

파노라마 방사선사진에서 하악관과 이공의 관찰되는 정도

조선대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실
정 선 진 · 최 의 환 · 김 재 덕

Visibility of the mandibular canal and the mental foramen in panoramic radiography

Seon-Jin Jeong, Eui-Hwan Choi, Jae-Duk Kim

Department of Dentomaxillofacial Radiology, School of Dentistry, Chosun University

ABSTRACT

Purpose : To determine the head position that the superior border of the mandibular canal as well as mental foramen can be more clearly visualized in panoramic radiography

Materials and Methods : Ten dry mandibles were radiographed bilaterally using PM 2002 CC panoramic machine. A 20 mm thick aluminium filter was added to the slit collimator to obtain radiographs with acceptable density. The specimens were tilted by 2, 4, 6, 8, and 10 degrees downward with and without radiopaque markers. Radiopaque markers were inserted into the mandibular canals and the mental canals of each side of the specimens to serve as reference image when assessing the radiographs. The visibility of the mandibular canal and the mental foramen was estimated by 4 observers on all radiographs. The obtained results were analyzed statistically.

Results : Mandibular canals were significantly more clearly visible in the radiographs with 4 and 6 degree downward position on both sides ($P < 0.05$). Mental foramens were significantly more clearly visible in the radiographs with 4, 6, and 8 degree downward on right side and 6 degree downward on left side ($P < 0.05$). There was not significant difference between right and left sides.

Conclusion : Panoramic radiographs with 4 to 6 degree downward tilting could be valuable in locating the mandibular canal as well as the mental foramen. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2001; 31 : 153-8)

KEY WORDS : radiography, panoramic; mandible

서 론

인공치아매식술의 발달과 악교정 수술빈도의 증가 등으로 하악골에 대한 외과적 시술 가능성 또한 증가되고 있으므로 하악골내의 중요 해부학적 구조물인 하악관과 이공의 정확한 위치판독은 중요하다.¹⁻⁹ 수술시 하치조신경 및 이신경 다발의 손상은 신경 지배영역의 감각이상이나 지각마비를 초래할 수 있으며,¹⁰⁻¹² 인공치아매식술의 경우 고정체의 골유착의 실패¹³⁻¹⁵를 야기할 수 있으므로 손상을 줄이기 위해서는 해부학적 및 방사선학적 구조와 위치를 숙지해야 한다.

인공치아매식술을 위한 성공적 외과적 시술을 위해서는

주의깊은 환자의 선택과 술전 치료계획이 무엇보다 중요하며 적절한 방사선사진을 통한 평가는 필수적이다.^{4,14-17} 임상가에게 도움을 줄 수 있는 악골에 대한 방사선학적 평가 항목으로는 잔존골의 양, 유용한 골질, 병적상태 유무, 그리고 중요 해부학적 구조물의 위치 등이다.^{4,15,18} 인공치아매식술을 위한 악골에 대한 술전 평가시 이용되는 가장 일반적인 방사선사진으로는 구내 치근단방사선사진, 교합 방사선사진, 두부규격방사선사진 및 파노라마방사선사진 등이 있으며^{7,10,18-20} 근래에는 일반 단층사진 및 전산화단층사진,^{6,8,21-25} 자기공명영상^{26,27}으로 인하여 더욱 정확한 술전 평가가 가능하게 되었다. 일반 단층사진과 전산화단층사진은 구내치근단방사선사진이나 파노라마 방사선사진에서 파악하기 힘든 해부학적 구조물의 협설측 관계나 3차원적 관계 등을 파악할 수 있으며 주위 연조직 상태를 비교적 정밀하게 진단할 수 있다.^{1,8,11,13,16,19,21,26,28,29} 그러나 환자에 대한 방사선 조사량이 상대적으로 많고 고가이며 복잡한 술식과 제한된 장비공급으로 인해 실제적

접수일: 2001년 3월 26일 채택일: 2001년 6월 18일
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

파노라마 방사선사진에서 하악관과 이공의 관찰되는 정도

으로는 매우 한정된 범위에서 사용되고 있다.^{1,25} 파노라마 방사선사진의 경우 적은 비용으로 쉽게 촬영할 수 있으며 구내 치근단방사선사진에 비해 악골의 넓은 부위를 관찰할 수 있어 중요 해부학적 구조물을 손쉽게 파악할 수 있다.

