

임플란트 전산화단층사진에서 하악의 위치와 gantry각의 변화가 임플란트 매식으로 평가에 미치는 영향에 관한 연구

서울대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실, 치학연구소 및 *두뇌한국 21
**강릉대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실

이설미 · 안창현 · 최항문** · 허민석 · 이삼선* · 최순철* · 박태원

The effect of mandibular position and gantry angle on the evaluation of implant site with implant CT

Sul-Mi Lee, Chang-Hyeon An, Hang-Moon Choi**, Min-Suk Heo, Sam-Sun Lee*,
Soon-Chul Choi*, Tae-Won Park

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Dental Research Institute, & *BK 21, College of Dentistry,
Seoul National University, ** Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Kangnung National University

ABSTRACT

Purpose : The altered gantry angle during scanning for some multiplanar reconstruction CT program (CT/MPR) may cause distortion of the image. The aim of this study was to ascertain whether there is a image distortion in a reformatted image when the gantry and the object are equally inclined using ToothPix and DentaScan program.

Materials and Methods : A resin block model with four cylindrical holes and a human dry mandible were used. Two MPR software packages, ToothPix and DentaScan program, were used for reformatted panoramic images. The block and the gantry were equally inclined at 0°, 15°, and 30°.

Results : With ToothPix program, a resin block model with empty holes and a dry mandible showed inclined images in the reformatted panoramic image. Increasing the gantry angle, the depth and inclination of the holes were increased in the reformatted central panoramic images. However, a resin block model with gutta percha in its holes and a dry mandible with a wire in its mandibular canal didn't show image distortion. With DentaScan program, image distortion was not seen in any situation.

Conclusion : ToothPix program may distort the reformatted image when the gantry angle is not at zero degrees. However, with DentaScan program, the patient may be positioned comfortably and the gantry can be adjusted to the patient positioning. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2002; 32 : 35-9)

KEY WORDS : image processing, computer-assisted; dental implants

서 론

치아매식술을 시행하기 전에 잔존 치조골의 상태를 정확하게 평가하는 것은 치아매식술 성공 여부를 결정짓는 중요한 요인이다.^{1,2} 잔존 치조골의 상태를 평가하기 위해

여러 가지 진단영상법을 이용하고 있는데 이 중 일반단층 촬영법과 전산화단층촬영법으로는 잔존 치조골의 협설측 절단면(cross-sectional view)을 얻을 수 있다. 지금까지 알려지기로는 전산화단층촬영법중에서도 특히 횡단면 영상(axial image)을 얻은 후 이것을 컴퓨터를 이용하여 원하는 단면으로 영상을 재구성하는 방법인 임플란트 CT가 가장 우수하다.³⁻⁸

임플란트 CT의 다면 재구성 전산화단층영상(CT/multiplanar reformation)은 정확하며 확대율 보정이 필요하지 않으나⁹ 일반 전산화단층사진과 마찬가지로 재구성 전산화단층영상도 금속충전물이나 금관 등에 의한 인공음영(arti-

이 논문은 1998년도 서울대학교병원 일반 연구비(04-1998-053) 지원에 의해 이루어진 것임.
접수일 : 2001년 12월 27일 채택일 : 2002년 2월 6일
Correspondence to : Prof. Soon-Chul Choi
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Seoul National University, 28 Yongon-Dong, Chongno-gu, Seoul, KOREA. 110-749
Tel) 02-760-3812. Fax) 02-744-3919
E-mail) raychoi@snu.ac.kr

