

파노라마방사선사진에서 골형태 측정과 구내표준필름에서 구리당량치의 상관관계

조선대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실 및 구강생물학연구소
김재덕

The correlationship between mandibular radiomorphometric indices in panorama and bone mineral density in Cu-equivalent image of intraoral film

Jae-Duk Kim

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Dental school and Oral Biology Research Institute, Chosun University

ABSTRACT

Purpose : To determine whether the mandibular radiomorphometric indices in panoramic radiography are correlated with the bone mineral density of Cu-equivalent images in intraoral film.

Materials and Methods : The bone mineral density (BMD) of the mandibular premolar area was measured in the Cu-equivalent image of intraoral film. The Panoramic Mandibular Index (PMI) and Mandibular Cortical Width (MCW) were measured in panoramic radiographs of six dry mandibles, and the Pearson correlation between PMI, MCW, and BMD were tested.

Results : There were no significant correlations between PMI and BMD ($r=0.280$), nor between MCW and BMD ($r=0.237$).

Conclusion : The results show that PMI and MCW were poor diagnostic indicators of mandibular BMD in the six dry mandibles used in this study. The correlationship between the mandibular radiomorphometric indices (PMI and MCW) and mandibular BMD needs to be researched further using large in vivo patient samples. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2003; 33 : 131-5)

KEY WORDS : bone density; radiography, panoramic

서 론

노령화가 점점 커지는 사회를 맞아 골다공증은 일반인의 큰 관심이 되고 있다. 골다공증의 평가에는 골형태를 측정평가하거나 골밀도를 평가하는 방법 등이 이용되고 있다.

악골에 있어서 과도한 치조골 흡수, 치아상실, 만성 파괴성치주염 등은 요추나 수완골 등의 골다공증의 징후에 상당한다는 보고^{1,2}가 있다. 그 외 골다공증과 관련하여 하악골에서 피질골 두께의 측정 또는 골밀도 측정이 임상적의의를 가질 수 있음을 시사하는 많은 연구가 있어 왔다.³⁻⁸

치과계에서 널리 사용되고 있는 파노라마 방사선사진을 이용하여 골다공증과 관련된 악골의 골량을 평가하기 위해 Benson 등⁹과 Taguchi 등¹⁰은 Panorama mandibular index (PMI)를 개발 골형태측정평가법을 제시하였고 Taguchi 등^{11,12}이 하악하연의 형태와 대퇴골의 골밀도와 관련성에 대해서 Klemetti 등^{13,14}은 파노라마방사선사진에서 하악 하연 피질골의 형태와 하악골의 피질골 골밀도와 관계를 보고하였다. Kribbs 등,¹⁵ Taguchi 등^{16,17}이 파노라마 방사선사진상의 하악 하연의 형태나 하악 하연 두께와 골다공증에 대해서 보고하였으며 Bras 등^{18,19}은 대사성 골소실의 진단기구로 하악우각부 피질골두께의 평가를 제시하고 Mohajery 등²⁰은 파노라마방사선사진에서 알루미늄당량 두께로 골밀도를 측정하고 하악 우각부에서 피질골의 두께를 측정하여 요추와 대퇴부의 골밀도와 비교하여 파노라마방사선을 이용한 골다공증의 진단가능성을 검토하였다.

“이 논문은 2001년도 조선대학교 재단학술연구비의 지원을 받아 연구되었음”
접수일: 2003년 5월 12일; 심사일: 2003년 5월 13일; 채택일: 2003년 6월 12일
Correspondence to: Prof. Jae-Duk Kim
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Chosun University, 421 Susuk-dong, Dong-gu, Kwangju, KOREA
Tel) 82-62-220-3885, Fax) 82-62-227-0270
E-mail) jdakim@mail.chosun.ac.kr

한편 골다공증이 의심되는 경우 골밀도 (bone mineral density, BMD)를 측정하는 것이 일반적이다. 골밀도를 측정하는데에는 이중에너지방사선흡수법 (Dual energy X-ray absorptiometry, DEXA)이 비교적 오차가 적고 정밀성과 재현성이 우수하며 검사가 간편하여 널리 사용되고 있다. 이 방법은 주로 완골 척추 등에 시행되고 있어²⁰⁻²² 그 임상적 유용성이 인정되고 있다. 그외 정량적전산화단층촬영법²³이 사용되고 있으나 말단골이나 임의 척추골의 평가에는 유용하지만 고가의 검사비용이 요구되며 두 방법 모두 해부학적으로 악골에 적용하기에는 어려움이 있다.

