

폐경후 골다공증 여성환자에 있어서 파노라마상 하악골 지표에 관한 비교연구

김철훈 · 신상훈* · 양동규**

성분도병원 구강악안면외과, 동아대학교 의과대학 치과학교실 구강악안면외과*,
부산대학교 치과대학 구강악안면외과학교실**

Abstract

COMPARATIVE STUDY OF PANORAMIC MANDIBULAR PARAMETERS IN POSTMENOPAUSAL OSTEOPOROTIC WOMEN

Cheol-Hun Kim, Sang-Hun Shin*, Dong-Kyu Yang**

Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, St. Benedict Hospital,

Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Medicine, Dong-a University,*

*Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Pusan National University***

Osteoporosis has recently been recognized as a major health problem in the elderly population. The disorder is manifested as a loss of bone mass accompanied by structural alteration of bone and increased incidence of fracture.

Mandible also may be affected. So, I evaluated panoramic views of 66 postmenopausal women for finding the possibility of useful diagnostic mandibular parameters of osteoporosis. To know the relationship between skeleton and mandible, the average of the bone mineral density of lumbar from 2nd to 4th by the dual energy X-ray absorptiometry(DEXA, LUNAR DPZ. USA), and age and mandibular parameters, that is, the number of residual teeth, alveolar ridge resorption ratio, panoramic mandibular index (PMI), mandibular cortical width (MCW), angular cortical thickness (ACT), ramus cortical thickness (RCT), morphology of mandibular inferior cortical (MIC) were compared. And I divided the all tested women to the osteoporotic group and non-osteoporotic group by the use of T-score -2.0, which was derived from skeletal bone mineral density (BMD). To find the relationship of the each group with mandibular parameters, t-test and discriminant analysis were done.

The results of the t-test were that all parameters were highly related with 2 groups ($p < 0.05$). Especially ACT, MIC, age have had even higher relationship than others ($p < 0.001$). The results of the discriminant analysis by the use of these ACT, MIC and age were that the discriminant function was $Z = -2.973 + (-1.447) \times (ACT) + 1.131 \times (MIC \text{ score}) + (0.052) \times (\text{age})$, the cutting score was 0.257 and the classification accuracy was 84.8%.

Therefore I suggest that the consideration of the angular cortical thickness (ACT), the age of patient and the morphology of mandibular inferior cortical(MIC) may help find the osteoporosis.

Key words : Osteoporosis, Mandible, Panorama.

I. 서 론

골다공증(Osteoporosis)은 최근에 노인환자에게서 심각한 건강 장애로 인지되어 왔다^{1,2)}. 인간의 평균연령의 증가로 계속 늘어나는 추세에 있으며, 특히 폐경 이후의 여성환자들에서는 estrogen의 분비중단으로 인해, 다른 사람들에 비해 골다공증이 발생할 확률이 더 높다고 할 수 있다³⁾.

1930년 Albright가 너무 적은 경화성 골이라고 언급하면서 골연화증(osteomalacia)과 명확히 구별되는 골다공증이란 용어를 처음 사용하였으며, 이는 오늘날에도 상식적으로 널리 통용되고 있다⁴⁾.

골다공증은 기타 전신질환과는 독립적으로 발생하는 1차 골다공증과 다른 전신질환 및 약물 등에 의한 경화성 골질의 감소를 보이는 2차 골다공증으로 크게 분류되며, 1차 골다공증은 폐경기 여성에서 호발하는 폐경기 골다공증과 남성이든 여성이든 70세 이상의 고령에서 상당한 골량의 감소를 보이는 노인성 골다공증으로 다시 분류된다^{5,6)}.

골다공증은 전체적인 골량의 감소로 인해 골격구조의 변화와 자발적인 골절이 동반되는 것을 특징으로 하며⁷⁾, 이러한 골절은 환자들의 활동성을 심각하게 저해하여 심지어는 생명의 위협이 되기도 하여 이의 예방차원에서 관심이 되어왔다.

김 철 훈

601-013, 부산광역시 동구 초량 3동 31-3

성분도 병원치과 구강악안면외과

Cheol-Hun Kim

Dept. of Dentistry(OMFS), St. Benedict Hospital,

#31-3, Choryang-Dong 3, Dong-Gu, Pusan, 601-013, Korea

Tel : 82-51-466-7001 Fax : 82-51-464-7271

E-mail : BBP2000@hanmail.net, PRP2000@Dental.co.kr

이렇게 골절의 위험이 높아지게 되는 것은, 골밀도 (bone mineral density : BMD)와 관련이 있기 때문이다. 현재 이용되고 있는 비침습적 골밀도 측정방법으로는, 단광자 골밀도 측정기 (single photon absorptiometry, SPA), 양광자 골밀도 측정기 (dual photon absorptiometry, DPA), 정량적 컴퓨터 골밀도 측정기 (quantitative computed tomography, QCT), 양에너지 방사선 골밀도 측정기 (dual energy X-ray absorptiometry, DEXA)⁸⁾ 등이 있다. 이들 중 DEXA는 해상력이 좋고, 짧은 시간에 측정이 가능하며, 방사선 피폭량이 무시할 수 있을만큼 적은 장점을 가지고 있어, 현재 이를 이용한 요추 (lumbar vertebrae) 및 대퇴골 (femur)의 골밀도 검사가 가장 널리 사용되어지고 있다^{9,10)}.

