

# 서지컬 가이드를 이용한 하악구치부 임프란트 식립 증례 분석

서울대학교 치의학대학원 구강악안면외과학교실, <sup>1</sup>치과보철학교실

<sup>2</sup>울산의과대학교 서울아산병원 구강악안면외과

<sup>3</sup>성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 구강악안면외과

김성민, 김명주<sup>1</sup>, 이지호<sup>2</sup>, 어미영, 팽준영<sup>3</sup>, 이종호, 김명진\*

## I. 서론

국내에서 삼차원 영상을 기반으로 서지컬 가이드를 이용하는 방법은 일찍이 Teeth-in-an-Hour<sup>®</sup>™의 이름으로 ProCera<sup>®</sup> Software 3D Planning(Nobel Biocare AB Co., Goeteborg, Sweden) 영상에 기반하여 Brånemark System<sup>®</sup>을 활용하여 소개되어 왔다. 이차원적인 단층촬영 영상을 의학용 디지털 영상통신(digital imaging and communications in medicine, 이하 DICOM) 파일로 변환하여 삼차원적으로 전환시킴으로서 삼차원 가상 치료계획 프로그램을 사용하고, 이를 통해 골량(bone quantity)과 주변 해부학적 구조를 미리 짐작하여 이상적인 임프란트를 선택할 수 있으므로 이를 통해 최종 보철물의 이상적인 형태도 계획하고, 실제로 시술하는 시간은 1시간 내로 이루어진다는 장점을 부각하여 국내에 소개되어 왔다. 그러나, 서지컬 가이드의 파절과 상부구조물과의 연결이 적절하지 않을 수 있고, 대합치와의 교합 관계에 대한 고려가 부족하여 상부 구조물에 교합력이 과중하게 지속되며, 드릴링 이후 방사선상의 골 소실이 많고 이차 감염 등이 발생하는 등의 여러 단점들도 동시에 지적되어 왔다<sup>1-2)</sup>.

여러 수입회사를 통해 소개되어온 국내 시장에 2008년부터 Osstem Implant사에서 제작한 Quick Guide Kit<sup>®</sup>

(Osstem Implant Co., Seoul, Korea)와 CyberMed사에서 제작 판매한 In2Guide<sup>®</sup>(CyberMed Co., Seoul, Korea) surgical template가 국내에서는 처음으로 삼차원 영상을 기반으로 서지컬 가이드를 활용하는 방법을 시도하여 현재 국내 임상가에게 저렴한 가격으로 삼차원 영상의 해석과 서지컬 가이드 제작을 진행해주고 있다.

이에 저자 등은 이러한 국내 기업의 초기 개발에 참여하여 여러 진단계획 및 외과적인 고려 사항 등의 다양한 경험을 해왔기에 본 원고를 통해 하악 무치악부의 4개의 임프란트를 식립한 예를 소개하고 이러한 서지컬 가이드를 이용하는 술식의 전 과정을 자세히 설명하여 본 학회 회원들 및 독자들에게 에게 도움을 주고자 원고를 준비하였다.

## II. 수술 방법 및 결과

좌측 하악 구치부가 결손인 53세 여성 환자에 대해 서지컬 가이드(surgical guide, surgical template)를 이용한 임프란트 치료를 계획하였다. 환자는 기존의 32, 33번에서 37번에 이르는 6개 치아 브리지를 지난 수년간 사용 후 최근에 브리지를 제거하고 임프란트 진료를 위해 내원하였다(Fig. 1). 환자는 전신적으로 다른 특이 사항이



Fig. 1. Preoperative panoramic view.

Corresponding author : **Myung Jin KIM**  
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry  
Seoul National University, Seoul, 110-768, Korea  
E-mail; myungkim@snu.ac.kr

Received Nov 19, 2010 Accepted Dec 7, 2010

Acknowledgement; "This work was financially supported by the grant from the Industrial technology development program(10032004-2009-12) of the Ministry of Knowledge Economy (MKE) of Korea"

없었으며 국소적인 구강내 소견에서 특별한 염증 반응 등은 관찰되지 않았다.

