

## 젊은 성인과 폐경 여성간의 악골 골밀도에 관한 비교 연구

김태성 · 이동근 · 이병도\* · 정선관\*\*

원광대학교 치과대학 구강악안면외과교실, 구강악안면방사선학교실\*,  
원광대학교 의과대학 방사선학교실\*\*

### Abstract

### COMPARISON OF JAW BONE DENSITY IN YOUNG ADULTS AND POSTMENOPAUSAL WOMEN

Tae-Sung Kim, Dong-Keun Lee, Byung-Do Lee\*, Sun-Kwan Jung\*\*

Department of Oral and Maxillofacial, Department of Oral and Maxillofacial Radiology\*,  
College of Dentistry, Wonkwang University,  
Department of Radiology, College of Medicine, Wonkwang University\*\*

**Objectives :** To compare jaw bone density of young adults (control group) and post-menopausal women (experimental group) in periapical and panoramic film.

**Materials and Methods :** The bone mineral density values of lumbar and femur were measured by dual-energy X-ray absorptiometry(DEXA) and T scores of lumbar were obtained. T scores were classified into 3 group ( $T < -2.5$ ,  $-2.5 \leq T < -1$ ,  $-1 \leq T$ ). Radiographic densities of alveolar bones were measured from interdental bones of premolar, molar areas in the maxilla and mandible and expressed into copper step wedge thickness by Scion Image® program. We considered these values of step wedge thickness as bone density of alveolar bone. Panorama mandibular index(PMI) was calculated by the method that the height of the inferior cortex of the mandible was divided by the height from the lower border of the mandible to the superior edge of the mental foramen. Bone density of alveolar bone and PMI were analysed statistically.

**Results :** There were significant differences in bone mineral density of lumbar and femoral neck between control and experimental groups. There were also significant differences in bone density of premolar and molar area of jaw between control and experimental groups by MANOVA test.

When considered lumbar T variables, there was only difference in interdental bone density of maxillary molar area between control and experimental group, but there was interaction. Interdental bone density of experimental group was appeared higher in  $-1 \leq T$  group and lower in  $T < -2.5$  group than control group. There was significant difference in PMI between control and experimental group, but there was also interaction, thus, PMI of experimental group was appeared higher in  $-1 \leq T$  group and lower in  $T < -2.5$  group than control group.

**Conclusion :** There were significant differences of alveolar density and cortical bone thickness between young men and post-menopausal women in periapical and panoramic film. These differences were dependent on lumbar T.

**Key words :** Bone density, PMI, Menopausal, DEXA

### I. 서 론

최근 치과임상에서는 치아가 상실된 부위에 임플란트 매

식을 통한 치아수복이 증가하고 있으며, 치조를 파괴로 인한 자연치 탈락을 예방하기 위하여 여러 가지 치주치료, 치조골의 인위적 재생술 등에 대한 관심이 증가되고 있다.

임플란트 치료가 필요한 연령층은 대개 50~60대 이상으로 젊은 연령층에 비하여 골다공증(osteoporosis)이 전반적으로 진행되어 있는 상태라고 예상할 수 있으며 치조골의 높이가 감소된 경우가 빈번히 관찰되고 있는데 이러한 현상은 임플란트 수술시 예후에 많은 영향을 미칠 수 있다<sup>1)</sup>. 또한 의치를 제작하고자 할 때도 적절한 치조골의 두께 및 높이는 의치의 유지에 중요한 역할을 한다<sup>2,3)</sup>. 최근 연구에 의하면 치조골의 밀도 및 높이는 국소적인 요소 뿐 만 아니라 전신적인 대사질환인 골다공증에 의해서도 많은 영향을 받는다고 알려져 있다<sup>4-7)</sup>.

골다공증은 골 조직의 골량이 감소하여 골의 물리적 힘을 약화시키고 골절의 위험성을 높이는 가장 흔한 골 대사 질환중의 하나이며 WHO 기준<sup>8)</sup>에 의하여 골밀도 검사에서 정상인의 골밀도와 비교하여 T 값이 1.0이상 차이가 나면 골감소증(osteopenia), 2.5이상 차이가 날 때 골다공증으로 정의한다. 이와 같은 골밀도 감소는 여러 가지 원인에 의하여 발생 가능하지만 특히 폐경기 이후, 난소 및 자궁 적출술 후의 여성에서 급속하게 진행이 되는 것으로 알려져 있다<sup>9-11)</sup>. 대개는 중수골, 중족골, 요골, 척골, 상완골, 대퇴골, 척추 등에서 골 소실 소견이 관찰이 되며 악골이 영향을 받게 되면 과도한 치조제 흡수, 치아 상실, 치주 질환 증발, 골절 등이 보인다. 그 동안 골다공증과 악골 골밀도와의 상호 연관성에 대해서는 많은 연구가 진행되었다<sup>1-3,5-8,10-24)</sup>.

Kribbs 등<sup>5)</sup>은 골다공증에 이환된 사람에서 하악골 밀도가 감소되고 피질골판이 비박되어 나타난다고 보고하였으며 Klemetti<sup>15)</sup>는 골다공증이 치조골 흡수 과정에 깊이 관여한다고 하였다. Klemetti 등<sup>14)</sup>은 이중 에너지 방사선 흡수 계측법(dual energy X-ray absorptiometry, DEXA)을 이용하여 요추와 대퇴골의 밀도를 측정하였으며 Henrikson<sup>25)</sup>, Hansmann 등<sup>26)</sup>은 <sup>125</sup>I 흡수 계측법을 이용하여 악골의 골밀도를 측정하였다. Benson 등<sup>27)</sup>은 Panorama mandibular index(PMI)을 이용한 피질골 변화에 대하여 인종별, 성별, 연령별로 비교 연구한 바 있다. Hirai 등<sup>3)</sup>은 척추의 정면과 측면 방사선 사진을 이용하여 하악 잔존골의 높이와 골다공증과의 관계를 조사하였는데 척추 골다공증이 심한 경우 치조제 흡수가 가속화 될 수 있음을 보고하였다.