하악관은 골소주와 같은 얇은 골판으로 둘러싸여 있는 경우가 많으므로 이 골판이 X선과 접선으로 조사되지 않을 때는 방사선사진에서 관찰되지 않거나 불연속적으로 관찰되며^{1,30} 특히 하연보다는 상연의 관찰이 어렵다. 또한 전방부에서는 고리 (anterior loop) 형태로 이공 부위와 하악 전방부로 주행하는데, 전방부의 주행상태가 방사선사진에서 명확하게 보이는 경우는 후방부에 비해 상대적으로 드물다. 이는 정확한 수직적 측정이 필요한 인공치아매식술의 경우 상당한 장애가 될 수 있다.

하악관의 주행상태 및 이공의 위치에 관한 해부학적 및 방사선학적 연구는 이미 많은 선학들에 의해 이루어진 바 있다. Denio 등³¹은 증례의 28%에서는 제2 소구치와 제1 대구치 부위에서 하악관을 명확히 확인할 수 없었다고 보고하였다. Yosue 등³²은 환자를 대상으로 한 연구에서 파노라마방사선사진에서 이공이 관찰되지 않는 경우는 치배와 중첩되거나 골소주 형태와 구별할 수 없는 경우, 무치악에서는 얇은 하악골, 그리고 전체적으로 어두운 방사선사진이었다고 보고하였다.

본 연구의 목적은 수직적인 두부의 위치를 변화시켜 촬영한 파노라마방사선사진에서 하악관의 상연과 이공이 관찰되는 정도를 평가함으로써 가장 명확한 하악관의 상연과 이공을 관찰할 수 있는 촬영각도를 결정하기 위해서이다.

재료 및 방법

1. 연구재료

10개의 성인 건조하악골을 대상으로 정밀한 각도로 수직적변운동이 가능한 아크릴 판 (Fig. 1)을 제작하여 사용하였다.

2. 연구방법

1) 파노라마 방사선사진 촬영

파노라마 촬영장치는 PM 2002 CC (Planmeca, Helsinki, Finland)를 이용하였으며, 적절한 방사선사진 흑화도를 얻기 위해 20 mm 두께의 알루미늄판을 선관의 입구에 부착시켰다. 예비실험을 통해 각 건조하악골에 알맞는 관전류와 관전압을 결정한 후, 교합평면이 바닥과 평행하게 한 상태를 표준위치 0도로 하여 2도, 4도, 6도, 8도, 10도 하방으로 아크릴판을 경사시킨 위치에서 파노라마 방사선사진을 각각 10장씩 촬영하였다 (Fig. 2). 또한 하악관과 이공에 직경 1.5

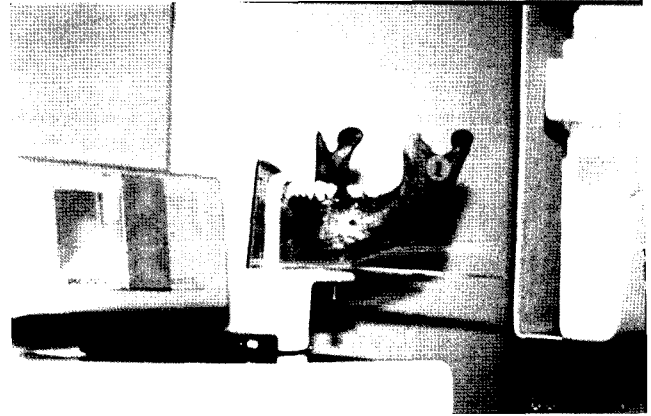


Fig. 1. Photograph of the positioning device in place for PM 2002 CC. The device was fabricated with radiolucent acrylic resin. There is one screw that can move the horizontal platform in Z direction.