전신의 골다공증과 악골과의 관련성은 1960년에 Groen 등¹¹⁾이 최초로 제안한 이래, 연이은 조직형태학 및 미세 방사선학적 연구결과 50세 이후에 하악 피질골의 다공성이 현저히 증가하며, 이는 하악골체부보다는 치조골 부위에서 더욱 증가함을 보여주었고, 또한 이러한 다공성의 증가에 따라 bone mass의 감소가 동반되는데, 이는 여성에서 더욱 현저하여 연간 1.5%로 남성의 연간 0.9%보다 소실량이 많은 것으로 밝혀졌다¹²⁾. 또한 미세 골밀도 측정기 (microdensitometry), 단광자 골밀도 측정기, 양광자 골밀도 측정기, 정량적 컴퓨터 골밀도 측정기 및 구내방사선 촬영 등으로 악골의 골밀도를 직접 측정한 연구들의 결과, 악골의 골밀도가 1) 중수골 (metacarpal bone)¹³⁾, 2) 전완골 (forearm)^{15,17)}, 3) 척추골 (vertebrae)^{13,15)}, 4) 대퇴골 (femur)¹⁸⁾들의 골밀도와 연관이 있음이 밝혀졌다. 하지만 악골의 골량 및 골밀도를 직접적으로 측정하는 장비들은 고가이고, 악골의 해부학적 제한점으로 인하여, 치과임상에서 손쉽게 접할 수 없을 것으로 생각된다¹⁹⁾. 뿐만 아니라, 일단 골다공증으로 인한 골절이 발생하면 치료가 힘들고, 이러한 골다공증은 잠재적으로 진행되기 때문에, 골절이 발생하기 전에 미리 알아낼 수 있는 손쉬운 방법들이 요구되고 있다²⁰⁾.

이미 많은 연구자들이 골다공증과 악골의 관련성을 확인하면서, 환자의 연령 및 잔존 치아수, 치조골의 높이, 하악 하연 피질골의 두께 및 유형, 하악 우각부 피질골 두께, 하악지 피질골 두께, 파노라마상 하악골 지수 (panoramic mandibular index) 등도 전신의 골밀도와 관련이 있음을 소개하여, 골다공증 환자에서 진단학적 매개변수가 될 가능성을 시사한 바 있다.

이에 본 저자는, 전신의 골밀도와 악골의 골밀도가 관련있다는 전제하에, 치과 파노라마 방사선 사진을 촬영하여, 현재까지 밝혀진 각 지표들을 동일한 환자군에 종합하여 비교 검토해 봄으로써, 어떠한 지표들이 전신의 골다공증을 예측하는데 의의가 있는지를 알아내고자 이번 연구를 계획하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구 대상

단일 종합병원에서 골다공증 진단을 위하여 양에너지 방사선 골밀도 측정기 (DEXA, LUNAR DPZ, USA)를 이용하여 요추부 및 대퇴골의 골밀도 측정을 시행받은 여성환자 96명을 대상으로 치

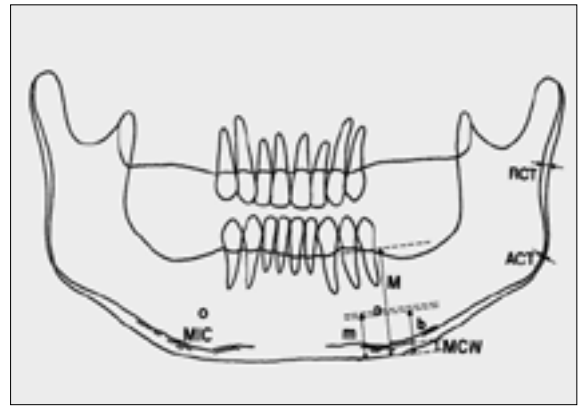


Fig. 1. Tracing of the panorama

과 파노라마를 촬영하였다. 모두 폐경을 맞은 환자들이었으며, 이들에게 파노라마의 판독이 가능하고, 당뇨, 백혈병, 신장질환, 영양실조, 부갑상선 기능 항진증 등의 전신질환이 없고, glucocorticoid계 약물, thyroid hormone, 비스테로이드성 소염제 등의 약물의 장기복용 병력이 없으며, 거동이 비교적 자유로운 자들 66명을 연구대상으로 정하였다. 연구대상자의 연령은 49세에서 87세 사이였으며, 이들의 평균연령은 60.2세였다.

2. 연구 방법

연구 대상자들의 진료기록을 검토하여, 측정된 제 2번에서 제 4번 요추까지의 골밀도를 평균내어 그에 해당하는 T-score를 기록한 후, 악골 파노라마를 촬영하고 방사선상에서 계측한 다음과 같은 독립변수들을 비교분석하였다 (Fig. 1).

1) 상하악의 잔존치아의 수^{10,21,22)}

: 제 3 대구치 및 치근단까지 치조골 흡수를 보이는 치아는 제외하였으며, 치아우식으로 치근단 존재하는 경우는 치조골 높이만 허용한다면 잔존치아수에 포함시켰다.

2) 하악 치조골 흡수정도

(M/m ratio)^{10,23,24)}

: 이공부위의 하악골의 높이 (M)를 이공의 중심에서 하악 하연까지의 거리 (m)로 나눈 값 (M/m)으로 하였다.

3) 이공부위의 하악 하연 피질골 넓이 (mandibular cortical bone width, MCW)^{22,24,25)}

4) 파노라마상 하악골 지수 (PMI)^{26,27)}

: 하악 하연 피질골 넓이 (MCW)를 이공의 하연에서 하악 하연까지의 거리 (b)로 나눈 값 (MCW/b)으로 하였다.

5) 하악 우각부 피질골 두께 (Angular cortical bone thickness, ACT)^{27,28)}

: gonion에서의 피질골 두께를 측정하였다.

6) 하악지 후연의 최대 피질골 두께(Ramus cortical bone thickness, RCT)²⁷⁾

: 하악 상행지 후연의 피질골 두께중 가장 두꺼운 부위를 측정하였다.

7) 하악 하연 피질골의 형태학적 분류 (Morphology of the mandibular inferior cortex, MIC)^{20,29)}

: 이는 Klemetti의 분류²⁹⁾를 따라 분류하였다.

Grade I

: 피질골의 endosteal margin이 균일하게 진행되는 경우 (1점).

Grade II

: 피질골의 endosteal margin에 반월형 결손(semilunar defect)을 보이거나, 피질골의 endosteal margin이 1~3층으로 배열된 경우 (2점).