골다공증의 진단을 위하여 여러 가지 방법이 이용되고 있다. 이중 에너지 방사선 흡수계측법으로 요추와 대퇴골 부위의 골밀도 측정을 시행하는 것이 일반적이며 악골부위는 이중 에너지 방사선 흡수 계측법으로 촬영이 어려워 거의 이용되지 않고 정량 전산화 단층 촬영술(Quantitative computed tomography, QCT)을 이용할 수 있으나<sup>1,10-12,28)</sup> 한정된 장비로 인하여 이용빈도가 매우 적은 실정이다.

치과에서 일반적으로 촬영하는 치근단 사진 혹은 파노라마 사진의 흡화도 정도는 골밀도의 표현으로 광학 농도계

(photodensitometer)를 이용하여 어느 정도는 골밀도의 예측이 가능하다. 그러나 이러한 방법을 통하여 방사선 사진 흡화도를 측정하는 경우 번거롭고 정밀성이 떨어진다. 최근 컴퓨터 소프트웨어 기술의 발전으로 인하여 방사선 사진의 흡화도를 디지털화하여 표현이 가능한 Scion Image® 프로그램이 있다. 이 프로그램을 사용하면 우리가 측정하고자 하는 관심 영역을 알맞은 크기와 모양으로 설정이 가능하고, 이 관심 영역의 흡화도는 악골과 동시에 촬영된 참조체(stepwedge)의 두께로 자동 변환된다. 또한 참조체를 이용하므로써 관전류, 관전압, 노출 시간 등의 노출 조건이나 현상 조건의 변화에 관계없이 방사선사진 흡화도를 참조체의 두께로 표현할 수 있으며 이로 인하여 방사선사진의 흡화도를 간접 비교하는 것이 가능해졌다<sup>29)</sup>.

본 연구에서 저자는 치과 방사선사진으로 다른 검사법에 비하여 비교적 쉽게 악골이 골다공증에 이환되었는지를 치조골의 흡화도의 증가와 피질골의 비박을 객관화하면 진단이 가능하다고 생각하였다. 이를 연구하기 위하여 20~30 대의 젊은 성인과 폐경 여성을 대상으로 요추와 대퇴골 부위의 골밀도를 측정하여 골다공증 여부를 판단하고 악골 부위는 파노라마 사진과 치근단 사진을 통한 악골의 피질골 두께 및 치조골의 골밀도를 측정하고 분석하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

- 1) 본 실험을 위하여 폐경 여성 34명을 실험군으로 하고, 20, 30대의 정상 성인 34명을 대조군으로 하였다.
- 2) 실험군은 현증이나 과거력에 골밀도에 영향을 줄 수 있는 전신질환(갑상선 질환, 부갑상선 질환, 만성 간질환, 신장 질환 등)이나 투약(스테로이드 등)의 경험이 없으며 골다공증에 대한 치료력도 없는 경우로 제한하였다.

### 2. 연구 방법

- 1) 모든 실험대상자의 요추(L1~L4)부위와 대퇴골 경부의 골밀도(g/cm<sup>2</sup>)는 이중 에너지 방사선 흡수 계측법(DEXA, Hologic, USA)을 이용하여 측정하였다. 측정 오차를 줄이기 위하여 한사람의 방사선 기사가 모든 측정과 자료 수집을 하였다. 얻어진 자료 중 정상 성인의 골밀도와의 표준편차(T score)를 이용하여 세균(T<-2.5, -2.5≤T<-1, -1≤T)으로 구분하여 분석하였다.
- 2) 치과용 치근단 필름(Kodak Ektaspeed E group, USA)을 이용하여 상악과 하악의 우측 소구치와 대구

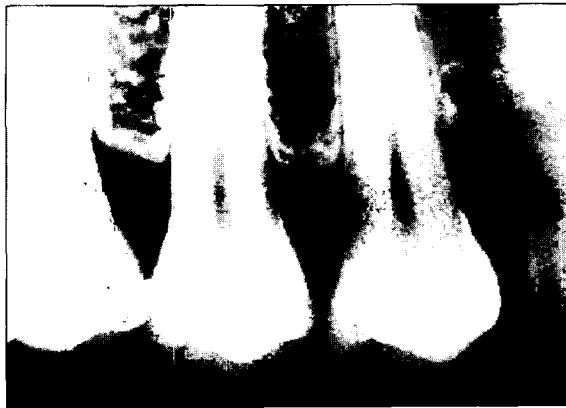


Fig. 1. Periapical view with copper stepwedge(lower).

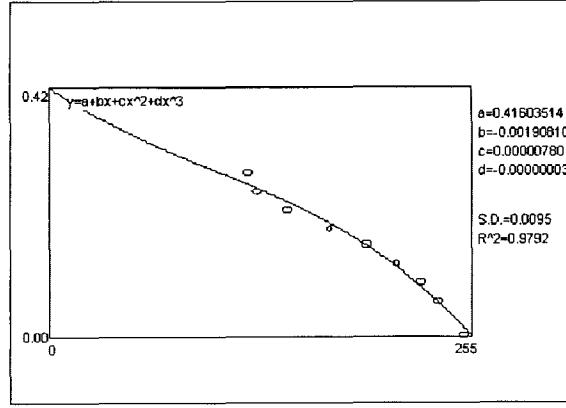


Fig. 2. A example of modulated equation of radiographic density of alveolar bone into copper stepwedge.

치 부위를 일정한 노출 조건(60kvp, 8mA, 0.5sec)으로 촬영하고 일정한 현상 조건에서 현상하였다. 독자적으로 제작한 0.06mm~0.27mm까지 9계단(0.03mm씩 증가) 모양의 구리 참조체(copper step-wedge)를 치아와 겹치지 않도록 필름 부위에 부착하고 방사선 사진 촬영을 하였다(Fig. 1).