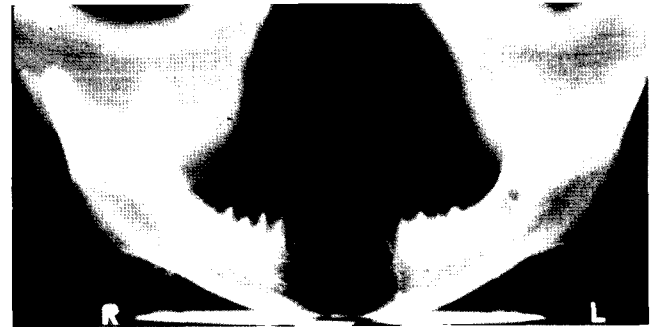


Fig. 2. Panoramic radiograph taken without radiopaque markers.

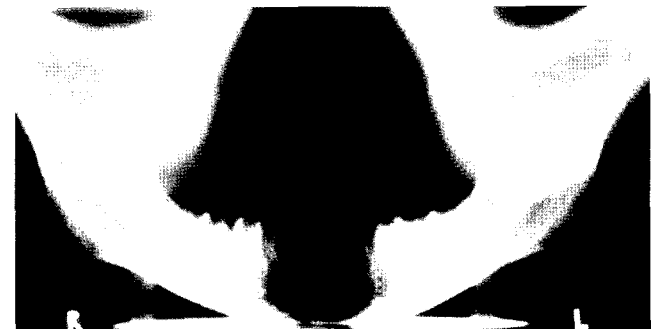


Fig. 3. Panoramic radiograph taken with radiopaque markers in place.

mm의 방사선불투과성 판 (PVC Sumitube, Sumimoto Co. Japan)을 삽입하여 동일위치에서 각각 촬영하였다 (Fig. 3). 모든 방사선사진은 한명에 의해 하루에 촬영하였다. 필름은 MXG-1 파노라마 필름 (Eastman Kodak, U.S.A.)을 사용하였으며 X-Omat 자동현상기 (Eastman Kodak, U.S.A.)를 이용하여 동일한 조건에서 현상하였다.

2) 재현성 (reproducibility) 검사

건조하악골을 위치시키는 방법의 재현성을 검증하기 위하여 같은 건조하악골로부터 얻어진 두 세트의 측정치를 비교하였다. 즉 한 개의 건조하악골을 이용하여 길이 15.7 mm의 방사선불투과성 관을 양측 제2소구치 발치와에 수직으로 고정한 후, 위의 6가지 위치에서 두번 촬영하였다 (Fig. 4). 촬영이 끝난 후에 다시 하악골과 아크릴판을 파노라마 촬영기에서 제거하였으며 일주일 후 다시 건조하악골을 재위치시켜 같은 조건에서 두 번째 세트의 방사선사진을 촬영하였다. 구강악안면방사선학 전공의가 모든 방사선사진에서 좌, 우측 방사선불투과성 관 각각의 길이를 측정하였으며 Pearson의 상관계수를 사용하여 위치변화의 재현성을 평가하였다.

3) 연구항목

현상된 파노라마 방사선사진에서 하악관의 상벽 (superior border)과 이공이 관찰되는 정도에 대해 구강악안면방사선학 전공의 2명과 비전공의 2명이 독립적으로 판독하였다. 이때, 방사선불투과성 관을 삽입하여 촬영한 방사선사진을 참고로 정확한 위치를 파악하였으며 방사선투과성관과 하악관의 상벽이 일치하지 않을 때는 재판독하여 결정하였다. 하악관과 이공이 관찰되는 정도는 좌우측 각각에 대해 0부터 2까지 점수화하였는데 명확하게 관찰할 수 없을 때는 "0", 관찰할 수는 있지만 경계가 미만성일때는 "1", 그리고 명확하게 관찰할 수 있을 때는 "2"로 점수를 기록하였다. 5부위 (하악관 2부위, 이공 3부위)는 건조하악골의 결손으로 파노라마방사선사진에서 판독이 불가능하였다. 그러므로 각각의 관찰자는 6가지 위치에서 촬영된 10장씩 촬영된 60장의 방사선사진에서 모두 210부위에 대한 평가를 시행하였다.

각도변화에 따른 유의성평가는 Wilcoxon's signed-rank test를 사용하였으며 좌, 우측간의 차이도 평가하였다. 관찰자내 일치율은 2주 간격으로 모든 방사선사진을 재평가함으로써 결정하였다.