fact)과 환자의 움직임에 의한 인공음영으로 상질이 저하된다.¹⁰⁻¹¹ 그러나 금속물에 의한 인공음영은 영상재구성 과정에서 대부분 소실되어 재구성영상에서는 그렇게 뚜렷하게 나타나지 않으므로 실제적으로 임플란트 CT시 가장 주의할 요하는 부분은 촬영 중 환자의 움직임에 의한 인공음영이다. 이렇게 일반 CT에 비해 임플란트 CT에서 특히 환자의 움직임에 의한 인공음영이 많은 이유는 정밀한 재구성영상을 얻기 위해서 slice thickness를 1 mm 내지 1.5 mm로 하기 때문에 30 내지 40 slice를 얻어야 하고 이에 따라 촬영시간이 길어져 환자가 움직일 기회가 보다 많기 때문이다. 특히 하악의 임플란트 CT 촬영시 일반적으로 하악의 교합면이 지면에 수직이 되어야 하므로 편안히 누워 있는 자세보다 더욱 하악을 쳐들어야 하기 때문에 환자가 이 자세를 총 촬영시간 동안 유지하기가 힘든 경우가 많다. 이런 경우 촬영시간 동안 하악이 서서히 아래로 내려 오거나 침을 삼키게 되어서 부정확한 상이 만들어지며 심한 경우에는 재촬영을 해야 한다. 이렇게 되면 정확한 CT 상을 얻을 수 없을 뿐만 아니라 재촬영을 하게 되면 시간적, 경제적인 손실은 물론 환자에 대한 방사선피폭량도 증가하게 된다.¹²⁻¹⁴ 이러한 환자의 움직임에 의한 인공음영을 최소로 할 수 있는 방법은 환자의 하악을 편안한 상태로 유지하면서 촬영을 해야 하나 이런 자세로 촬영을 하게 되면 하악의 교합면이 지면과 수직이 되지 않기 때문에 비스듬하게 절단된 횡단면이 얻어져 상의 변형이 초래된다. 이를 보상하기 위해 CT 촬영기의 gantry를 하악의 교합면에 평행하게 조정할 수 있는데 이 경우에도 상의 변형은 많이 감소되나 절단되는 위치가 변하게 되므로 CT 상의 위치와 실제 환자 구강 내에서의 위치에 차이가 발생할 수 있다.¹⁵

따라서 이 연구에서는 ToothPix 프로그램과 DentaScan 프로그램을 이용하여 레진모형과 gantry각을 변화시켰을 때 재구성 파노라마 단면 상의 변화가 있는지의 여부를 확인하고 같은 현상이 사람의 건조하악골을 이용하였을 때에도 일어나는지를 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

레진으로 만든 10×20×80 mm 크기의 직육면체 모형에 지름 3.1 mm, 길이 8 mm, 9.5 mm, 13 mm, 15 mm의 네 개의 원통형 구멍을 수직으로 형성하였다. 실험을 위해 제작한 촬영보조 장치를 이용하여 모형 하연과 couch의 수직선이 이루는 각이 0°, 15°, 30°가 되도록 하였으며 gantry각도 이에 맞추어 변화시켜 촬영하였다. 또한 위의 레진 모형에 gutta percha를 삽입한 후 같은 조건으로 촬영하였다. 촬영은 Picker사의 IQ 전산화단층촬영장치(Picker International, USA)와 영상재구성 프로그램의 하나인 ToothPix 프로그램을 이용하였으며 촬영조건은 130 kVp, 20 mA, sharpness 알

고리즘, 단층두께 2 mm, 단층간격 1 mm이었다. 이렇게 얻은 횡단면상을 색조준위(window level) 10, 색조폭(window width) 1000으로 한 후 재구성 파노라마 단면을 얻었다. 같은 모형을 가지고 모형과 gantry각이 각각 0°와 30°가 되게 한 후 GE사의 전산화단층촬영장치(GE Medical System, Milwaukee, USA)와 DentaScan 프로그램을 이용하여 영상을 얻었다. 촬영조건은 120 kVp, 100 mA, sharpness 알고리즘, 단층두께 2 mm, 단층간격 1 mm였으며 얻어진 횡단면상을 색조준위 600, 색조폭 3200으로 한 후 재구성 파노라마 단면을 얻었다. 이 영상을 laser printer (FUJIX FL-IM G, Japan)를 이용하여 14×17인치 필름(Medical Imaging Film, IR B Plus)에 인쇄한 후 현상(FL-IMD, Japan)하였다. 얻어진 영상에서 gantry각의 변화에 따른 원통형 구멍의 모양 변화 여부를 관찰하였다.