- 3) 현상된 사진을 스캐너(Nikon, CoolscanII, Tokyo, Japan)로 스캐닝하고 Adobe photoshop®(ver 5.0, San Jose, CA, USA)으로 편집한 후 얻어진 디지털 이미지를 컴퓨터에 저장하였다.
- 4) 저장된 X선 image를 Scion Image®(Beta 4.02 Win, Scion Corporation, ML, USA)를 이용하여 상악과 하악 제1소구치와 제2소구치 치근 사이의 치조골 부위와 제1대구치와 제2대구치 치근 사이의 치조골 부위를 관심 영역으로 설정하여 계조도(방사선 사진 흑화도)를 측정하였다. 이때 관심 영역은 치조백선, 치조능, 치근 등과 중복되지 않게 적당한 크기의 사각형으로 설정하였다. 만약 치아가 소실되어 있는 경우는, 소실된 부위와 비슷한 부위의 악골을 추정하여 방사선 사진 흑화도 측정을 하였다. 관심 영역의 방사선 사진 흑화도는 Scion Image®내의 변환 관계식에 의하여(Fig. 2) 등 가치(구리 참조체의 두께)로 환산되었으며 이 수치를 치조골 골밀도로 생각하였다. 구리 등가치는 2번 반복 측정하여 평균치를 구하였다.
- 5) 대조군과 실험군의 요추와 대퇴골 경부의 골밀도를 원배치법의 분산분석법(2-way ANOVA)을 이용하여 분석하였다.
- 6) 대조군과 실험군의 상악 소구치와 대구치, 하악 소구치와 대구치부위의 치간 골밀도차이를 T 검증으로 분석하였다.
- 7) 대조군과 실험군을 요추의 T 값이 -2.5 미만 (골다공증), -2.5 이상에서 -1.0 미만 (골감소증), -1.0 이상

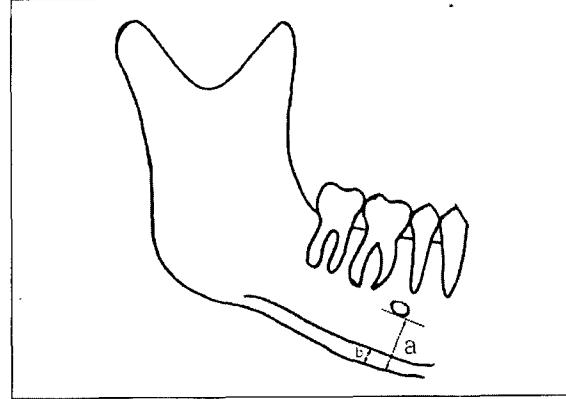


Fig. 3. Panorama mandibular index : PMI is the ratio of the thickness of inferior cortex to the distance from inferior edge of mental foramen to cortex(b/a).

(정상)인 군으로 분류한 후 상악 소구치, 하악 소구치, 상악 대구치, 하악대구치 부위의 골밀도 차이를 분산 분석하였다.

- 8) 대조군과 실험군을 요추의 T 값에 따라 세군으로 분류한 후 대조군과 실험군간에 PMI (panorama mandibular index) 차이를 분산 분석하였다. 이 때 이용된 파노라마 기계는 PM 2002 CC proline (Planmeca, Finland) 이었으며 PMI는 이공 부위의 하악 하연 두께를 하악 하연에서 이공의 하연까지의 거리로 나눈 수치로 하였다(Fig. 3).

### III. 연구성적

- 1) 대조군과 실험군의 요추와 대퇴골간 골밀도 차이가 있는지를 분석한 결과 군간에 골밀도 차이가 있었으며 요추와 대퇴골간에도 골밀도 차이가 있었다(Table 1)(p<0.001).

**Table 1.** Bone Mineral Density of Lumbar and Femoral Neck

	Control(n=34)	Experimental(n=34)	p
	M±SD	M±SD	
Lumbar	0.99±0.12	0.85±0.15	***
Femur	0.86±0.17	0.69±0.13	***
p	***	***	

n : number, M : mean SD : standard deviation

\*\*\* : p&lt;0.001

**Table 3.** Bone Density of Interdental Bones According to Lumbar T(Two-way ANOVA)

Area	T	Control(M±SD)	Experimental(M±SD)	p
#14-#15	3	0.15±0.05	0.16±0.06	NS
	2	0.15±0.03	0.13±0.05	
	1	0.18±0.02	0.11±0.04	
#16-#17	3	0.20±0.07	0.22±0.07	**
	2	0.23±0.03	0.16±0.05	
	1	0.26±0.04	0.14±0.06	
#44-#45	3	0.17±0.04	0.16±0.03	NS
	2	0.18±0.05	0.15±0.04	
	1	0.15±0.03	0.15±0.03	
#46-#47	3	0.19±0.04	0.19±0.04	NS
	2	0.19±0.02	0.16±0.03	
	1	0.16±0.09	0.17±0.05	

M : mean SD : standard deviation

T 1 : T&lt;-2.5, T 2 : -2.5≤T&lt;-1, T 3 : -1≤T

Number (control, experimental) : T 1(2,12), T 2(10,12), T 3(22,10)

\*\* : p&lt;0.01, NS : no significant

**Table 4.** PMI between Group and Lumbar T

T	Control(M±SD)	Experimental*(M±SD)	p
1	0.39±0.12	0.32±0.07	
2	0.269±0.05	0.28±0.05	*
3	0.27±0.05	0.36±0.11	
p	NS	NS	

M : mean SD : standard deviation

T 1 : T&lt;-2.5, T 2 : -2.5≤T&lt;-1, T 3 : -1≤T

Number (control, experimental) : T 1(2,12), T 2(10,12), T 3(22,10)