Grade III

: 피질골의 endosteal margin이 3층이상이거나 천공이 있는 경우 (3점).

모든 치과 파노라마 방사선 사진은 동일한 환경과 동일한 방사선 기사에 의해서 촬영되었고, 각 독립변수들은 3명의 다른 임상가가 측정된 수치들의 평균값을 이용하였다.

위와 같은 독립변수들의 전신의 골다공증과의 관계를 확인하기 위해, 연구대상자들의 T-score가 -2.0이하인 군을 환자군(patient group)으로 하고 이들을 모두 T 재점수 1로 분류했고, T-score가 -1.99이상인 군은 건강군(healthy group)으로 하고 모두 T 재점수 2로 분류하여, 이 T 재점수를 종속변수로 채택하여 통계처리 하였다. 통계처리는 각 독립변수들의 T 재점수와의 관련성을 확인하기 위하여 t-검정(t-test)³⁰⁾을 먼저 시행하였고, 이들중 높은 관련성을 보이는 것들을 선별하여, 동시적 혹은 직접법(simultaneous or direct method)을 이용한 판별분석 (discriminant analysis)³⁰⁾을 시행하였다.

III. 연구 결과

연구대상자들의 골밀도를 측정해 본 결과, 요추 제 2번에서 4번까지의 평균값의 분포는 최소 0.480gm/cm²에서 1.412gm/cm²까지였다. 환자군의 수는 30명, 평균골밀도는 0.707gm/cm²였으며, 건강군의 수는 36명, 평균 골밀도는 0.987gm/cm²였다.

1. t-검정(t-test) 결과 (Table 1)

환자군 중 상하악 완전 무치악인 사람수는 5명으로 조사되었고, 연령, 잔존치아수, M/m ratio, MCW, PMI, ACT, RCT, MIC 등 모든 독립변수들에서 환자군과 건강군사이에 유의한 차이를 보였다 (Table 1).

사용된 모든 변수들이 p<0.05로 높은 관련성을 보였다. 이러한

관련성을 뒷받침하기 위하여 t 절대값을 검토한 결과, 하악 치아의 수, ACT, 연령, MIC가 4.0을 초과하였다. 환자군과 건강군에서 평균연령은 10세 정도의 차이를 보였고, 건강군의 ACT는 환자군에 대해 거의 2배에 가까웠으며, 하악 하연 피질골의 유형은 환자군에서는 거의 II급(2점), 건강군에서는 거의 I급(1점)에 가까운 형태였고, 하악치아의 잔존수도 환자군에서 평균 4개 정도 적은 양상을 보였다.

t-검정 결과 높은 유의수준을 보였던 4개의 지표를 이용하여, 판별분석을 계획하였으나, 치아의 상실은 골다공증으로 인한 치조골의 다공성의 증가 외에도, 치아우식, 치주질환, 치아외상 및 미용적인 이유 등 상실의 원인들이 다양하고³⁰⁾, 또한 연령이 증가할수록 이러한 기타의 원인들에 노출될 시간이 증가할 것으로 생각되어, 하악 잔존치아수를 제외한 연령, ACT, MIC만 판별분석을 위한 독립변수로 이용하기로 하였다.

2. 판별분석(discriminant analysis)

판별분석은, 종속변수가 되는 어떠한 집단을 가장 잘 판별할 수 있는 독립변수들의 선형조합을 통해 판별방정식을 도출해내고, 이것을 이용하여 새로운 사례들이 속하는 집단을 예측하는데 사용되는 통계기법이다.

Table 1. The results of t-test

		N	AVE.	S.D.	t	p
AGE	P G	30	62.6	6.94	-5.912	0.000***
	H G	36	52.7	6.58		
Remaining teeth	P G	30	17.25	9.27	3.613	0.001***
	H G	36	24.05	4.23		
Upper remaining teeth	P G	30	9.36	4.96	3.271	0.002***
	H G	36	12.60	1.99		
Lower remaining teeth	P G	30	7.96	4.87	4.018	0.000***
	H G	36	11.94	2.26		
M/m ratio	P G	30	1.99	.29	3.127	0.003**
	H G	36	2.23	.30		
MCW	P G	30	3.83	1.29	3.429	0.001***
	H G	36	4.76	.89		
PMI	P G	30	.235	6.866E	2.537	0.01**
	H G	36	.274	6.656E		
ACT	P G	30	.75	.31	6.566	0.000***
	H G	36	1.48	.52		
RCT	P G	30	3.30	.85	2.682	0.01**
	H G	36	3.81	.63		
MIC	P G	30	1.80	.37	-4.680	0.000***
	H G	36	1.33	.45		

*, p<0.05, **, p<0.01, ***, p<0.001

PG: 환자군(patient group)

HG: 건강군(Healthy group)

AVE: 평균

S.D.: 표준편차

Table 2. The results of discriminant analysis.

	Results
Canonical coefficients (p = .000)	0.728
Standardized discriminant coefficients	
ACT	-.652
AGE	.349
MIC	.475
Unstandardized discriminant coefficients	
ACT	-1.447
AGE	.052
MIC	1.131
(Constants)	-2.976
Group centroid	
patient group	1.219
healthy group	-.898

이러한 분석은, 각 독립변수들의 판별력의 차이에 관계없이 한꺼번에 고려해서 도출해내는 동시적 혹은 직접적 방법(simultaneous or direct method)과, 여러 독립변수중 가장 큰 판별력을 먼저 구하고, 두번째, 세번째를 넣어 판별함수에 투입하는 단계적 방법(stepwise method)으로 구별되는데, 이번 연구에서는 t-검정에서 관련성이 높아보이는 독립변수들(ACT, Age, MIC)을 이미 선별하였기 때문에, 이들을 이용한 동시적 혹은 직접적 방법(simultaneous or direct method)을 이용하기로 하였으며, 아래와 같은 3 단계를 통해 분석하였다.