사람의 건조하악골의 소구치와 대구치부에 지름 3.45 mm, 길이 3 mm의 gutta percha bar를 위치시키고 식립 시상면은 지평면에 수직을 이루게 하고 교합면과 couch의 수직면이 이루는 각을 0°, 15°, 30°로 변화시키면서 각각 gantry각도 같이 변화시켜 촬영하였다. 또한 건조하악골의 하악관에 지름 0.9 mm의 round wire를 삽입한 후 같은 조건으로 촬영하였다. 촬영은 Picker사의 IQ 전산화단층촬영장치만을 이용하였으며 촬영조건은 130 kVp, 85 mA, sharpness 알고리즘, 단층두께 2 mm, 단층간격 1 mm였다. 이렇게 얻은 횡단면상을 색조준위 300, 색조폭 2000으로 한 후 ToothPix 프로그램을 이용하여 재구성 파노라마 단면을 얻었다. 얻어진 영상에서 모형에서와 같은 현상이 발

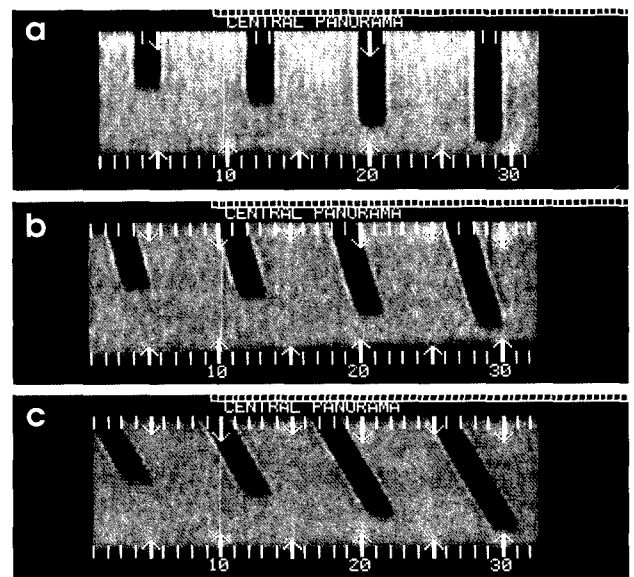


Fig. 1. a. Central panoramic view of resin model using ToothPix program (gantry angle; 0°), b. Central panoramic view of resin model using ToothPix program (gantry angle; 15°), c. Central panoramic view of resin model using ToothPix program (gantry angle; 30°).

생하는가를 확인하였다.

결 과

ToothPix 프로그램을 이용하여 레진 모형과 건조하악골을 0°, 15°, 30°로 변화시키면서 gantry각도 같이 0°, 15°, 30°로 바꾸어서 촬영하였을 때 재구성 파노라마 상에서 원통형 구멍의 상은 각각 0°, 15°, 30°로 후방경사를 보였다(Figs. 1a-1c, 2a-2c). 그러나 DentaScan 프로그램을 이용하여 레진 모형과 건조하악골을 30°로 기울이면서 gantry 각도 같이 30°로 바꾸어서 촬영하였을 때는 재구성 파노라마 상에서 원통형 구멍의 상은 변하지 않았다(Figs. 3, 4).