\* : p&lt;0.05, NS : no significant

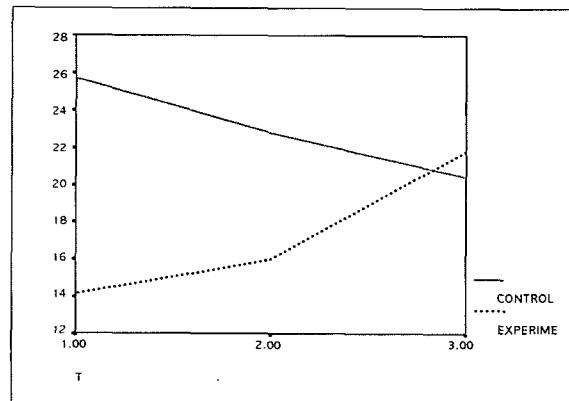
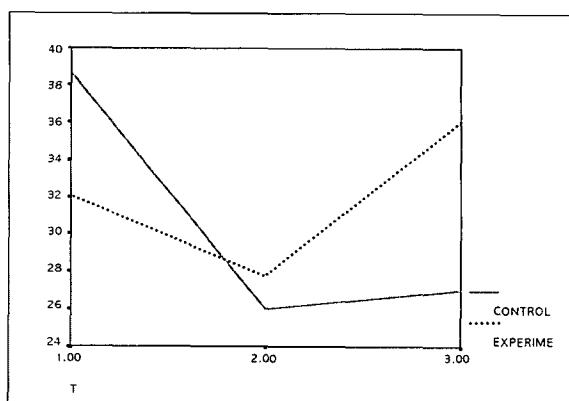
- 2) 상악과 하악 소구치와 대구치 부위의 치간골 골밀도를 대조군과 실험군간에 비교한 결과 상악 대구치, 하악 소구치, 하악 대구치 부위등이 유의한 차이가 있었으며 다변량 이원배치법으로 전체적인 대조군과 실험군간의 치간골 골밀도를 분석한 결과 차이가 있었다(p<0.05)(Table 2).
- 3) 요추의 T 값에 따라 T<-2.5(1군), -2.5≤T<-1(2군),

**Table 2.** Bone Density Difference of Interdental Bones Between Control(n=34) and Experimental(n=34) Group(MANOVA)

	Control(M±SD)	Experimental(M±SD)	p
#14-#15	0.15±0.04	0.13±0.05	NS
#16-#17	0.21±0.06	0.17±0.07	**
#44-#45	0.17±0.04	0.14±0.04	*
#46-#47	0.19±0.04	0.17±0.04	*
Total	0.18±0.04	0.15±0.05	*

M : mean SD : standard deviation

\* : p&lt;0.05, \*\* : p&lt;0.01, NS : no significant

**Fig. 4.** Plot of Bone Density Between Group and Lumbar T in Maxillary Molar Area. Showing the Interaction Between T 2 and T 3.**Fig. 5.** Plot of PMI between group and lumbar T. Showing the Interaction Between T 1 and T 2.

-1≤T(3군)으로 분류한 다음 대조군과 실험군간에 골밀도를 분산 분석한 결과 대조군에서 T 값이 -2.5 미만인 1군에 해당하는 사람이 2명으로 매우 적었으며 상악 대구치 부위에서 유의한 차이를 보였다(p<0.01)

(Table 3). 상악 대구치 부위에서 요추의 T 값에 따른 요인과 대조군과 실험군사이에서 대조군에서는 T 값이 증가함에 골밀도가 감소하였으나 실험군에서는 T 값이 증가함에 골밀도가 증가하는 교호작용(interaction)이 있었다. 또한 T 값이 감소함에 따라 대조군과 실험군간에 골밀도 차이가 있었다(Fig. 4).

- 4) 대조군과 실험군을 요추의 T 값에 따라 분류한 다음 PMI를 분산 분석한 결과 유의한 차이가 있었다. 대조군에서는 T 값이 증가함에 따라 PMI가 감소하다가 약간 증가하였으며 실험군에서는 T 값이 증가함에 따라 PMI가 감소하다가 증가하여 교호작용을 보이며 T 2 군인 경우에는 대조군과 실험군의 PMI가 유사하였다 (Table 4)(Fig. 5).

#### IV. 총괄 및 고찰

골다공증은 골 형성의 감소 및 골 흡수의 증가로 골량이 전반적인 감소를 일으키는 질환으로써 피질골이 얇아지고 골소주의 수량과 크기가 감소되어 골의 약화를 일으킨다. 인간의 신체 골조직은 약 30대 중반까지 골 밀도가 계속 증가하다가<sup>30)</sup> 그 후에는 감소되는데 폐경 여성의 경우 현저한 골 소실이 있다고 알려져 있다<sup>31)</sup>. 중년이나 노년 여성에서 골 밀도가 감소되는 가장 흔한 원인은 폐경 후의 난소 기능 감소와 에스트로겐 분비 감소이며 이로 인하여 골 형성과 골 흡수의 균형이 깨지면서 급격히 골량이 줄어든다고 알려져 있다. Hunziker 등<sup>9)</sup>은 난소를 절제한 쥐에서 골다공증이 유발되었으며 에스트로겐 분비 부족과 악골 밀도의 감소가 연관성이 있다고 하였다.

골다공증의 원인으로는 골 성숙기에 불충분한 최대골량 (peak bone mass), 연령 증가에 따른 골량 감소, 개인의 운동량, 생활 습관, 인종간의 차이 및 환경적 영향이 있을 수 있으며 특히 연령이 증가함에 따라 육체적 운동량 감소, 음식물 섭취량 감소, 에스트로겐 분비감소(post-menopausal osteoporosis)등 다양한 요소가 복합되어 골다공증이 빈발한다<sup>32-33,35)</sup>. Riggs 등<sup>32,36)</sup>은 골다공증을 제1, 2형과 특발성으로 분류하였으며 제1형인 폐경 후 골다공증은 특히 소주골의 감소로 척추골의 압박 골절이 특징으로 나타나며 노인성 골다공증인 제2형은 주로 70세 이상의 남녀에서 볼 수 있어 피질골과 소주골이 감소되고 대퇴골 경부 골절과 전자부 골절이 호발된다고 하였다. 특발성 다공증은 여러 악물에 의하여 발생된다고 하였는데, 특히 우리나라에서는 신경통약으로 통하는 스테로이드 등에 의하여 유발되는 경향이 있다. Mazess 등<sup>37)</sup>은 폐경 전이라도 골 밀도의 감소가 발생되며 연령이 증가함에 따라 골 조직내에 지방 조직이 증가하고 조혈계통의 조직은 감소하기 때문에 골 강도나 방사선 흡수 양상이 상이하게 표현된다고 하였