환자로부터 상악과 하악의 진단모형을 채득하여 임플란트 식립이 필요한 하악 좌측 대구치부위의 보철적 수복을 고려한 외과적 왁스업을 진행하였다. 계획한 보철물에 맞추어 방사선용 스텐트 (radiographic stent)를 제작하여 삼차원 단층촬영을 촬영하고, 촬영된 영상은 의학용 디지털영상통신 (digital imaging and communications in medicine, 이하 DICOM) 파일로 저장하여 On Demand 3D® (Cybermed Co., Seoul, Korea) 소프트웨어 상에서 삼차원 영상을 재편집하여서 가상의 임플란트 기술을 계획하였다.

프로그램상에서는 4개의 임플란트를 계획하였는데, Brånemark System® 의 MK III Groovy RP (Nobel Biocare AB Co., Goeteborg, Sweden) 임플란트를 선택하여 #34 번 자리에는 3.75 mm 직경으로 11.5 mm, #35 번 자리에는 3.75 mm 직경으로 10.0 mm, #36 번 자리에는 4.0 mm 직경으로 10.0 mm, 그리고 #37 번 자리에는 4.0 mm 직경으로 10.0 mm 의 임플란트를 계획하였다 (Fig. 2). 이는 삼차원 영상에서 소구치 부위에서의 치조골 폭경이 대구치 부위보다 좁아서 3.75 mm 의 직경으로 계획하였으며 하치조신경 (inferior alveolar nerve)의 주행 범위를 확인하여 최소한 3 mm 이상의 골이 하치조신경관으로 예상되는 부위의 상방에 남도록 계획하였다. 계획된 프로그램은 서지컬 가이드 제작을 위하여 파일로 저장하여 In2Guide® (CyberMed Co., Seoul, Korea)

surgical template 제작을 진행하였다. 삼차원 출력기로는 Connex 350® 3-Dimensional Printing System (Object Geometries Inc., Billerica, USA)을 이용하였는데, 미리 입력한 소프트웨어의 사양대로 임플란트의 위치와 방향에 맞추어서 원통형의 공간을 남긴 채로 삼차원 레진 모형을 출력하였다. 제작된 모형에 sleeve assembly를 장착하여 실제 임상에서 적용할 수 있도록 준비하고, 서지컬 가이드의 유지력은 하악의 전치부와 40번대의 치아 절단면에서 얻도록 제작하였으며, 이 때의 제작 오차는 0.3 mm 이하로 진행하였다 (Fig. 3).

통상적인 수술전 준비를 하고 하악좌측 부위의 전달마취 및 국소 침윤마취를 시행하였다. 국소마취를 시행한 후에 무치악 구치부에 설측으로 치우친 치조정 절개 (lingually inclined crestal incision)를 시행하고 서지컬 가이드를 장착하였다 (Fig. 4-a, b). 구강내에 적합시킨 서지컬 가이드에 미리 준비된 Quick Guide Kit® (Osstem

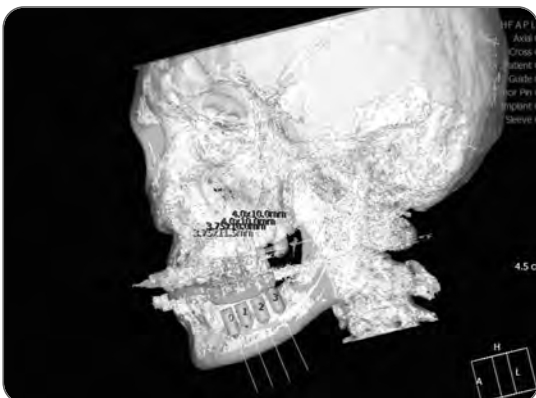


Fig. 2. Preoperative virtual planning and implant selection by using OnDemand3D® (Cybermed Co., Seoul, Korea) software program.