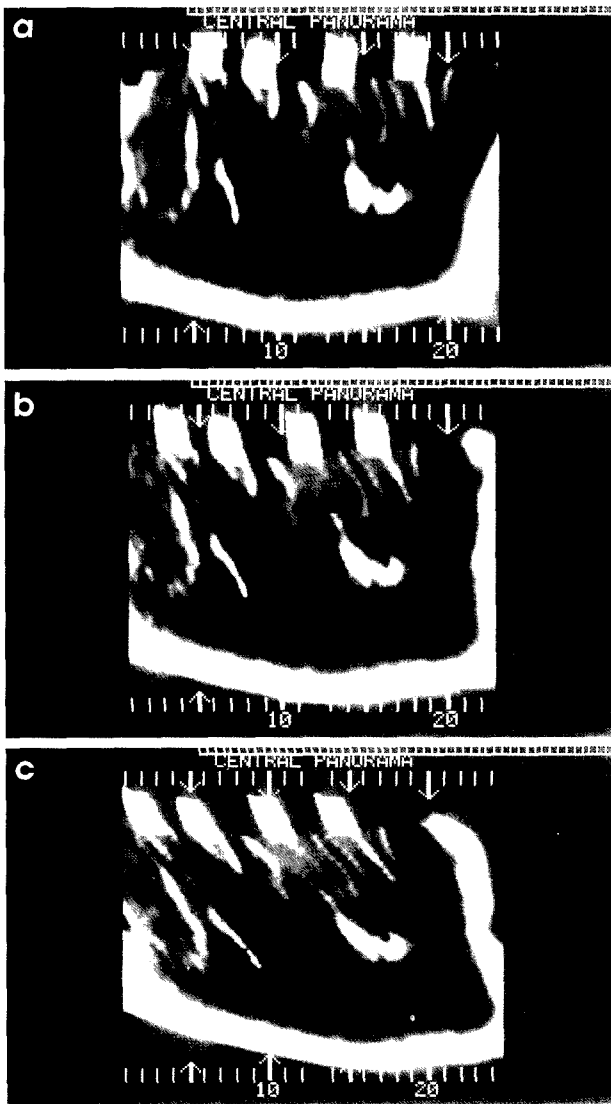


Fig. 2. a. Central panoramic view of human dry mandible using ToothPix program (gantry angle; 0°), b. Central panoramic view of human dry mandible using ToothPix program (gantry angle; 15°), c. Central panoramic view of human dry mandible using ToothPix program (gantry angle; 30°).

Gutta purcha를 식립한 레진 모형을 ToothPix 프로그램을 이용하여 15°로 변화시키면서 gantry각도 같이 15°로 바꾸어서 촬영하였을 때 재구성 파노라마 상에서 원통형 구



Fig. 3. Central panoramic view of resin model using DentaScan program (gantry angle; 30°).

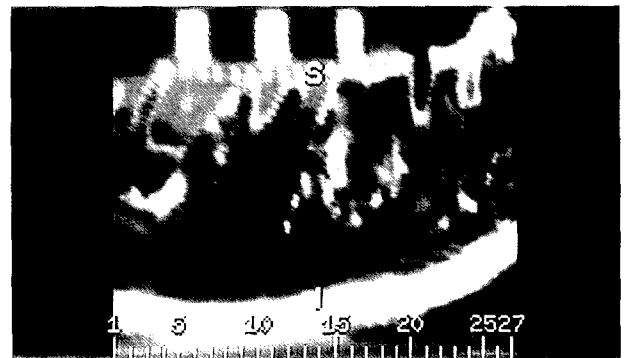


Fig. 4. Central panoramic view of human dry mandible using DentaScan program (gantry angle; 30°).

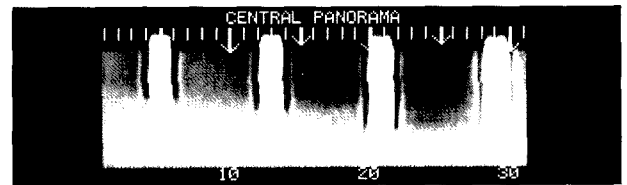


Fig. 5. Central panoramic view of resin model with gutta purcha using ToothPix program (gantry angle; 15°).

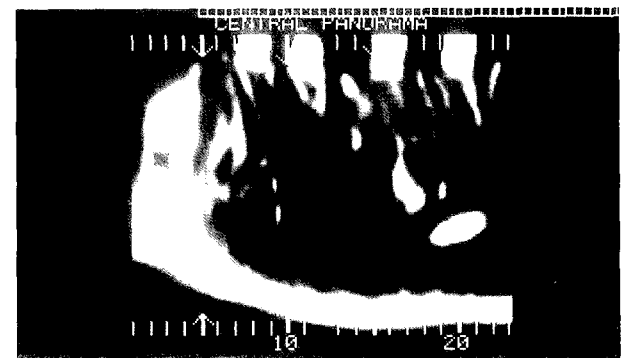


Fig. 6. Central panoramic view of human dry mandible with a wire in its mandibular canal using ToothPix program (gantry angle; 15°).

명의 상은 변하지 않았다(Fig. 5). 또한 건조하악골의 하악관에 wire를 식립한 후 ToothPix 프로그램을 이용하여 15°로 변화시키면서 gantry각도 같이 15°로 바꾸어서 촬영하였을 때도 재구성 파노라마 상에서 원통형 구멍의 상은 변하지 않았다(Fig. 6).