최근 박 등²⁴과 김²⁵은 치과용 구내필름을 이용하여 악골의 골밀도를 측정하고자 참조체로 구리를 채택한 구리당량영상처리법을 구축하여 구내표준방사선사진상에서 하악 소구치부 일정영역에 대해 골밀도를 구리당량치로 측정하고 이를 하이드록시아파타이트 판틈을 이용해 골밀도로 연산한 다음 DEXA법으로 수완골부에서 측정된 골밀도와 의 상관관계를 구함으로써 디지털 영상시스템을 이용하여 구내표준방사선사진상에서 하악골의 골밀도를 측정하는 것이 임상적으로 유용할 수 있음을 밝혔다.

이에 파노라마 방사선사진을 이용한 하악골의 골형태 계측과 구내표준방사선사진상에서 하악골의 골밀도를 측정하여 양자간에 상관 관계를 검토해 볼 필요가 있다. 하악골의 하연 피질골 두께와 관련하여 계측하고 하악골의 일정부위에 대해 디지털구내방사선영상을 이용한 구리 당량치를 구하여 그 상관관계를 구함으로써 치과에 일반적으로 사용되고 있는 파노라마 방사선사진을 이용한 골형태 계측법의 임상적 적용의 유용성을 평가하고자하였다.

재료 및 방법

1. 연구재료

건조하악골 6개의 좌우 양측 소구치부 12부위를 연구대상으로 하였으며 구내방사선 촬영시 구리당량영상 작성을 위해 0.05 mm 두께의 구리판을 중첩시켜 0.5 mm까지 10단계의 구리스텝웨지를 제작하여 참조체로 사용하였다.

2. 연구방법

1) 구내방사선사진 촬영 및 영상처리

구내방사선사진은 감광도 E군의 치근단용 방사선필름 (Kodak Co., U.S.A.)을 구내 방사선촬영장치는 Heliudent MD (Siemens Co., Germany)로 60 kVp, 7 mA, 0.16초 조건에서 촬영되었다. 모든 대상에 대해 필름에 구리스텝웨지를 부착하고 하악 소구치부를 촬영하여 구리당량영상 작성에 이용하였다. 이들의 현상은 자동현상기 (DÜRR-Dental Co, Germany)로 처리함으로써 동일 조건화하였다.

영상처리는 파워 매킨토시 7200/120 컴퓨터 (Apple com-

puter Inc., U.S.A.)에 연결된 최대 2800 dpi를 지원하는 Quick Scanner (Minolta, Japan)를 이용하여 촬영된 방사선 사진상을 입력하였고 입력된 영상은 640×480 픽셀의 공간 해상도와 256 계조도를 지원하도록 디지털화 되었다.

2) 파노라마방사선사진 촬영

파노라마방사선사진 촬영장치는 PM 2002 CC (Planmeca Oy, Helsinki, Finland)를 사용하였으며 판전압 60 kVp, 판전류 4 mA, 20 mm 알루미늄 필터부착, 노출시간 4.3 sec의 조건으로 촬영하였다. 필름은 Culix RPI+ 파노라마필름 (Agfa Co., Belgium)을 사용하였고 X-Omat 자동현상기 (Kodak, U.S.A.)를 이용하여 현상하였다.

3) 측정 및 분석

골형태계측은 건조하악골 여섯 개를 대상으로 파노라마 방사선사진을 촬영하고 이공의 중심을 C로 하고 C로부터 하악하연에 수선을 그어 하악하연과 교점을 A와 B로 하여 (Fig. 1) AB 및 AC를 각각 3회씩 계측하여 그 평균을 구한 다음 AB를 이공부에서의 하악골하연피질골두께 (Mandibular Cortical Width; MCW)로 하여 MCW를 측정하고 이공을 기준으로하여 이 부위의 하악골하연피질골두께 (AB)와 이공까지의 거리 (AC)의 비율 (AB/AC)을 PMI (Panoramic mandibular index)^{9,10}로 정의하고 PMI를 계측하였다.