1) 도출단계 (derivation)

도출단계는 비표준화 판별계수(unstandardized discriminant coefficients) 및 상수(constant)를 이용하여 판별방정식을 도출해내는 단계로,

$$Z = (\text{상수}) + W_1X_1 + W_2X_2 + \dots + W_nX_n^{30}$$

(Z; 판별점수, W; 비표준화 판별계수, X; 독립변수의 값)

과 같은 공식에 대입되어 구할 수 있다.

이번 연구결과에 따른 판별방정식은,

$$Z = (-2.976) + (-1.447) \times (\text{ACT}) + 1.131 \times (\text{MIC점수}) + (0.052) \times (\text{Age})$$

로 될 수 있다 (Table 2).

2) 검증화 단계 (Validation)

검증화 단계는, 도출된 판별함수의 예측정확도를 평가하는 단계로, 먼저 분류 행렬표(classification matrix) 작성을 위하여 분류 기준치(cutting score)를 결정할 수 있다.

분류 기준치로서, 두 집단의 연구대상의 수가 다르기 때문에,

$$Z = (Z_A N_B + Z_B N_A) / (N_A + N_B)^{30}$$

(Z; 판별기준치, Z_A, Z_B; A, B 집단의 중심치, N_A, N_B; A, B 집단의 사례수)

와 같은 공식을 사용할 수 있는데, 이번 연구결과를 대입한 결과,

Table 3. Classification matrix

T 재점수	예측 소속집단		N
	H G	P G	
H G	32	6	36
P G	6	24	30

PG: 환자군(patient group)

HG: 건강군(Healthy group)

$$Z = [30 \times (-0.898) + 36 \times 1.219] / (30 + 36) = 0.257$$

이 나왔고, 이로서 판별방정식을 통해 산출된 판별점수가 0.257 이상이면 환자군, 이하면 건강군으로 예측분류할 수 있음을 의미한다 (Table 2).

다음으로, 분류 행렬표를 작성하여, 각 독립변수들을 이용한 분류가 얼마나 정확했나를 검토하는 단계로, 이번 연구에서는 건강군은 36명중 32명이, 환자군에서는 30명중 24명이 정확히 분류되어,

$$(32 + 24) / (36 + 30) = 0.848$$

84.8%가 제대로 분류되었음을 알수 있었다 (Table 3).

마지막은 검증화단계로서, 연구 대상의 사례수를 고려하여 검토를 위한 기준치를 계산하고, 분류 정확률이 그 기준치를 능가하는 지를 알아보았다. 이번 연구에서는 환자군과 건강군의 사례수가 다르므로, 비율 우연 기준치(proportional chance criterion) 산출법을 사용하여,

$$\begin{aligned} \text{기준치}^{30} &= P^2 + (1-P)^2 \\ &= (0.455)^2 + (0.545)^2 \\ &= 0.504 \end{aligned}$$

(P; 한 집단의 사례수의 비율, 1-P; 다른 집단의 사례수의 비율)를 얻었다.

분류 정확률이 기준치인 50.4%보다 높기만 하면 되었는데, 이번 연구결과는 84.8% 이므로, 매우 높은 신뢰도를 보였다. 이는 환자의 연령과 파노라마상의 ACT 및 MIC점수만을 가지고도 전신의 골다공증 여부를 판단할 수 있는 가능성이 상당히 높다는 것을 의미할 수 있다.

3) 해석단계 (interpretation)

해석단계에서는, 독립변수들 중 어떠한 변수가 집단을 판별하는데 많이 기여했는지를 파악하는 단계로, 표준화 판별계수(standardized discriminant coefficients)를 이용하여, 그 절대값이 큰 순서대로 기여도를 평가할 수 있었다.

이번 연구에서는, ACT의 절대값이 0.652로 가장 높았고, 다음으로 MIC 점수와 연령의 순으로 기여했다고 볼 수 있었다 (Table 2).

IV. 총괄 및 고찰

노인 인구의 증가에 따라 골다공증에 대한 관심도 증가되고 있다. 골다공증은 단순한 노화 현상의 일종이라기 보다는 오히려

대사성 골질환의 하나다³¹⁾. 정상적인 골에서는 골흡수와 골형성이 지속적으로 일어남으로써 골의 미세손상을 방지하고 새로운 골조직으로 대체하여 골의 생체기능을 유지한다³²⁾. 골다공증은 연령의 증가와 함께 각종 요인이 가해져 이러한 재형성 과정의 평형상태가 깨짐으로써 발생한다고 생각되고 있다.

사춘기를 지나 30대까지는 골형성과 골소실의 속도가 비슷하여 평형을 이룬다하며 뼈의 강도와 중량이 최고에 이르는 시기는 30~35세로 알려져 있다³³⁾. 그이후에는 남녀 모두에 있어서 점차 재형성보다 재흡수가 증가하여 골량의 감소가 시작된다³³⁾. 특히 50세 이후부터는 골손실에 있어서 여성이 남성에 비해 2배 정도 빠르고 폐경기에 이르면 손실속도가 급격히 증가하며 65세 이후에는 손실속도가 어느 정도 둔화된다^{15,34)}. 폐경이 골밀도에 영향을 미치는 원인으로 난소성 estrogen의 결핍을 들 수 있다⁹⁾. 이로 인해 부갑상선 호르몬에 의한 골흡수가 증가되고, 신장의 1,25(OH)₂ vit. D의 생성이 저하되며^{35,36)}, 또한 직접 cytokine의 생성이 증가되어 파골세포로의 분화가 촉진되어 골생성에 비해 골흡수가 증가하는 것으로 알려져 있다^{35,39)}.