다. 그 외에 Gibson 등<sup>19,38-40)</sup>은 골다공증의 원인 인자로써 흡연, 알코올, 운동량, 체중 등을 보고하였고 악골 조직의 흡수는 이러한 골다공증 원인 요소의 작용과 더불어 부갑상선 기능 항진증, 식이 습관, 호르몬 불균형, 특히 구강의 국소적 인자 등 여러 가지 요인들이 상호 보완적으로 잔존 치조제의 흡수에 관여한다고 한다<sup>15,19)</sup>.

이러한 골다공증을 조기에 발견하고 예방하기 위하여서는 방사선학적으로 골 밀도 측정을 시행하는 것이 중요하며, 여러 가지 골 밀도 측정법이 응용되고 있다. 골 밀도 측정법으로는 현재 광학 농도계법(Photodensitometry), 단일 광자 감마선 측정법(Single photon absorptiometry, SPA), 양 광자 감마선 측정법(Dual photon absorptometry, DPA), 이중 방사선 흡수 계측법(Dual energy X-ray absorptiometry, DEXA), 정량적 전산화 단층 촬영(Quantitative computed tomography, QCT), 정량적 초음파법(Quantitative ultrasonography, QUS) 등 다양한 방법이 있다.

단일 광자 감마선 측정법은 Iodine-125를 에너지원으로 사용하여 방출된 단일 에너지 광자(monoenergetic photon)를 이용하여 주로 요골의 골 무기질을 측정하는 방법이다<sup>41-42)</sup>. 양 광자 감마선 측정법은 두개의 다른 에너지를 가진 광자를 방출하는 방사선 동위원소체인 가도리니움(gadolinium)을 이용하여 광자 흡수 측정시 연조직의 영향을 제거하고, 요추부, 대퇴골 및 전체 골 무기질을 측정하는데 이용한다. 양 광자 감마선 측정법으로 측정한 골 밀도는 요골에서 단일 광자 감마선 측정법보다 정확하며, 재현성이 높고, 동일 연령의 여성에서 골다공증 환자를 용이하게 구별해 볼 수 있다<sup>43)</sup>. 정량적 전산화 단층 촬영법은 무기질 참고 기준(mineral reference standard)으로 아인산칼륨( $K_2HPO_4$ ) 용액을 이용하여 요골과 척추의 골 무기질 양을 측정하는 방법이며 특히 악골을 평가할 때 피질골과 수질골을 분리하여 골 밀도를 평가할 수 있는 장점이 있다<sup>1,7,10,43)</sup>. 근래에 많이 이용되는 이중 에너지 방사선 흡수 계측법은 방사선 동위원소체 대신 두개의 다른 에너지를 가진 방사선을 이용하는 방법으로 적은 방사선 조사량, 정확성, 편이성 등의 장점이 있으며 골다공증이 진행되는 경우에 거의 대퇴골 상부와 척추에 많이 나타나기 때문에<sup>12)</sup> 본 실험에서도 이중 에너지 방사선 흡수 계측법을 이용하여 젊은 성인과 폐경 여성을 대상으로 요추와 대퇴골 경부의 골 밀도를 측정하였다. 그 결과 대조군의 요추와 실험군의 요추의 골 밀도, 대조군의 대퇴골과 실험군의 대퇴골의 골 밀도가 유의한 차이를 보였으며 요추와 대퇴골간에도 골 밀도 차이가 있었다. 요추와 대퇴골간의 차이는 요추와 대퇴골의 피질골 함량의 차이로 본다는 보고<sup>44)</sup>와 일치하였다.

다양한 원인에 의하여 골다공증이 발생하며 악골에도 골 소실이 발생할 수 있다는 점에 대하여 선학들의 연구가 많

았다. 골다공증과 악골 밀도와의 연구는 Kribbs 등<sup>7,24,45)</sup>이 잔존 치조골의 높이가 낮아진다고 하였으며 Hirai 등<sup>3,17)</sup>은 골다공증이 심해지면 파질골판의 비박이 심해지는 것을 보고하였다. 또한 전신적인 골다공증과 악골 밀도와의 연관성<sup>46)</sup>, 치주질환<sup>11)</sup>과의 관계 등에 관한 보고도 있다. Hunziker 등<sup>9)</sup>은 에스트로겐 분비가 부족하면 전신적인 골다공증과 함께 악골 밀도도 감소되어 나타난다고 하였다.

악골의 골밀도 측정 방법으로는 Kribbs 등<sup>5)</sup>이 미세 농도법(microdensitometer)으로, Lindh<sup>11</sup>, Taguchi<sup>6</sup>, Klemetti 등<sup>14)</sup>은 정량적 전산화 단층 촬영법으로, Horner 등<sup>12)</sup>은 이중 에너지 방사선 흡수 계측법으로, Mohajery 등<sup>13)</sup>은 광학 농도 측정법으로 악골 밀도를 측정한 바 있다. 이와 같이 악골 밀도를 측정하기 위하여 여러 가지 측정법이 사용되고 있으나 대중화되지 못한 상태이며 특히 요추, 대퇴골 밀도 측정에 이용되는 이중 에너지 방사선 흡수 계측법은 악골 부위 촬영시 위치 고정 등의 어려움, 고가의 촬영비 때문에 거의 이용되지 않고 있는 실정이다. 위의 방법 중 손쉽게 이용될 수 있는 방사선 흡화도 측정법인 광학 농도 측정법은 평면 방사선 사진에서 골에 의한 X선 광자 감쇠(attenuation)를 지표로 골 무기질의 영상을 나타내는 방법인데 관심 영역의 설정과 측정에 오차가 생길 수 있으므로 정확한 방법이라고는 할 수 없다. 이에 따라 본 실험에서는 구리 참조체를 포함한 치근단 사진을 디지털화 한 다음 Scion Image<sup>®</sup>를 이용하여 구리 두께의 등가치로 표현하는 방법을 사용하였다. 즉 참조체를 동시에 촬영함으로써 관전류, 관전압, 노출시간의 노출조건이나 현상 조건 변화에 관계없이 항상 일정한 조건으로 방사선 사진 흡화도의 변화를 기록하고 구리 등가치로의 변환이 매우 정확하게 이루어졌다.