골밀도측정은 구내방사선사진의 디지털영상을 이용한 골밀도측정법을 이용하여 건조하악골 소구치부 치조골 12부위에서 건전골조직에 대해 구리당량화상을 작성하고 골밀도를 구리당량치로 측정한 다음 측정된 PMI MCW 그리고 구리당량치와의 상관관계를 SPSS 통계프로그램을 이용하여 평가하였다.

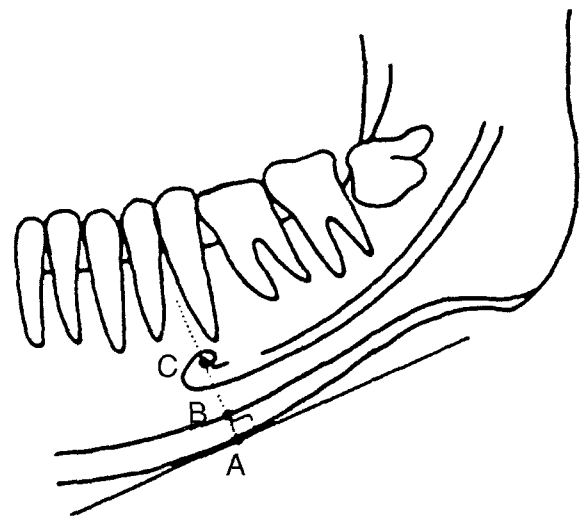


Fig. 1. A, B, C point for cortical width (AB) and Panoramic Mandibular Index (AB/AC).

Table 1. Measured values of BMD (bone mineral density) from intraoral films and PMI (panoramic mandibular index) and MCW (mandibular cortical width) from panoramic films

Case	Intraoral film		Panorama		
	r ²	BMD (mmCu)	PMI	MCW (AB) (mm)	AC (mm)
AL (left)	0.9947	0.19	0.40	5.70	14.15
AR (right)	0.9965	0.23	0.38	4.90	12.90
BL	0.9964	0.21	0.43	5.65	13.20
BR	0.9492	0.17	0.42	5.80	13.95
CL	0.9545	0.18	0.36	5.95	16.70
CR	0.9308	0.20	0.32	5.75	18.10
DL	0.9683	0.19	0.33	4.60	14.15
DR	0.9683	0.18	0.33	4.80	14.40
EL	0.9613	0.30	0.42	6.00	14.45
ER	0.9617	0.36	0.41	5.20	12.80
FL	0.9599	0.04	0.36	4.90	13.70
FR	0.9983	0.18	0.47	4.50	9.60

r²: determination coefficient of each Cu-Equivalent equation

Table 2. Correlation coefficients

		BMD	PMI	MCW	AC
Pearson correlation	BMD				
	PMI	.280			
	MCW	.237	.090		
	AC	-.066	-.726**	.601*	
Probability	BMD				
	PMI	.378			
	MCW	.459	.781		
	AC	.838	.007	.039	

결 과

구내방사선사진상으로부터 작성된 구리당량화상들은 결정계수 0.940 이상의 변환식에 의해 작성되고 각 구리당량화상으로부터 측정된 골밀도(BMD)로서의 구리당량치와 파노라마방사선사진에서 측정된 PMI, MCW 그리고 AC의 값은 Table 1에서 보는 바와 같다.

구내방사선사진에서 측정된 골밀도(BMD)와 파노라마방사선사진에서 측정된 PMI간의 상관관계는 $r=0.280$ 이었고 구내방사선사진에서 측정된 골밀도(BMD)와 파노라마방사선사진에서 측정된 하악골하연피질골두께(PMI) 간의 상관관계는 $r=0.237$ 이었다(Table 2). 따라서 구내방사선사진의 구리당량화상으로부터 측정된 골밀도와 파노라마방사선사진에서 형태적으로 계측된 PMI 및 MCW와 각각 의미있는 상관관계를 나타내지 않았다.