현재 쉽게 전신의 골밀도의 검사가 가능하고, 골밀도가 감소되어 있다면, 반드시 골다공증이 존재한다는 확신을 내릴 수는 없다. 하지만, 어느 정도일 때 골다공증이 있다고 판단할 수 있는 표준이 없는 것이 큰 문제로 남아있다. 다만 이것을 위해서는 젊은 건강한 성인을 기준으로 정상범주를 밝힌 임상적인 생리학 분야의 관례를 따라, 젊은 연령층의 평균골밀도의 표준편차 2배 이상 떨어진 경우를 골다공증이라고 표현하였다⁴⁾. 즉, T-score가 -2.0이하를 본 연구에서는 골다공증 환자군으로 다루었고, 폐경은 맞았지만 골다공증의 소견을 보이지 않은 건강군(T-score -1.99 이상)으로 나누어 비교하였다.

전신의 골다공증과 악골의 골다공증의 관련성을 설명하는데 사용하였던 많은 지표들 중, 이번 연구에서는 어느 정도 유의성이 판명된 1) 잔존치아수, 2) 치조골높이(M/m ratio), 3) 하악 하연 피질골 두께(MCW), 4) 파노라마상 하악골 지수(PMI), 5) 하악우각부 피질골의 두께(ACT), 6) 하악상행치 후연의 두께(RCT), 7) 하악 하연 피질골의 유형(MIC), 8) 연령들을 사용하였다. 이들중 환자군의 연령, 하악우각부 피질골의 두께(ACT), 하악 하연 피질골의 유형(MIC)이 환자군과 건강군을 분류하는데 유의한 역할을 하는 것으로 나타났다.

1982년 Bras 등^{28,37,38)}은 180명의 여성과 남성에서 파노라마를 촬영하여 피질골 두께를 관찰한 결과, 남성과 60세 이상을 제외하면, 15세에서 59세까지의 여성에서는 꽤 일정한 것으로 보고하였다. 60세이상의 남성에서는 약간의 감소가 있었고, 60세이상의 여성에서는 현저한 감소가 있었다. 그러므로, 피질골의 두께가 대사성 골질환의 유무를 결정하는데 유용한 지표가 될 수 있고, 우각부 피질골의 두께가 1mm이하인 경우는 대사성 골질환의 지표가 될 수 있다고 제안하였다. 또한 심한 치조골 위축을 보여 치조골 축소술이 계획된 환자들을 대상으로한 두부방사선 측도 사진을 통한 연구에서, 하악우각부 피질골의 두께가 1mm이하의 여성환자에서 축소술후 치조골흡수가 더 많았음을 관찰하였다. Kribs 등³⁹⁾은 골다공증 환자군에서 하악골의 골밀도감소와 함

께 우각부 피질골 두께의 감소를 관찰하여, 이러한 제안들을 뒷받침하였다.

비록 파노라마의 수평적 확대와 기도중첩으로 인해 하악하연 피질골의 두께를 정확히 측정하는데 어려움을 지적하고는 있지만²⁸⁾, 파노라마상 측정이 불가능할 정도로 얇게 보이는 경우(0.5mm이하)에는, 환자군과 비환자군을 구별하는데 중요한 기여인자로 다룰만 하다고 생각된다.

하악하연 피질골의 형태학적 분류는, Klemetti²⁹⁾가 제안한 분류법을 사용하여 측정하였다. 이번 연구에서는 grade III에 해당하는 사람은 없었으며, grade II에서도, 반월형 결손부를 나타내는 경우는 총 연구대상 중 5명에 그친 반면에, 1~3층의 endosteal cortical residue를 보이는 경우가 거의 대부분이었다. 판독자체의 어려움으로 측정에 주관적 요소가 많이 가해질 수는 있으나, Klemetti 등²⁹⁾은 98%의 높은 재현가능성을 보인다고 하였으며, 이를 하악 하연 피질골두께와 함께 사용한다면, 유의성이 높은 지표로 전신의 골다공증 발견에 기여할 수 있다고 보고하였다⁴⁰⁾. 또한 Taguchi 등⁴¹⁾은 하악 하연 피질골의 유형이 제 3번 요추의 골밀도와 매우 높은 관련성을 발견하여 그 가능성을 시사했다. 본 연구에서도 판별분석결과 하악우각부 피질골 두께에 이어 두 번째로 큰 표준화 정준판별 함수 계수를 보여, 환자군과 건강군을 구별하는 유용한 지표가 될 수 있음을 보였다.

연령은 성별과 함께 골다공증의 연구에 가장 흔히 등장하는 것으로, 간과해서는 안되는 중요한 지표로 생각된다. 전신의 골다공증 검사를 위한 비침습적 방법의 개발이전에, 이미 골조직 생김을 통해 60세 이후의 곡선형 골밀도 감소를 보고한 바 있다⁴²⁾. 하악골에서도 연령에 따른 변화를 관찰하였는데, von Wowern과 Stoltze⁴³⁾는 골의 조직학적 검사와 미세골밀도측정기를 이용하여, 협측 피질골의 두께가 연령에 따라 감소하고 다공성이 증가된다고 보고하였다. 그후 연령과 치조골흡수¹⁴⁾, 잔존치아수²⁹⁾, 하악 하연 피질골의 두께⁴⁴⁾, 하악 하연 피질골의 유형⁴¹⁾ 등의 관계에 관한 연구들을 계속 진행하여 상당한 관련성이 보고되었다. 폐경후 경과한 시간 또한 폐경후 골다공증의 진행정도와 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져⁴⁵⁾, 구강내 지표들을 이용한 전신의 골다공증 예견시에 반드시 첨가해야할 것으로 생각된다. 이번 연구에서는 유의성있는 지표중 비록 가장 낮은 기여도를 보이기는 했지만, 그 평균 연령은 환자군에서 62.6세, 건강군에서 52.7세로 큰 차이를 보였으며, t-검증결과에서도 매우 높은 유의수준을 보였다.