하악 하연 부위는 피질골 상태를 대변하며 파노라마 사진으로 간단히 두께를 계측할 수 있다. 그러나 촬영시의 부적절한 환자 위치 등으로 인하여 계측오차의 발생이 가능하다<sup>47)</sup>. 따라서 Benson 등<sup>27)</sup>은 하악골의 기저부가 치조골 부위에 비하여 높이 변화가 적은 경향이 있다는 점에 착안하여 하악 하연의 두께를 Panorama mandibular index(PMI)로 표현하였다. 본 연구에서도 이 방법을 이용하여 피질골의 상태를 평가하였다.

악골의 변화는 다른 부위 골격계의 변화와 밀접한 관계가 있다. 따라서 치과 방사선사진으로 골다공 정도를 표현할 수 있다면 비교적 쉽게 골다공증에 이환되어 있는지를 추정 할 수 있다. 이에 저자는 이중 에너지 방사선 흡수 계측법을 이용하여 요추와 대퇴골의 골 밀도 측정과 T 수치를 구하였으며, 악골 부위는 파노라마 사진과 치근단 사진을 Scion Image를 이용하여 피질골 두께와 치과 방사선 사진 농도의 변화를 측정하여 악골 밀도를 비교함으로써 골다공증이 파노라마 X선 사진과 치근단 사진에서 표현될 수 있는지의 여

부를 알아보기 위하여 본 연구를 시행하게 되었다.

연령 증가에 따른 악골 밀도의 변화를 알아보기 위하여 젊은 성인(대조군)과 폐경 여성(실험군)에서 상악 소구치, 하악 소구치, 상악 대구치, 하악 대구치 부위의 골 밀도를 비교한 결과 상악 소구치 부위를 제외한 다른 부위의 골 밀도가 대조군과 실험군에 차이가 있었으며 다변량 이원 분산 분석법을 이용하여 상악 소구치, 하악 소구치, 상악 대구치, 하악 대구치 모두를 합한 평균치를 비교한 결과 젊은 성인과 폐경 여성간에 골 밀도 차이가 있었다. 물론 방사선 사진의 흡화도를 참조체인 구리 두께로 표현하는 방법을 이용하였고 요추나 대퇴골에서와 같이 단위 면적당의 골량을 표현하는 것은 아니기 때문에 악골 부위를 이중 에너지 방사선 흡수 계측법으로 촬영한 방법과는 차이가 있을 수 있으나 임상적으로 방사선 사진의 흡화도를 가지고 악골 골밀도 변화를 유추하는 경우가 대부분이기 때문에 이 방법도 의의가 있다고 생각한다. 본 실험의 결과는 위에서 언급한 선학들의 연구결과와 같이 연령 증가에 따라 악골 밀도가 감소되고 이러한 사실은 치근단 사진에서 표현될 수 있다는 점을 시사한다<sup>1-3,5-8,10-24)</sup>.

Arnold 등<sup>48)</sup>은 요추가 수질골과 골 소실 초기상태를 대변한다고 하였고 Hildebolt 등<sup>38)</sup>, Hirai 등<sup>3)</sup>은 척추 방사선 사진과 치조골 소실 양상에 대하여 연구하였으며 Taguchi 등<sup>6)</sup>은 폐경기 여성에서 악골 골 밀도가 요추 골 밀도와 관련이 깊다고 하였다. 이에 따라 저자는 대조군과 실험군을 요추의 T 값이 -2.5 미만 (골다공증), -2.5 이상에서 -1.0 미만 (골감소증), -1.0 이상(정상)인 군으로 분류한 후 상악 소구치, 하악 소구치, 상악 대구치, 하악 대구치 부위의 골 밀도를 분산 분석하였으며 이 때 T 값은 일반적인 젊은 건강 성인의 골 밀도와 비교하여 표현되는 표준편차를 나타낸다. 이 결과 상악 대구치 부위만이 대조군과 실험군간에 차이가 있었고 요추의 T 값에 따른 요인과 대조군과 실험군으로 분류한 군간에는 교호작용이 있었으며 대조군과 실험군간의 치조골 밀도 차이는 요추의 T 값이 중요한 역할을 하고 있었다는 것을 알 수 있었다. 즉 대조군에서는 T 값이 증가함에 골 밀도가 감소하였으나 실험군에서는 T 값이 증가함에 골 밀도가 증가하였다. 이러한 사실은 폐경 여성의 상악 대구치부위 악골 밀도가 젊은 성인의 것 보다 낮았으나 T 값이 증가된 정상군에서는 오히려 폐경 여성의 치조골 밀도가 젊은 성인의 것보다 높아졌음을 의미한다. 한편 대조군에서 T 값이 -2.5미만인 1군에 해당하는 사람이 2명으로 매우 적었기 때문에 추후 젊은 성인의 요추 T 값이 -2.5미만인 사람을 많이 선택하여 연구를 해보는 것이 바람직하다고 생각하며 상악 대구치부위가 요추의 T 값 변화에 보다 민감하게 반응한 것은 하악골에 비하여 상악골이 상대적으로 수질골 부위가 많으며 수질골이 혈액 공급이 풍부하기 때문에 골다공증에 더욱 민감하다는 보고<sup>49,50)</sup>와 연관성이 있다고

생각이 된다.