고 찰

치과계에서 구내표준방사선사진의 디지털화를 응용하여

피사체의 방사선촬영시 참조체를 부착하고 동시에 촬영하여 피사체의 흑화도를 참조체의 등가치 즉 참조체의 등가 두께로 변환하는 방법으로 골의 정량적 평가²⁶가 이루어지고 있다. 이 방법은 컴퓨터를 이용하며 적용범위가 좁고 매 방사선사진 촬영 때마다 규격화 장치와 참조체의 부착이 필요하다.

박 등²²은 하악 소구치부에서 구리당량화상으로부터 측정된 골밀도와 DEXA법에 의해 수완골 말단 1/3부에서 측정된 골밀도간의 상관관계를 검토한 결과 0.8965의 상관계수를 보였다고 보고하여 디지털 영상시스템을 이용하여 구내 치근단방사선사진상에서 하악골의 골밀도를 측정하는 것이 임상적으로 유용할 수 있음을 밝혔다. 또한 김²³의 보고에서는 구내 방사선사진과 파노라마 방사선사진 각각에서 측정된 대구치근단부의 구리당량치간에는 의미있는 상관관계($r=0.8495$)를 보였으며 소구치근단부의 구리당량치간에는 다소 낮은 상관계수 0.6184를 나타내었다. 파노라마 방사선사진에서 구리당량영상을 이용한 골밀도 평가를 한다면 대구치부의 근단부 골부의 구리당량치가 골밀도와의 관계에 의미가 있다고 보고하였다.

한편 파노라마방사선사진을 이용한 골형태측정평가법은 일반적으로 꽤 간편한 방법이나 역시 측정부위의 실정이 정해져 있지 않고 측정영역도 좁아 그 재현성에 있어서 단점이 지적되어 있다. 이에 대해 최근 보고된 Benson⁹의 PMI (panoramic mandibular index)는 이러한 문제점을 상당히 해결하고 이기종간의 측정치도 비교 가능한 방법으로 상당히 유용성이 있다고 보고되어 있다. 파노라마방사선사진은 규격화 할 수 있는 조건이 성립되어 있고 상에서 왜곡의 영향을 거의 받지않는 부위를 채택하고 계측치의 비율을 이용함으로써 측정 장치의 기중에 영향을 받지 않고 측정부위를 넓게 하여 좁으로서 상대오차도 줄일 수 있으며 그러한 측정부위도 거의 일정하게 결정되고 이러한 조건에서 측정된 비율이 골밀도 측정법의 결과와 적합한 상관관계를 입증된다면 임상적으로 치과에서 간편히 골다공증 등 대사장애를 평가할 수 있고 골절위험도도 쉽게 평가될 수 있다고 사료된다.

악골에 있어서는 다른 전신골처럼 골의 송조화에 의한 자연골절을 일으키는 위험성은 많지 않으나 악골이 복잡한 형태를 갖고 있고 다른 골부와 중첩되는 위치에 있어 측정에 제약이 많이 따랐다. 따라서 이 부위의 골량평가법은 타영역에 비해 상당히 지체되어 왔다.

1996년 Horner²⁷는 하악골의 골밀도가 골격 골다공증의 예측자로서 역할을 할 수 있는가를 밝히기 위해 하악골의 골밀도(bone mineral density; BMD)를 dual energy X-ray absorptiometry (DEXA)로 측정하여 척추골, 수완골 등에서 DEXA법에 의해 측정된 골밀도와 관계를 검토하여 하악골 골밀도는 인체 타 주요골격의 골밀도와 의미있는 관계를 보였다고 보고하였다.

Jonasson 등²⁸에 의하면 하악골 제1소구치부 치조돌기의 두께와 distal forearm의 DEXA법에 의한 골밀도 간에는 0.91의 높은 상관관계를 보였다고 하였으며 Goldberg 등²⁹도 치조골 높이와 하악골의 높이비율로 척추와 대퇴골의 골밀도를 평가할 수 있다고 하였다. Hirai 등³ Taguchi 등⁷ von Wovern 등³⁰도 하악골의 높이가 요추의 골밀도와 관련이 있다고 하였으나 Mohajery 등²⁰은 파노라마방사선사진에서 하악우각부의 피질골두께가 골다공증 정도를 표현하는데 적절치 못하다고 하였다.