상하악 잔존치아수는 전신의 골다공증을 예견하는데, 가장 쉽게 이용할 수 있으리라 생각되는 지표이다. 실제로 Daniel²¹⁾은, 남성이 여성보다 구강악습관이 많고 위생관리에 소홀하므로, 좀더 치아를 많이 상실할 것이라 예상되지만, 실제로 여성에서 잔존치의 수가 극감하는 것을 발견했고, 또한 전신의 골밀도가 낮은 환자들이다, 그보다 더 고령이고 골밀도가 높은 환자들보다 완전 무치악일 확률이 높은 것을 발견하여, 골다공증이 치아상실의 강력한 원인일 수 있다는 것을 시사했다. 또한 Kribbs⁴⁴⁾와 Taguchi 등²⁰⁾은 잔존치아수가 골다공증으로 인한 골절을 예상하는데 중요한 인자가 될 수 있다고 보고한데 이어, Klemetti 등⁴⁰⁾과 Elder 등

40)은 46~56세 사이의 폐경후 골다공증 환자에서는 관련이 없다고 보고하기도하여, 잔존치아수는 좀더 나이가 많거나 심한 골다공증에서만 유의한 지표가 될 수 있음을 시사했다. 이 번 연구에서 잔존치아수는 총수와 상악 및 하악치아수 모두에서 t-검증 결과 유의확률이 각각 0.002, 0.001, 0.000으로 매우 높게 나타났으며, 특히 하악치아의 수는 t 절대값이 4.0이상으로 계산되어 상당한 설득력을 지녔다고 보여진다. 하지만 치아상실의 원인은, 이러한 골다공증으로 인한 치조골의 다공성 증가 뿐 아니라, 치아우식, 치주질환, 치아외상 및 의원성 원인과 특히 여성에서는 미용적 원인까지 포함되는 등 다양하므로²⁰⁾, 골다공증의 악골내 발현을 예견하는데 타당성이 결핍된다고 판단되어 판별분석에 사용될 독립변수에서 제외하였다.

Bras 등²⁸⁾과 Yang⁴⁸⁾은 60대 이후의 여성에서 하악 우각부 및 하악 하연의 피질골의 두께가 남성에 비해 뚜렷한 감소를 보이는 것을 관찰하였고, 잔존치아수와 하악 하연 피질골의 두께에 관한 연구에서, Taguchi 등²⁹⁾은 하악 하연 피질골의 두께는 서서히 감소하는 남성과는 달리, 여성에서는 50~60대에서 급감함을 발견하였으며, 아울러 60대 이상에서 하악하연 피질골이 평균보다 높았던 여성에서는 낮은 경우에서보다 잔존치아수가 많았음을 관찰하였다. 또한, 60대에서 0~14개의 잔존치를 가진 연구 대상군이 15~28개를 가진 군에 비해서 하악 하연 피질골의 두께가 감소해 있음을 보고하였다. 하악 하연 피질골의 두께는 남성에서는 20대 이후까지 점차 증가하는데 반해, 여성에서는 10대 이후에는 뚜렷한 증가가 없었는데, 이는 아마도 초경이후의 에스트로겐의 분비가 골전환(bone turnover)을 조절하기 때문이 아닌가 생각된다고 하였다²⁹⁾. 에스트로겐 호르몬의 분비가 정지된 폐경후 여성들에 있어서, 남성에서와는 달리, 하악 하연 및 협측 피질골의 두께 감소를 관찰한 많은 연구들^{19,28,43,46)}이 이러한 추측을 뒷받침해주고 있다.

파노라마의 수직확대율을 보정하기 위하여, Benson 등²⁶⁾은 하악 하연 피질골의 두께를 이공(mental foramen)의 하연에서 하악 하연까지의 거리로 나눈 값인 파노라마상 하악골 지수(panoramic mandibular index, PMI)를 처음 소개하면서, 이를 이용한 연구에서 60대 이후의 여성에서 같은 연령대의 남성에 비해서 이 수치가 확실히 감소되어 있는 것을 관찰하였다. Taguchi 등²⁰⁾은, PMI가 골다공증으로 인한 골절군과 비골절군의 구별에는 큰 기여를 못했으나, QCT를 이용한 하악골의 밀도와는 관련이 있음을 밝혀냈다. 또한 이²⁷⁾는 PMI, ACT, 잔존치아수, RCT 들의 전신 골밀도와의 관련성 연구에서, PMI가 가장 높은 선형관계를 보였으나, 이 또한 50% 이하의 관련성을 보였고, 하악 상행지 후연 피질골의 두께가 가장 낮은 관련성을 보인 것으로 보고하였다.

치조골의 높이비(M/m ratio)는 가장 논란이 많았던 지표중의 하나로, 이는 치조골의 감소는 전신의 골다공증의 악골내 발현에 의한 것^{49,50)}이라기 보다는, 치주질환에 더 의존한다고 생각하는 이들이 많아서 일 것^{51,52)}으로 생각된다. 하지만 결국, 골다공증이 만성 치주염의 원인은 아니지만, 만성 치주염 환자에서 골 파괴율에는 어떤 영향을 미치며⁵³⁾, 전신의 골밀도 감소는 치조골 흡수와 관련된 많은 인자중 하나임은 분명하다⁵⁴⁾고 논한 선에서

어느 정도 합의의를 도출해낸 느낌이다¹⁰⁾.

이번 연구에서는, 지금까지의 문헌에서 사용되었던 모든 지표들을 종합하여 분석하였다. 모든 지표들이 전신의 골다공증 여부와 관련성이 깊은 것으로 보여지는 이유는, 전신의 골밀도의 변화에 따른 선형적 비례변화를 조사한 것이 아니라, T-score -2.0을 기준으로 그 이하(환자군)인가 이상(건강군)인가만을 구분하는데 기여했나를 관찰했기 때문으로 생각된다. 사용한 모든 지표들이 t-검증 결과 관련성이 높은 것으로 밝혀졌고, 이들 중 t 절대값이 4.0이상으로 유의성이 뒷받침된 지표들을 선별하여 판별분석(discriminant analysis)을 시행하였다. 도출된 판별방정식은, $Z = (-2.976) + (-1.447) \times (ACT) + 1.131 \times (MIC\text{점수}) + 0.052 \times (\text{연령})$ 이었고, 분류하기위한 기준치는 0.257이었다. 이는 임상에서 쉽게 계산되기 힘들 것으로 생각되므로, 간략히 다음과 같이 요약하면, $Z = (-3) + (-1.5) \times (ACT) + 1.1 \times (MIC\text{점수}) + 0.05 \times (\text{연령})$ 이 될 수 있는데, 이러한 방정식에 대입해도 분류에 큰 오차가 없을 것으로 생각된다.