골다공증이 진행될 때의 피질골 부위의 변화 여부를 관찰하기 위하여 하악 하연의 두께 변화도 관찰하였다. 파노라마 사진에서 하악 하연 부위는 다른 해부학적 구조물과의 중첩이 없이 피질골의 두께를 대변하는 곳이다. 단순히 이 부위의 두께를 측정하는 것보다는 이공까지의 거리에 대한 하악 하연의 두께 비율을 이용하는 것이 보다 객관적인 방법이다<sup>14,27,47)</sup>. 하악 대구치 부위보다는 이공 부위를 선택한 이유는 하악 대구치 부위는 하연에 저작근이 부착하는 부위로서 교합력 등에 의하여서 골 밀도가 영향을 받을 것으로 생각되었기 때문이다. 요추의 T 값에 따라 PMI를 분산 분석한 결과 대조군과 실험군사이에 유의한 차이가 있었으며 교호작용이 있었다. 대조군에서는 T 값이 증가함에 따라 PMI가 감소하다가 약간 증가하였으며 실험군에서는 T 값이 증가함에 따라 PMI가 감소하다가 증가하였고 T 2군인 경우에는 대조군과 실험군의 PMI가 유사하였다. 요추의 골다공증이 심한 T 1군인 경우에는 젊은 성인의 PMI가 폐경 여성의 것보다 높았으나 요추의 골 밀도가 높아진 T 3군인 경우에는 젊은 성인의 PMI가 폐경 여성의 것보다 오히려 낮게 나타났다. 즉 대조군과 실험군의 PMI차이는 역시 요추의 T 값에 의하여 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

본 연구의 결과 대조군과 실험군에 치조골 밀도 차이가 존재하였으며 특히 상악 대구치 부위를 대상으로 연령과 요추의 T값에 의한 치조골 밀도를 분석한 결과 실험군의 경우 요추의 T값이 증가함에 따라 악골 밀도도 증가하여 T 3군에서는 대조군에 비하여 악골 밀도가 높게 나타났으며 이로 인하여 골다공증이 진행되지 않은 고령환자의 경우 악골 밀도는 감소되지 않는 점을 시사한다고 생각한다. 그리고 PMI도 대조군과 실험군간에 차이가 있었으나 악골 밀도에서와 같이 요추의 T값에 의하여 영향을 받고 있음을 알 수 있었으며 이에 대한 연구를 더욱 진행하기 위하여서는 보다 많은 수의 골다공증이 심한(요추 T 값이 -2.5 미만) 젊은 성인과 폐경 여성을 대상으로 추후 연구해 보는 것이 바람직하다고 생각한다.

## V. 결 론

본 연구에서는 20~30대의 젊은 성인을 대조군으로, 폐경 여성들을 실험군으로 하여 요추와 대퇴골 경부의 골 밀도를 이중 방사선 흡수 계측법으로 측정하고 요추의 T 값을 구하였다. 상악과 하악의 소구치와 대구치 치조골 밀도는 참조체를 부착한 치근단 사진으로, 하악골 피질골 두께는 PMI로 표현하여 악골 밀도를 비교함으로써, 골다공증이 치과에서 가장 많이 이용되는 방사선사진인 파노라마 X선 사진과 치근단 사진에서 표현될 수 있는지의 여부를 알아보기 위하여 본 연구를 시행하게 되었으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 대조군과 실험군의 요추와 대퇴골의 골 밀도는 각각 유의한 차이를 보였으며 요추와 대퇴골 경부의 골 밀도에도 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ).
2. 다변량 이원 배치법으로 상, 하악 소구치와 대구치 부위의 치조골 골 밀도를 분석한 결과 대조군과 실험군에서 유의한 차이를 보였다( $P<0.05$ ).
3. T 값에 따른 치조골 밀도를 분산 분석한 결과 상악 대구치 부위만이 유의한 차이를 보였으나 실험군과 대조군 사이에 교호작용이 존재하였다. 실험군의 경우 요추의 T 값이 증가함에 따라 치조골 밀도가 증가하여 T 값이 -1 이상인 군에서는 대조군에 비하여 높게 나타났다.
4. 실험군과 대조군의 PMI는 유의한 차이를 보였으며 T 값에 따라서는 교호작용을 보였다. 즉 T 값이 -2.5 미만인 경우에는 대조군의 PMI가, T 값이 -1 이상인 경우에는 실험군의 PMI가 높게 나타났다.

## 참고문헌

1. Lindh C, Nilsson M, Klinge B, Petersson A : Quantitative computed tomography of trabecular bone in the mandible. Dentomaxillofac Radiol 25:146-150, 1966.
2. Klemetti E, Vainio P : Effect of bone mineral density in skeleton and mandible on extraction of teeth and clinical alveolar height. J Prosthet Dent 70:21-25, 1993.
3. Hirai T, Ishijima T, Hashikawa Y, Yajima T : Osteoporosis and reduction in edentulous patients. J Prosthet Dent 69:49-56, 1993.
4. Urist MR : Osteoporosis. Ann Rev Med 13:273-281, 1972.
5. Kribbs PJ : Comparison of mandibular bone in normal and osteoporotic women. J Prosthet Dent 63:218-222, 1990.
6. 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 80:612-616, 1995.
7. Kribbs PJ, Chesnut CH, Ott SM, Kilcoyne RF : Relationships between mandibular and skeletal bone in an osteoporotic population. J Prosthet Dent 62:703-707, 1989.
8. 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, pp 5.
9. 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 79:1431-1438, 2000.
10. Jensen GF, Christiansen C, Boesen J, Hegedus V : Epidemiology of menopausal spinal and long bone fractures: A unifying approach to postmenopausal osteoporosis. Clin Orthop 166:75-82, 1982.
11. White MP, Bergfeld 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 72:193-197, 1982.
12. Horner K, Devlin H, Alsop CW, Hodgkinson IM, Adams JE : Mandibular bone mineral density as a predictor of skeletal osteoporosis. J Radiol 69:1019-1025, 1996.