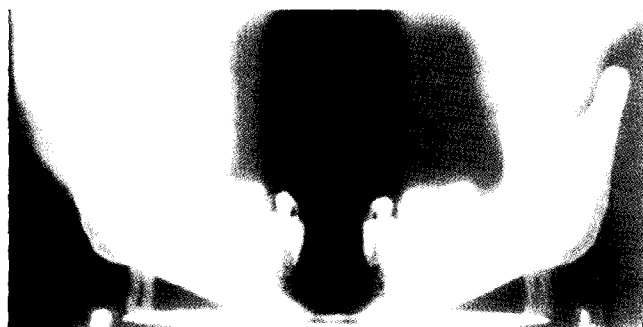


Fig. 4. Panoramic radiograph taken with vertical radiopaque markers in place at postextraction socket of the second premolars.

연구 성적

건조하악골 위치시키는 방법의 재현성을 검증한 결과 좌, 우측이 각각 0.998과 0.997의 높은 상관계수를 보임으로써 우수한 재현성을 나타냈다 ($P < 0.01$).

Wilcoxon's signed-rank test를 이용해 각도변화에 따라 관찰되는 정도에 대한 유의성을 검증한 결과 우측 하악관이 관찰되는 정도는 건조하악골의 위치를 4도, 6도 하방이동시킨 위치에서 보다 우수한 점수분포를 보였으며 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($P < 0.05$) (Fig. 5).

좌측 하악관에서의 관찰되는 정도도 마찬가지로 건조하악골의 위치를 4도, 6도 하방이동시킨 위치에서 우수한 결과를 보였으며 유의한 통계학적 차이 ($P < 0.05$)를 보였다 (Fig. 6)

우측 이공의 경우 건조하악골의 위치를 4도, 6도, 8도 하방이동시킨 위치에서 좋은 점수분포를 보였으며 유의한 통계학적 차이를 나타내었다 ($P < 0.05$) (Fig. 7).

좌측 이공의 관찰되는 정도는 건조하악골의 위치를 6도, 8도 하방이동시킨 위치에서 우수한 점수를 나타냈지만 6도 하방이동시킨 위치에서만 유의한 차이를 보였다 ($P < 0.05$) (Fig. 8).

하악관과 이공의 전체 좌·우측 평가에 대한 유의한 차

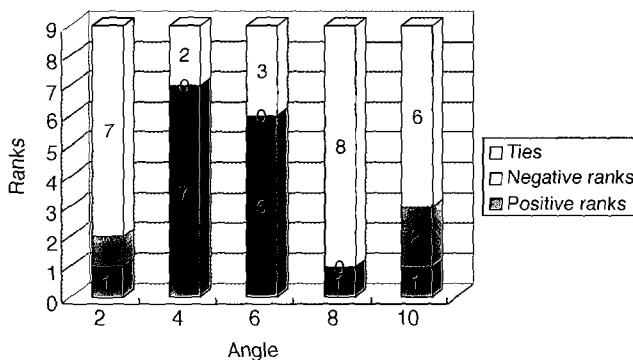


Fig. 5. Visibility according to the angle of the right mandibular canal.

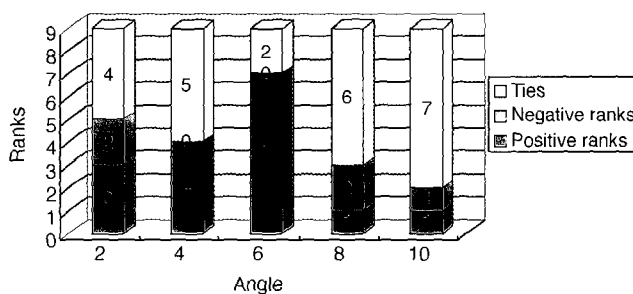


Fig. 6. Visibility according to the angle of the left mandibular canal.

