsuka M, Otani K, Tanimoto K, Ohtaki. Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of postmenopausal osteoporosis in women. Width and morphology of inferior cortex of the mandible. *Dentomaxillofac Radiol* 1996; 25: 263-7.
 26. Hirai T, Ishijima T, Hashikawa Y, Yajima T. Osteoporosis and reduction in edentulous patients. *J Prosthet Dent* 1993; 69: 49-56.
 27. Jensen GF, Christiansen C, Boesen J, Hegedus V. Epidemiology of menopausal spinal and long bone fractures: A unifying approach to postmenopausal osteoporosis. *Clin Orthop* 1982; 166: 75.
 28. White MP, Bergfield MA, Murphy WA, Avioli LV, Teitelbaum S. Postmenopausal osteoporosis: A heterogeneous disorder as assessed by histomorphometric analyses of iliac crest bone from untreated patients. *Am J Med* 1982; 72: 193.
 29. Loia JF, Ross P, Vaswani A, Zamgi I, Cohn SH. Rate of bone loss in postmenopausal and osteoporotic women. *Am J Physiol* 1982; 242: 382.
 30. Riggs BL, Wahner HW, Dunn WL, Mazess RB, Offord KP, Melton LJ. Differential changes in bone mineral density of the appendicular and axial skeleton with aging. *J Clin Invest* 1981; 67: 328-35.
 31. Henderson RD. The correlation between dual-energy X-ray absorptiometry measures of bone density in the proximal femur and lumbar spine of children. *Skeletal Radiol* 1997; 26: 544-7.
 32. Mazess RB. Noninvasive methods for quantitating trabecular bone. In: Avioli LV, ed. *The osteoporotic syndrome: detection, prevention, and treatment*. New York: Grune and Stratton. 1983; 85-114.
 33. Gibson JH, Harries M, Mitchell A, Godfrey R, Lunt M, Reeve J. Determinants of bone density and prevalence of osteopenia among female runners in their second to seventh decades of age. *Bone* 2000; 26: 591-8.
 34. Eastell R. Treatment of postmenopausal osteoporosis. *New Engl J Med* 1998; 338: 736-46.
 35. Baylink DJ, Wergedal JE, Yamamoto K, Manzke E. Systemic factors in alveolar bone loss. *J Prosthet Dent* 1974; 31: 486.
 36. Tanaka M, Ejiri S, Kohno S, Ozawa H. Changes of cancellous bone mass in rat mandibular condyle following ovariectomy. *Bone* 1999; 25: 339-47.
 37. Ortman LF, Hausmann E, Dunford RG. Skeletal osteopenia and residual ridge resorption. *J Prosthet Dent* 1989; 61: 321-5.
 38. 양승오, 이명식, 광철은, 등. 양광자 감마선 측정법을 이용한 한국인의 정상 골밀도치. *대한의학협회지* 1989; 32: 634-9.
 39. von Wower N. In vivo measurement of bone mineral content of mandibles by dual-photon absorptiometry. *Scand J Dent Res* 1985; 93: 162-8.
 40. Jonston CC, Jr, Epsteins. Clinical, biochemical, radiographic, epidemiologic and economic features of osteoporosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 12: 1853-5.
 41. Health and Public Policy Committee, American College of Physicians.: Radiological methods to evaluate bone mineral content. *Ann Intern Med* 1984; 100: 908-11.
 42. Kingsmill V, Boyde A. Variation in the apparent density of human mandibular bone with age and dental status. 1998: 233.
 43. Leong IT, Slabbert JCG, Becker PJ. The value of radiographic predictors of the rate of mandibular residual ridge resorption. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 218-22.
 44. Klemetti E, Kolmakov S, Heiskanen P, et al. Panoramic mandibular index and bone mineral densities in postmenopausal women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 75: 774-9.
 45. Uitewaal PJ, Lips P, Netelenbos JC. An analysis of bone structure in patients with hip fracture. *Bone Mine* 1987; 3: 63-73.
 46. von Wower N. In vivo measurement of bone mineral content of mandibular by dual-photon absorptiometry. *Scand J Dent Res* 1985; 93: 162-8.