분류 정확률이 84.8%라는 수치는 판별분석상으로는 상당한 정확성을 말하는 것이며, 분류 정확성을 검토할 수 있는 기준치인 50.4%를 매우 상회하는 것으로 보아, 그 가치를 뒷받침해준다고 볼 수 있다.

분류 기여도의 평가에서는, ACT, MIC점수, 연령의 순으로 관찰되었는데, 이는 우각부 피질골의 두께가 1mm이하인 경우는 대사성 골질환의 지표가 될 수 있다는 Bras 등^{27,38,39)}의 제안과 어느 정도 일치함을 알 수 있었다. 환자군에서 MIC점수가 2점(II급)에 가까운 분포를 많이 보였던 것은, 수질골 부피감소 및 격자구조의 변화를 쉽게 객관화하지 못하는 평면방사선 사진에서는 피질골의 변화관찰이 더욱 도움이 될 수 있다는 것을 의미한다. 또한 하악 하연 피질골의 두께는 심한 개인차를 보이기 때문에, 사진상에 나타나는 두께의 감소보다는, 하악하연 피질골과피의 증거가 되는 반월형 결손(semilunar defect)이나 여러층의 내측피질골연(end-osteal cortical residue)이 더욱 전신의 골밀도의 저하를 잘 반영할 수 있음을 시사한다고 볼 수 있다. 폐경후 에스트로겐의 분비가 중단된 시간이 증가할수록, 즉 환자의 연령이 증가할수록 골밀도의 감소가 더 클 가능성이 높으므로, 연령까지 고려한다면, 악골의 파노라마 방사선사진만으로도 골다공증 환자를 잘 찾아낼 확률이 높을 것으로 생각되는 바이다.

V. 결 론

하악골의 골밀도가 전신의 골밀도와 연관이 있다는 전제하에, 66명의 폐경기 여성들을 대상으로, 전신 골밀도에 근거한 T-score -2.0을 기준으로 골다공증 환자군과 건강군으로 나누고, 그들의 파노라마상 하악골에 나타나는 지표들 즉, 환자의 연령, 잔존치아수, 치조골 높이비율, 하악 하연 피질골의 두께, 하악 우각부 피질골의 두께, 하악 상행지 후연의 피질골의 두께, 파노라마상 하악골 지수 들의 변화를 대조하여, 이들이 골다공증과 비골다공증을 분류하는데 어느 정도 관여하는지 알아내고자 이번 연구를 시행한 바 다음과 같았다.

1. 연구에 사용된 8개의 모든 악골 파노라마상 하악골 지표들이 t-검정 결과 폐경후 여성에서 골다공증과 비골다공증을 구별하는데 유용한 것들로 관찰되었다.
2. 판별방정식의 구성계수인 환자의 연령, 하악 우각부 피질골의 두께, 하악 하연 피질골의 유형등이 더욱 높은 유의성을 보였다.