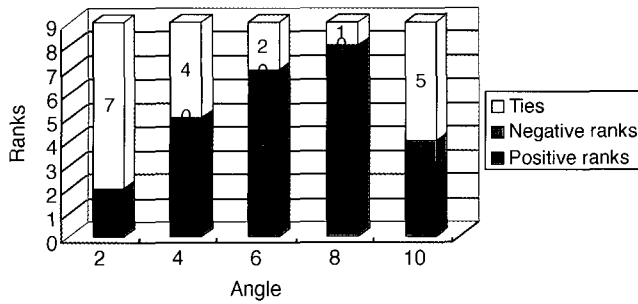


Fig. 7. Visibility according to the angle of the right mental foramen.

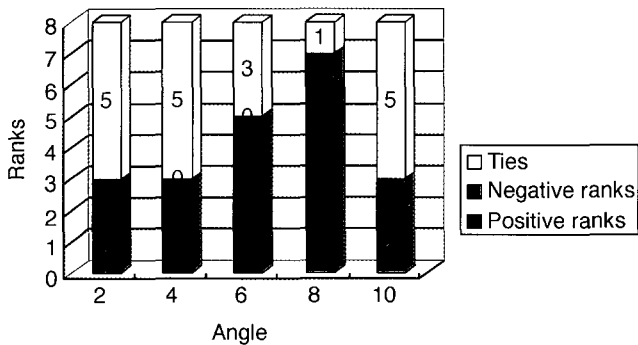


Fig. 8. Visibility according to the angle of the left mental foramen.

이는 없었다.

관찰자내 일치율은 하악관의 경우 우측에서는 83.3%, 좌측에서는 88.9%로 나타났으며, 이공은 우측이 85.2%, 좌측이 84.0%로 비교적 높은 일치율을 보였다.

총괄 및 고안

파노라마 방사선사진은 좌우측 해부학적 구조물의 비교 및 각 구조간의 상대적 위치를 파악하기에 용이하여 하악관과 이공의 관찰에 유용하다.^{1,2,22} 그러나 기계적 특성으로 인해 상확대와 같은 상의 왜곡이 있으며 해부학적 구조물에 대한 3차원적 정보를 얻을 수 없는 단점이 있다.³⁵ 특히 하치조신경다발은 항상 치밀골에 의해 둘러싸여 있는 것은 아니어서 하악관이 명확하게 보이는 정도는 환자마다 다양하다.^{14,36} Denio 등³¹은 증례의 28%에서 제2소구치와 제1대구치 부위에서 하악관을 명확히 확인할 수 없었다고 보고하였으며 이것은 하악관벽의 다공성, 상당한 방사선투과성을 보이는 악하선와의 존재 그리고 골소주의 부족 때문이라고 하였다. 또한 이들은 신경다발이 뚜렷한 통로를 갖고 있기 보다는 골내의 공간을 차지하고 있는 것을 발견하였다. Oliver,³⁸ Carter와 Keen³⁹은 60%에서는 명백한 관을 갖고 있으나 40%에서는 명백한 관을 갖고 있지 않았다고 보고하였으며 전방으로 가면서 점차 얇아