고 찰

전산화단층장치의 도입으로 복잡한 골조직과 연조직의 영상은 쉽게 표현이 가능해졌다.³ 협설면 영상은 임플란트 매식체를 식립하기 전 정확한 진단을 위해서 매우 중요하나 해부학적 한계로 환자를 scanning plane에 평행하게 위치시켜서 영상을 얻는 것은 어렵다. 따라서 횡단면 상을 획득한 후에 scanning plane과 다른 방향의 픽셀의 줄을 재정렬하는 다면재구성 영상을 사용하고 있다.^{4,16}

Schwarz 등^{10,17}은 다면재구성 CT는 임플란트 수술시 상, 하악의 술전 평가와 하악관, 하악공, 절치관, 상악동 등의 해부학적 구조물과 골적 구조(osseous topography)를 보여 주는데 유용한 도구라고 하였다. 최 등¹⁸은 재구성 전산화단층술은 일반 단층방사선사진보다 하악관의 위치를 파악하는데 더 유용하다고 하였으며 박 등¹⁹은 영상 형성때 central panoramic curve를 정확히 설정하지 않으면 협설측 폭경의 오차를 야기한다고 하였다.

지금까지 술전 치료계획, 술후 예후에 관한 평가, 영상의 변화 등에 대한 임플란트 CT 효과에 관한 연구는 활발히 진행되고 있으나 움직임으로 발생하는 인공음영을 감소시키려는 연구는 1998년 최 등의 연구¹⁵를 제외하고는 거의 진행되지 않고 있다. 그들은 gantry각을 조절하였을 경우에 하악도 그에 맞추어 조절한 경우가 조절하지 않은 경우보다 상의 변형이 적었다고 하였다. 그러나 이러한 상황에서 얻어진 재구성 절단면 영상은 하악 하연 피질골에 대한 각도가 아니며 또한 측정된 하악 피질골도 실제 수술 부위가 아니므로 gantry각을 조절한 상태에서 재구성 절단면 영상의 변화에 관한 연구가 필요하다고 하였다. 이번 연구에서는 재구성 절단면 영상에서는 모형의 상변화를 한 번에 평가하기가 어렵기 때문에 재구성 파노라마 상에서 영상 변화를 평가하였다.

ToothPix 프로그램을 이용하였을 경우에는 레진 모형의 원통형 구멍이 비어 있을 때와 하악관에 wire를 넣지 않았을 경우에 나타난 재구성 파노라마 상의 변형이 레진 모형에 gutta purcha를 식립하였을 때나 하악관에 wire를 넣었을 경우에는 재구성 파노라마에서 상이 변하지 않았다. 이 원인에 대한 정확한 기전은 알 수 없지만 gutta purcha나 wire가 재구성 영상 형성시 기준이 되는 위치 표시자 역할을 하였다고 볼 수 있다. DentaScan 프로그램을 이용했을 때에는 각도의 변화나 gutta percha와 wire의 식립 여부와 관계 없이 상이 변하지 않아서 프로그램 자체

에서 변화된 gantry각도를 따라 보정을 한다고 생각된다. 이 연구에서 ToothPix 프로그램을 위한 횡단면 상을 얻기 위해 conventional CT를 이용하였고 Denta Scan은 spiral CT를 이용하였는데 이러한 CT 촬영기 자체가 재구성 영상의 변화에 영향을 주었으리라고는 생각되지 않는다. Predra 등²⁰도 conventional CT와 spiral CT의 차이점에 관한 연구에서 임플란트 식립을 위한 다면 재구성 영상을 위해서는 spiral CT를 사용할 것을 추천하였는데 그 이유로 영상의 질적 측면은 언급하지 않았고 조사시간이 단축됨으로써 환자의 불편을 감소시키고 움직임에 의한 인공음영의 발생을 억제시킬 뿐만 아니라 조사량이 감소되기 때문이라고 하였다.