13. Mohajery M, Brook SL : Oral radiographs in the detection of early signs of osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 73:112-117, 1992.
14. 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* 75:774-779, 1993.
15. Klemetti E : A review of residual ridge resorption and bone density. *J Prosthet Dent* 75:512-514, 1996.
16. Horner K, Devlin H : Clinical bone densitometric study of mandibular atrophy using dental panoramic tomography. *J Dent* 20:33-37, 1992.
17. Von Wowern N, Kollerup G : Symptomatic osteoporosis a risk factor for residual ridge reduction of the jaws. *J Prosthet Dent* 67:656-660, 1992.
18. 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* 25:263-267, 1996.
19. Baylink DJ, Wergedal JE, Yamamoto K, Manzke E : Systemic factors in alveolar bone loss. *J Prosthet Dent* 31:486-491, 1974.
20. Tanaka M, Ejiri S, Kohno S, Ozawa H : Changes of cancellous bone mass in rat mandibular condyle following ovariectomy. *Bone* 25:339-347, 1999.
21. Ortman LF, Hausmann E, Dunford RG : Skeletal osteopenia and residual ridge resorption. *J Prosthet Dent* 61:321-325, 1989.
22. 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* 75:774-779, 1993.
23. Kingsmill V, Boyde A : Variation in the apparent density of human mandibular bone with age and dental status. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 83:233-237, 1998.
24. Uitewaal PJ, Lips P, Netelenbos JC : An analysis of bone structure in patients with hip fracture. *Bone Miner* 3:63-73, 1987.
25. Henrikson CO : Alveolar bone mass using  $^{125}\text{I}$  absorptiometry. *J Periodontol* 50:187-192, 1979.
26. Ernest H, Lance FO, Kenneth M, and John F : Relationship between Alveolar bone measured by  $^{125}\text{I}$  absorptometry with analysis of standardized radiographs : Magiscan J Periodontol 53:28-35, 1982.
27. 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* 71:349-356, 1991.
28. 용석중, 임승길, 허갑범, 박병문, 김남현 : 한국인 성인 남녀의 골밀도. *대한의학협회지* 31:1350-1358, 1988.
29. 김재덕, 구리 당량 영상작성에 의한 골 밀도 계측방법의 평가. *대한구강악안면방사선학회지* 30: 134-142, 2000.
30. Goldsmith NF, Johnson JO, Picetti G, Garcia C : Bone mineral in the Radius and Vertebral Osteoporosis in an Insured Population. *J Bone Joint Surg* 55A:1276-1280, 1973.
31. Krolner B, Nielson PS : Bone Mineral Content of the Lumbar Spine in Normal and Osteoporotic Women: Cross-sectional and Longitudinal Studies. *Clin Sci* 62: 329-336, 1982.
32. Riggs BL, Melton LJ : Evidence for two distinct syndromes of involutional osteoporosis. *Am J Med* 75:899-901, 1983.
33. Young EA : Nutrition, aging, and the aged. *Med Clin North Am* 67:295, 1983.
34. Crilly RG, Horsman A, Marshall DH, Nordin BEC : Postmenopausal and corticosteroid-induced osteoporosis. *Front Hormone Res* 5:53-64, 1978.
35. 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* 67:328-335, 1981.
36. Cummings SR, Kelsey JL, Nevitt MC and O'Dowd KJ : Epidemiology of Osteoporosis and Osteoporotic Fractures. *Epidemiology Review* 7:178-208, 1985.
37. 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, p85-114.
38. Hildebolt CF, Pilgram TK, Yokoyama-Crotheresl : Alveolar bone height and postcranial bone mineral density : Negative effects of cigarette smoking and parity. *J Periodontol* 71:683-689, 2000.
39. 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* 26:591-598, 2000.
40. Eastell R : Treatment of postmenopausal osteoporosis. *New Engl J Med* 338:736-746, 1998.
41. Wahner HW, Dunn WL, Riggs BL : Part 1: Assessment of Bone Mineral. *J Nucl Med* 25:1134-1141, 1984.
42. William L, Dunn MS, Wahner HW, Riggs BL : Measurement of Bone Mineral Content in Human Vertebrae and Hip by dual Photon Absorptiometry. *Radiol* 138:485-487, 1980.
43. Wahner HW, Dunn WL, Riggs BL : Part 2: Assessment of Bone Mineral. *J Nucl Med* 25:1241-1253, 1984.
44. Riggs BL, Wahner HW, Seeman E : Changes in bone mineral density of the proximal femur and spine with aging. *J Clin Invest* 70:716-723, 1982.
45. 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* 80:612-616, 1992.
46. Klemetti E, Vainio P, Lassila V, Alhava E : Cortical bone mineral density in the mandible and osteoporosis status in postmenopausal women. *Scand J Dent Res* 101:219-223, 1993.
47. 이병도 : 하악관의 주행 높이에 대한 파노라마 방사선사진상의 연구. *대한구강악안면외과학회지* 25:172-177, 1999.
48. Arnold JS : Amount and quality of trabecular bone in osteoporotic vertebral fractures. *Bone* 23:215-223, 1997.
49. Jonston CC, Jr, Epsteins : Clinical, biochemical, radiographic, epidemiologic and economic features of osteoporosis. *Orthop Clin North Am* 12:1853-1855, 1988.
50. Health and Public Policy Committee, American College of Physicians : Radiological methods to evaluate bone mineral content. *Ann Intern Med* 100:908-911, 1984.

## 저자연락처

우편번호 570-711  
전라북도 익산시 신룡동 344-2  
원광대학교 치과대학 구강악안면외과학교실  
김태성

원고 접수일 2000년 12월 14일  
제재 확정일 2001년 01월 05일

## Reprint requests

Tae-Sung Kim  
Dept. of OMFS, College of Dentistry Wonkwang Univ.  
344-2, Sinyoung-Dong, Iksan-City, Chunbuk, 570-711, Korea  
Tel. 82-63-850-1921, Fax 82-63-852-4939

Paper received 14 December 2000  
Paper accepted 5 January 2001