진다는 것을 발견하였다. 하악관은 하악공으로부터 이공까지 비교적 균일한 두께의 관으로 주행하며 드물게 2개 이상의 관으로 분지되어 나타날 수도 있다.⁴⁰ 이공 부위에서는 전방 고리 (anterior loop) 형태를 띠면서 이공 부위와 하악 전방부의 두갈래로 나누어지는데 전방고리는 비교적 피질골이 두꺼운 부분에 위치한 해면골내의 구조물이기 때문에 명확하게 보이는 경우는 상대적으로 드물어 세심한 주의가 필요하다. Arzouman 등⁴¹은 파노라마 방사선사진에서 전방 고리의 존재와 그것의 길이를 측정할 수 있다고 보고하였다. 이공의 위치나 형태는 연구자들에 따라 인종간의 차이나 연구 방법의 차이로 결과가 조금씩 다르며 연령의 증가나 치아 이동으로 인해 그 위치도 다양하다.^{42,43} 이공의 위치 및 형태에 관한 해부학적 연구는 많지만^{20,24,42,44-46} 보다 실제적인 가치가 있을 것으로 생각되는 방사선사진을 이용한 연구는 대상선정 및 방법의 어려움으로 인해 드물다. Fishel 등,⁴⁷ Yosue 등⁴⁸은 구내 치근단방사선사진에서 이공이 관찰되지 않는 경우가 각각 46.8%, 20.8%였다고 보고하였다. 최 등⁴⁹은 이공이 보이지 않는 경우가 25.5%였는데 그 이유로는 이공의 외형을 식별할 수 없는 경우가 88.3%, 이공이 다방성의 방사선투과상으로 나타나는 경우, 골경화증이나 골융기 등 주위조직에 의해 가려져 보이지 않는 경우 등으로 나타났다고 보고하였으며 이는 Phillips 등¹²의 연구결과와도 유사하였다. Sweet²⁰은 환자의 50%에서 일련의 방사선사진 검사시 이공이 나타나며 무치악인 경우 보다 잘 나타난다고 추정하였다. 최 등²은 파노라마방사선사진에서 이공의 형태를 네가지로 분류하여 관찰한 결과 피사체의 턱을 10도 하방 이동시킨 위치에서는 퍼짐형 (diffuse type)이 감소했다고 보고하였다. Yosue 등⁴⁸은 방사선사진의 너무 과한 흑화도는 이공의 관찰을 어렵게 한다고 하였다.

이는 파노라마방사선사진을 이용한 하악관의 주행높이에 대한 연구에서 전체의 21.4%에서 하악관을 명확하게 관별하지 못했으며 이와 같이 방사선사진에서 하악관이 명확하게 관찰되지 않을 때는 하악관의 주행상태가 대칭적인 경향이 있기 때문에 반대측 하악관의 주행상태를 관찰하거나 대략적인 하악관의 높이를 추정해야 한다고 보고하였다. Heasmon 등⁵은 96개의 하악골을 대상으로 일반 방사선사진을 촬영한 결과 일부에서 하악관이 관찰되지 않았다고 하였으며 하악관의 방사선편적 형태와 경로는 매우 다양하다고 하였다. Dharmar³은 정상적인 FH plane을 기준으로 촬영한 파노라마방사선사진과 두부의 위치를 5도 하방경사시켜 촬영한 파노라마방사선사진을 비교한 결과 환자두부의 위치를 5도 하방시킨 경우 91%에서 하악공, 하악관, 이공이 모두 관찰되어 이들 구조물을 명확하게 관찰할 수 있었다고 보고하였다. 본 연구의 결과도 이와 유사하여 건조하악골의 위치를 4도에서 6도 정도 하방이동시킨 경우 하악관의 상연과 이공을 보다 명확하게 관찰

할 수 있었다. Soikkonen 등⁵⁰은 5개의 건조하악골을 이용하여 5 mm 전·후방과 5도 상·하방으로 두부의 위치를 변화시켜 촬영한 파노라마방사선사진에서 정확한 수직적 평가가 가능한지를 알아본 결과, 전·후방 이동은 수직적 측정에 거의 영향이 없지만 상·하방 경사의 영향은 크다고 보고하였다.