악골 골형태측정평가법으로 다양한 부위가 이용되어 왔으며 Benson⁹은 이공하단을 기준점으로 하였는데 이공의 형태 특히 하단은 파노라마방사선사진상에서 판정이 곤란하므로 보다 판정이 쉬운 이공의 중심을 기준으로 해서 PMI를 측정하고 이공부에서의 하악골 하연피질골두께(Mandibular Cortical Width; MCW)를 측정하여 골밀도와의 상관관계를 검토하기로 하였다. 몇 증례에서 이공이 불분명하였다. 이 경우는 PMI도 측정이 불가해 문제점으로 남았다.

본 논문에서 구내방사선사진의 구리당량화상으로부터 측정된 골밀도와 파노라마방사선사진에서 형태적으로 측정된 PMI와의 상관관계($r=0.280$) 및 MCW와의 상관관계($r=0.237$)는 의미있게 나타나지 않았다.

Horner 등³¹은 니켈스텝웨지를 이용한 파노라마 단층사진에서 측정된 니켈당량치의 골밀도와 DEXA법에 의한 하악골 골밀도와의 상관관계를 보이지 않았다고 보고하였으나 하악피질골두께(MCT)와 하악골밀도와의 0.50의 상관관계와 PMI와 하악골밀도사이에는 0.37의 상관관계가 있었다고 보고하였다. Horner 등³²은 파노라마방사선사진에서 측정된 골질지수와 하악골피질지수(MCI)와 DEXA법에 의한 하악골의 골밀도사이에 의미있는 상관관계가 있으나 MCI는 측정자간에 차가 너무 커서 평가에 문제가 있음을 시사했다.

Klemetti 등³³은 파노라마방사선사진에서 하악하연의 두께를 측정하고 형태를 평가하는 것이 골다공증 여부를 결정하는데 별 도움이 되지 않는다고 하였으며 Kribbs 등⁶도 하악하연두께로 골다공증을 판별할 수 없다고 한 반면 Taguchi 등¹⁰은 MCW는 전후적 위치만 결정되면 통계가 가능하므로 간편한 지표로 말할 수 있고 재현성이 보다 높다고 하였으며 Taguchi 등¹¹은 QCT로 측정된 하악하연의 측정밀도가 PMI보다는 하악하연의 두께(MCW)와 밀접한 관계가 있다고 보고하여 본 실험에서의 구내방사선사진의 구리당량화상으로부터 측정된 골밀도와 하악하연의 두께가 의미있는 상관관계를 보이지 않았음과 달랐다. 이는 측정된 하악 건조골의 수가 충분치 않았기 때문일 수 있으며 한편으로는 생체에서 측정 비교되어 재검증되어야 할 필요가 있다고 생각되었다.