결론적으로 임플란트 CT를 이용하여 다면 재구성 영상을 얻을 때 CT 촬영기종에 따라서는 gantry각을 변화시켜도 크게 상의 변형이 없으므로 환자를 보다 편안한 자세로 위치시킨 상태에서 촬영할 수 있으리라 생각되며 상이 변하는 프로그램인 경우에도 변형 정도가 gantry각에 따라 일정한 양상을 보이는 경향이 있으므로 그 변형을 보정할 수 있는 식을 구하여 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T. Tissue-integrated prostheses-osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1985. p. 318-20.
2. Albrektsson T, Zarb GA. The Brånemark osseointegrated implant. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1989, p.103-15.
3. Donlon WC, Young P, Vassiliadis A. Three dimensional computed tomography for maxillofacial surgery: Report of cases. J Oral Maxillofac Surg 1988; 46: 142-7.
4. Maravilla KR. Computer reconstructed sagittal and coronal computed tomography head scans: Clinical applications. J Comput Assist Tomogr 1978; 2: 189-98.
5. Rothman SLG, Chafetz N, Rhodes ML, Schwarz MS. CT in the preoperative assessment of the mandible and maxilla for endosseous implant surgery. Radiology 1988; 168: 171-5.
6. Andersson L, Kurol M. CT scan prior to installation of osseointegrated implants in the maxilla. Int J Oral Maxillofac Surg 1987; 16: 50-5.
7. Fjellstrom CA, Strom C. CT of the edentulous maxilla intended for osseointegrated implants. J Craniomaxillofac Surg 1987; 15: 45-6.
8. Shimura M, Babbush CA, Majima H, Yanagisawa S, Sairenji E. Pre-surgical evaluation for dental implants using a reformatting program of computed tomography: maxilla/mandible shape pattern analysis (MSPA). Int J Maxillofac Implants 1990; 2: 175-81.
9. Majima H, Shimura M, Babbush CA, Miller RC, Maruyama Y, Sairenji E. Accuracy and resolving power for CT multiplanar reformatted image. In press.
10. Israelson H, Plemons JM, Watkins P, Sory C. Barium-coated surgical and computer assessment of dental implant patients. Int J Periodontics Restorative Dent 1992; 12: 52-61.
11. Smith JP, Borrow JW. Reformatted CT imaging for implant planning. Oral Maxillofac Surg Clin North Am 1991; 3: 805-25.
12. Kassebaum DK, Stoller NH, Goshorn BI. Radiographic techniques for presurgical assessment of dental implant sites. Gen Dent 1992; 40 :

- 502-5, 509-10.
13. Clark DE, Danforth RA, Barnes RW, Burtch ML. Radiation absorbed from dental implant radiography: a comparison of linear tomography, CT scan, and panoramic and intraoral techniques. *J Oral Implantol* 1990; 16: 156-64.
 14. Tanaka T, Toyofuku F, Nakayama E, Kanda S, Murase T, Kato M. Measurement of skin surface dose in maxillofacial CT examination. *Dent Radiol* 1988; 28: 506-12.
 15. Choi SC, Choi HM, Park RJ, Lee SS, Park TW, You DS. Accuracy of CT image in measuring the mandible for implant: Effect of mandibular position and gantry angle. *J Korean Oral Maxillofac Radiol* 1998; 28: 226-34.
 16. Osborn AG, Anderson RE. Direct sagittal computed tomographic scans of the face and paranasal sinuses. *Radiology* 1978; 129: 81-7.
 17. Schwarz MS, Rothman SLG, Chafetz N, Rhodes M. Computed tomography in dental implantation surgery. *Dent Clin North Am* 1989; 33: 555-97.
 18. Choi HM, You DS. Comparative study of the macroscopic finding, conventional tomographic imaging, and computed tomographic imaging in locating the mandibular canal. *J Korean Oral Maxillofac Radiol* 1995; 25: 535-44.
 19. Park RJ, Lee SS, Choi SC, Park TW, You DS. Influence of central panoramic curve deviation on the mandibular image reconstruction in the implant CT. *J Korean Oral Maxillofac Radiol* 1998; 28: 47-58.
 20. Preda L, Di Maggio EM, Dore R, La Fianza A, Solcia M, Schifino MR, *et al.* Use of spiral computed tomography for multiplanar dental reconstruction. *Dentomaxillofac Radiol* 1997; 26: 327-31.