일반적인 파노라마방사선사진은 하악관의 경로와 이공의 위치를 판독하는데 항상 도움이 되는 것은 아니다. 이에 따라 본 연구에서는 파노라마방사선 사진에서 하악관과 이공을 명확하게 판별할 수 없을 경우에 그 위치를 추정하는데 도움을 주기 위해 유용한 환자의 두부위치를 알아보고자 하였다. 이공은 선이 이관의 장축을 따라 평행하게 조사되어야 실제 해부학적 직경과 유사하면서 명확하게 관찰될 수 있다. 본 연구의 결과에 의하면 우측에서는 4도, 6도, 8도 그리고 좌측에서는 6도 하방 이동시킨 경우 유의성있게 이공의 형태가 더 명확해졌는데 이는 이관의 방향이 후외상방⁵¹을 향하고 있는 사실로 설명될 수 있다. 건조하악골에서의 연조직 당량치를 위해 이 연구에서는 비록 알루미늄 여과를 사용하기는 했지만 환자에서는 수분이나 연조직으로부터의 산란선이 하악관과 이공이 관찰되는 정도에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 이병도. 하악관의 주행 높이에 대한 파노라마 방사선사진상의 연구. 대한구강악안면외과학회지 1999; 25: 172-7.
- 최갑식, 배용철, 김동윤, 손정익. 파노라마방사선사진상의 이공에 관한 연구. 대한구강악안면방사선학회지 1997; 27: 189-220.
- Dharmar S. Locating the mandibular canal in panoramic radiographs. *Int Oral Maxillofac Implants* 1997; 12: 113-7.
- Frederiksen NL. Diagnostic imaging in dental implantology, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1995; 80: 540-54.
- Heasman PA. Variation in the position of the inferior dental canal and its significance to restorative dentistry. *J Dent* 1998; 16: 36-9.
- Lindh C, Petersson A, Klinge B. Measurements of distances related to the mandibular canal in radiographs. *Clin Oral Implants Res* 1995; 6: 96-103.
- Petrikowski CG, Pharoah MJ, Schmitt A. Presurgical radiographic assessment for implants. *J Prosthet Dent* 1989; 61: 59-64.
- Reddy MS, Mayfield-Donahoo T, Vandervan FJ, Jeffcoat MK. A comparison of the diagnostic advantages of panoramic radiography and computed tomography scanning for placement of root form dental implants. *Clin Oral Implants Res* 1994; 5: 229-38.
- Wang TM, Shih C, Liu JC, Kuo KJ. A clinical and anatomical study of the location of the mental foramen in adult chinese mandibles. *Acta Anat* 1986; 126: 29-33.
- Delbalso AM, Greiner FG, Licata M. Role of diagnostic imaging in evaluation of the dental implant patient. *Radiographics* 1994; 14: 699-719.
- Bolin A, Eliasson S, Von Beetzen M, Jansson L. Radiographic evaluation of mandibular posterior implant sites: correlation between panoramic and tomographic determinations. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7: 354-9.
- Phillips JL, Weller RN, Kulild JC. The mental foramen: Part I. Size, orientation, and positional relationship to the mandibular second premolar. *J Endod* 1990; 16: 221-3.
- Klinge B, Petersson A, Maly P. Location of the mandibular canal: Comparison of macroscopic findings, conventional radiography, and computed tomography. *Int Oral Maxillofac Implants* 1989; 4: 327-32.
- Lindh C, Petersson A, Klinge B. Visualisation of the mandibular canal by different radiographic techniques. *Clin Oral Implants Res* 1992; 3: 90-7.
- Miles DA, Van Dis ML. Implant radiology. *Dent Clin North Am* 1993; 37: 645-68.
- Kassebaum DK, Nummikoski PV, Triplett RG, Langlais RP, Colo D. Cross-sectional radiography for implant site assessment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 70: 674-8.
- Marjorie K, Jeffcoat I, Wang C, Reddy MS. Radiographic diagnosis in periodontics. *Periodontol* 2000 1995; 7: 54-68.
- Ernest WN, Ruprecht LA, Yang J. Comparison of two-dimensional orthoradially reformatted computed tomography and panoramic radiography for dental implant treatment planning. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 42-6.
- 최향문, 유동수. 하악관 위치 분석시 일반단층사진과 전산화단층사진의 비교연구. 대한구강악안면방사선학회지 1995; 25: 535-43.
- White SC, Pharoah MJ. *Oral Radiology*. 4th ed. St.Louis: Mosby-Year Book Inc; 1999 p. 622-35.
- Lindh C, Petersson A. Radiologic Examination for Location of the Mandibular Canal: A Comparison Between Panoramic Radiography and Conventional Tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989; 4: 249-53.
- Pharoah MJ. Imaging techniques and their clinical significance. *Int J Prosth* 1993; 6: 176-9.
- Potter BJ, ShROUT MK, Russell CM, Mohamed S. Implant site assessment using panoramic cross-sectional tomographic imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1997; 84: 436-42.
- Stella JP, Tharanon W. A precise radiographic method to determine the location of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible: Implications for dental implants. Part 1: Technique. *Int Oral Maxillofac Implants* 1990; 5: 15-22.
- Verhoeven JW. Oblique lateral cephalometric radiographs of the mandible in implantology: Usefulness and accuracy of the technique in height measurements of mandibular bone in vivo. *Clin Oral Implants Res* 2000; 11: 39-43.
- Tal H, Moses O. A comparison of panoramic radiography with computed tomography in the planning of implant surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 1991; 20: 40-2.
- Wishan MS, Bahat O, Krane M. Computed tomography as an adjunct in dental implant surgery. *Int J Periodont Rest Dent* 1988; 8: 31-47.
- 하쌍용, 송남규, 고광준. 전산화단층사진상을 이용한 하악관의 위치 및 하악골의 피질골 두께에 관한 연구. 대한구강악안면방사선학회지 1997; 27: 217-29.
- Chen SK, Hollender L. Frequency domain analysis of cross-sectional images of the posterior mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 77: 290-5.
- Gowgiel JM. The position and course of the mandibular canal. *J Oral Implants* 1992; 18: 383-5.
- Denio D, Torabinejad M, Bakland LK. Anatomical relationship of the mandibular canal to its surrounding structures in mature mandibles. *J Endod* 1992; 18: 161-5.
- Yosue T, Brooks SL. The appearance of mental foramina on panoramic