참고 문헌

1. Kribbs PJ, Smith DE, Chesnut CH. Oral findings in osteoporosis. part 2 : relationship between residual ridge and alveolar bone resorption and generalized skeletal osteopenia. J Prosthet Dent 1983; 50 : 719-24.
2. Groen JJ, Menczel J, Shapiro S. Chronic destructive periodontal disease in patients with presenile osteoporosis. J Periodontol 1968; 39 : 19-23.
3. Hirai T, Ishijima T, Hashikawa Y, Yajima T. Osteoporosis and reduction in edentulous patients. J Prosthet Dent 1993; 69 : 49-56.
4. 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(6) : 1431-8.
5. 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 1993; 101 : 219-23.
6. 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.
7. 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 Oral Radiol Endod 1995; 80 : 612-6.
8. Ward VJ, Manson JD. Alveolar bone loss in periodontal disease and the metacarpal index. J Clin Periodontol 1973; 44 : 763-9.
9. 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.
10. Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Yamada T, Ohtsuka M, Sumida H, et al. The estimation of the radiomorphometric indices of the mandible using panoramic radiography. Dent Radiol 1993; 33 : 309-16.
11. Taguchi A. The basic study on measurement of bone mineral density of mandible with dual energy quantitative computed tomography. J Hiroshima Univ Dent Soc 1992; 24 : 18-38.
12. Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Ohtsuka M, Otani K, Wada T. Oral signs as indicators of possible osteoporosis in elderly women. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995; 80 : 612-6.
13. 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.
14. Klemetti E, Kolmakow S. Morphology of the mandibular cortex on panoramic radiographs as an indicator of bone quality. Dentomaxillofac Radiol 1997; 26 : 22-5.
15. Kribbs PJ. Comparison of mandibular bone in normal osteoporotic women. J Prosthet Dent 1990; 63 : 218-22.
16. Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Wada T. Tooth loss and mandibular osteopenia. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995; 79 : 127-32.
17. Taguchi A, Suei Y, Ohtsuka M, Otani K, Tanimoto K, Ohtsuka M. Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of menopausal osteoporosis in women. Width and morphology of inferior cortex of the mandible. Dentomaxillofac Radiol 1996; 25 : 263-7.
18. Bras J, van Ooij CP, Abraham-Inpijn L, Kusen GJ, Wilmsink JM. Radiographic interpretation of the mandibular angular cortex; a diagnostic tool in metabolic bone loss. Part I. Normal state. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982; 53 : 541-5.
19. Bras J, van Ooij CP, Abraham-Inpijn L, Wilmsink JM, Kusen GJ.

- Radiographic interpretation of the mandibular angular cortex; a diagnostic tool in metabolic bone loss. Part II. Renal osteodystrophy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 53 : 647-50.
20. Mohajery M, Brooks SL. Oral radiographs in the detection of early signs of osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 73 : 112-7.
 21. Katoh T, Shimada K, Chiba M, Kobayashi T. The basic study on bone mineral assessment with dual energy radiographic densitometry method. *Dent Radiol* 1978; 18 : 278-95.
 22. Ishigaki T, Sakuma S, Horikawa Y, Ikeda M, Yamaguchi H. One-shot dual-energy subtraction imaging. *Radiology* 1986; 161 : 271-3.
 23. Robertson DD, Huang HK. Quantitative bone measurements using x-ray computed tomography with second-order correction. *Med Phys* 1986; 13 : 474-9.
 24. 박원길, 최의환, 김재덕. 하악골 골밀도의 정량적평가에 관한 비교연구. *대한구강악안면방사선학회지* 1999; 29 : 161-74.
 25. 김재덕. 파노라마방사선사진과 구내방사선사진에서 골조직 정량평가의 비교연구. *대한구강악안면방사선학회지* 2001; 31 : 129-33.
 26. Okano T, Mera T, Ohki M, Ishikawa I, Yamada N. Digital subtraction of radiograph in evaluating alveolar bone changes after initial periodontal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 69 : 258-62.
 27. Horner K, Devlin H, Alsop CW, Hodgkinson IM, Adams JE. Mandibular bone mineral density as a predictor of skeletal osteoporosis. *Br J Radiol* 1996; 69 : 1019-25.
 28. Jonasson G, Kiliaridis S, Gunnarsson R. Cervical thickness of the mandibular alveolar process and skeletal bone mineral density. *Acta Odontol Scand* 1999; 57 : 155-61.
 29. Goldberg AF, Gergans GA, Mattson DE, Rudman D. Radiographic alveolar process/mandibular height ratio as a predictor of osteoporosis. *Gerodontology* 1998; 4 : 229-31.
 30. von Wowern N, Kollerup G. Symptomatic osteoporosis a risk factor for residual ridge reduction of the jaws. *J Prosthet Dent* 1992; 67 : 656-60.
 31. Horner K, Devlin H. The relationships between two indices of mandibular bone quality and bone mineral density measured by dual energy X-ray absorptiometry. *Dentomaxillofac Radiol* 1998; 27 : 17-21.
 32. Horner K, Devlin H. The relationship between mandibular bone mineral density and panoramic radiographic measurements. *J Dent* 1998; 26 : 337-43.
 33. Klemetti E, Kolmakov S, Kroger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res* 1994; 102 : 68-72.