참 고 문 헌

1. Albanese AA: Problems of bone health in elderly. NY State J Med 75:326-327,1975.
2. Cummings SR : Epidemiology of osteoporotic fracture: In Genant HK(ed); Osteoporosis update 1987. San Francisco, university of California Printing, 7-12,1987.
3. Riggs BL, Melton LJ : Involutional osteoporosis N. Engl J Med 314: 1676-1686,1986.
4. Nordin B : The definition and diagnosis of osteoporosis. Calcif Tissue Int. 40:57-58,1987.
5. Gardsell P, Johnell O, Nilsson BE et al : The predictive value of bone loss for fragility fractures in women: a longitudinal study over 15 years. Calcif Tissue Int 49:90-94,1991.
6. Krane SM, Holick MF : Metabolic bone disease. In Fauci AS, Martin JB, Braunwald E et al (eds): Harison's Principles of internal medicine 14th. ed. 2:2247-2259, NY, McGraw-Hill, Inc.
7. Wasserman SH, Barzel US : Osteoporosis ; the state of the art in 1987: a review. Semin Nucl Med 17:283-292,1987.
8. Kin K, Kushida K, Yamazaki K et al : Bone mineral density of the spine in normal Japanese subjects using dual energy X-ray absorptiometry: effect of obesity and menopausal status. Calcif Tissue Int 49:101-106, 1991.
9. 김종철, 오명주, 박무실 등 : 한국 성인여성의 골밀도 및 폐경전후의 골밀도 비교. 대한산부회지 39:1905-1912, 1996.
10. CF Hildebolt : Osteoporosis and oral bone loss. Dentomaxillofac Radiol 26:3-15,1997.
11. Pacific R, Rupich R, Vered I et al : Dual energy radiography(DER); a preliminary comparative study. Calcif Tissue Int 43:189-191,1988.
12. Groen JJ, Duyvensz F, Halsted JA : Diffuse alveolar atrophy of the jaw (non-inflammatory form of paradental disease) and pre-senile osteoporosis. Geront Clin 2:68-86,1960.
13. von Wowern N: Bone mineral content of mandible : Normal reference value-rate of age-related bone loss. Calcif Tissue Int 43:193-198,1988.
14. Atwood DA, Cov WA : Clinical cephalometric and densitometric study of reduction of residual ridges. J Prosth Dent 26:280-295,1971
15. Riggs BL, Wagner HW, Mazzes RB et al : Differential change in bone mineral density of the appendicular and axial skeleton with aging. J Clin Invest 67:328-335,1981.
16. Henricson PA, Wallenius K : The mandible and osteoporosis(1) ; A qualitative comparison between the mandible and the radius. J Oral Rehab 1:67-74,1974.
17. Henricson PA, Wallenius K, Astrand K : The mandible osteoporosis(2) ; Method for determining mineral content of mandible and radius. J Oral Rehab 1:75-84,1974.
18. Goldberg AF, Gergans GA, Mattson DE et al : Radiographic alveolar process/mandibular height ratio as a predictor of osteoporosis. Gerodont-ics 4:229-231,1988.
19. Taguchi A : The basic study on measurement of bone mineral density of mandible with dual energy quantitative computed tomography. J Hiroshima Univ Dent Soc 24:18-38, 1992.
20. Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y et al: Oral signs as indicators of possible osteoporosis in elderly women. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 80:612-616,1995.
21. Daniel HW : Postmenopausal tooth loss ; contributions to edentulism by osteoporosis and cigarette smoking. Arch Intern Med 143:1678-1682,1983.
22. Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y et al: Tooth loss and mandibular osteopenia. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 79:127-132,1995.
23. Kribbs PJ, Smith DE, Chesnut CH III : Oral findings in osteoporosis. Part 2 ; relationship between residual ridge and alveolar bone resorption and generalized skeletal osteopenia J Prosthet Dent 50:719-724,1983.
24. Wical KE, Swoop CC : Studies of residual ridge resorption. Part I: use of panoramic radiographs for evaluation and classification of mandibular resorption. J Prosthet Dent 32:7-12, 1974.
25. Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y et al: The estimation of the radiomorphometric indices of the mandible using panoramic radiography. Dent Radiol 33:309-316,1993.
26. 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.
27. 이응규 : 골다공증의 파노라마방사선사진상 진단학적 매개변수에 관한 연구.대한악안면성형재건외과학회지 20:279-283,1998.
28. Bras J, Ooij V, Abraham-Impijn L et al : Radiographic Interpretation of the mandibular angular cortex ; A diagnostic tool in metabolic bone loss; Part I normal state. Oral surg Oral Med Oral Pathol 53:541-545, 1982.
29. Klemetti E : edentulous Jaws and skeletal mineral status. Kuopio, Finland ; Kuopio University Printing Office; 1993. Thesis.
30. 오택섭 : 제14장 판별분석 ; 사회과학 데이터 분석법. 오택섭저 371-403, 서울, 나남출판.
31. Smith R : Collagen and disorder of bone. Clin Sci 59:215-217,1980.
32. Parafit AM : Quantum concept of bone remodelling and turnover: implications for the pathogenesis of osteoporosis. J Clin Invest 72: 1396-1399,1982.
33. Young EA : Nutrition, aging and the aged. Med Clin North Am 72: 1396-1397,1984.
34. Albright F, Smith PH, Richardson AM: Postmenopausal osteoporosis: Its clinical features JAMA 116: 2465-2466, 1941.
35. Gallagher JC, Riggs HL, Delvea HG : Effect of estrogen on calcium absorption and serum vitamin D metabolites in postmenopausal osteoporosis. J Clin Endocrinol Metab 51:1349-1355,1980.
36. Horowitz MC : Cytokines and estrogen in bone ; antiosteoporotic effects. Science 260:626-627,1993.
37. Bras J, Ooij van CP, Abraham-Impijn L et al : Radiographic interpretation of the mandibular angular cortex: a diagnostic tool in metabolic and tooth loss. Part II. normal state. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 53:647-650, 1982.
38. Bras J, Van Ooij CP, Van Den Akker HP: Mandibular atrophy and metabolic bone loss. Mandibular ridge augmentation by combined sandwich-visor osteotomy and resorption related to metabolic bone state. Int J Oral Surg 14:16-21,1985.
39. Kribbs PJ, Chesnut CH, Ott SM et al : Relationships between mandibular and skeletal bone in an osteoporotic population. J Prosthet Dent 62: 703-707,1989.
40. Klemetti E, Kolmakov S, Kroger H : Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. Scand J Dent Res 102:68-72,1994.
41. Taguchi Y, Kolmakov S, Kroger H : Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of postmenopausal osteoporosis in women. Width and morphology of inferior cortex of the mandible. Dentomaxillofac Radiol 25:263-257,1996.
42. Manson JD, Lucas RB : A microradiographic study of age changes in the human mandible. Arch Oral Biol 7:761-769,1962.
43. von Wowern N, Stoltze K : Pattern of age related bone loss in mandibles. Scand J Dent Res 88:134-146,1980.
44. Kribbs PJ : Comparison of mandibular bone in normal and osteoporotic women. J Prosthet Dent 63:218-222, 1990.
45. Krall EA : Tooth loss and skeletal bone density in healthy postmenopausal women. Osteoporosis Int 4:104-109, 1994.
46. Klemetti E, Vainio P, Lassila V : Mineral status of skeletal and advanced periodontal disease. J Clin Periodontol 21:184-188,1994.

47. Elder PJM, Habets LLMH, Netelembos JC et al : The relation between periodontitis and systemic bone mass in women between 46 and 55 years of age. J Clin Periodontol 19:492-496, 1992.
48. Yang RC: Quantitative measurement of jaw bone mineral contents in radiogram. J Dent Med 26:911-920, 1987.
49. Dyer MRY, Ball J : Alveolar crest recession in the edentulous. Brit Dent J 149:290-292,1980.
50. Baxter JC : Relationship of osteoporosis to excessive ridge resorption. J Prosthet Dent 46:123-125,1981.
51. Mercier P, Inoue W : Bone density and serum minerals in case of residual alveolar ridge atrophy. J Prosthet Dent 46:250-255,1981.
52. Kribbs PJ, Smithe DE, Chesnut CH : Oral findings in osteoporosis. Part II ; relationship between residual ridge and alveolar bone resorption and generalized skeletal osteopenia. J Prosthet Dent 50:719-724,1983.
53. Ward VJ, Manson JD : Alveolar bone loss in periodontal disease and the metacarpal index. J Clin Periodontol 44:763-769,1973.