- radiographs. I. Evaluation of patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68:360-4.
33. 대한구강악안면방사선학회편. 구강악안면방사선학. 제2판. 서울: 이우문화사; 1997. p. 464-74.
 34. Phillips JL, Weller RN, Kulild JC. The mental foramen: Part III. Size and position on panoramic radiographs. *J Endod* 1992; 18:383-6.
 35. Welander U, Mcdavid WD, Tronje G, Morris CR. An analysis of different planes within the image layer in rotational panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1987; 16:79-84.
 36. 조성은. 하악관에 관한 방사선학적 연구. *대한구강악안면방사선학회지* 1991; 21:307-16.
 37. Abrahams JJ. The role of diagnostic imaging in dental implantology. *Radiol Clin North Am* 1993; 31:163-80.
 38. Oliver E. The inferior dental canal and its nerve in the adult. *Br Dent J* 1927; 49:356-8.
 39. Carter RB, Keen EN. The intramandibular course of the inferior alveolar nerve. *J Anat* 1971; 108:433-40.
 40. Langlais RP, Broadus R, Glass BJ. Bifid mandibular canals in panoramic radiographs. *J Am Dent Assoc* 1985; 110:923-6.
 41. Arzouman MJ, Otis L, Kipnis V, Levine D. Observations of the Anterior Loop of the Inferior Alveolar Canal. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8:295-300.
 42. Green RM, Darvell BW. Tooth wear and the position of the mental foramen. *Am J Phys Anthropol* 1988; 77:69-75.
 43. 최민규, 김종영, 박승택, 정연태. 한국 성인 하악골 이공의 위치에 관한 연구. *원광의대논문집* 1994; 1:67-73.
 44. 민경원, 황영일, 박철규. 하악골 하치조관 주행에 대한 해부학적 연구(I). *대한성형외과학회지* 1988; 15:187-91.
 45. Gershenson A, Nathan H, Luchansky E. Mental foramen and mental nerve: Changes with age. *Acta Anat* 1986; 126:21-8.
 46. Phillips JL, Weller RN, Kulild JC. The mental foramen: Part II. Radiographic position in relation to the mandibular second premolar. *J Endod* 1992; 18:271-4.
 47. Fishel D, Buchner A, Hershkowitz A, Kaffe I. Roentgenologic study of the mental foramen. *Oral Surg* 1976; 41:682-6.
 48. Yosue T, Brooks SL. The appearance of mental foramina on panoramic and periapical radiographs. II. Experimental evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68:488-92.
 49. 손정익, 최갑식. 구내방사선사진상의 이공에 관한 연구. *대한구강악안면방사선학회지* 1995; 25:501-12.
 50. Xie Q, Soikkonen K, Wolf J, et al. Effect of head positioning in panoramic radiography on vertical measurement: an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol* 1996; 25:61-6.
 51. Freitas V, Madeira MC, Pinto CT, Zorzetto NL. Direction of the mental canal in human mandibles. *Aust Dental J* 1976; 21:338-40.