Fig. 3. Teeth supported surgical guide. a, superior view. b, inferior view.

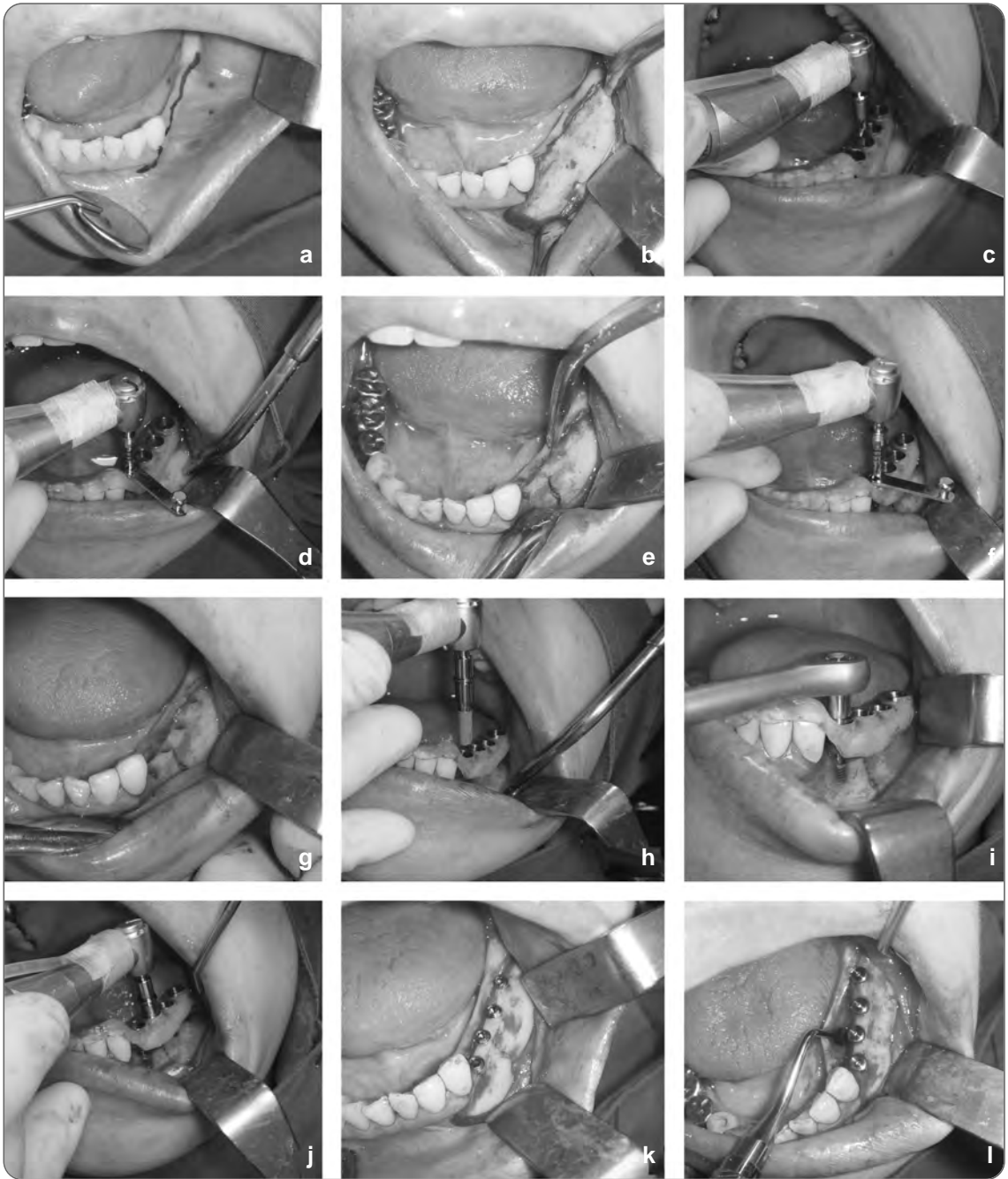


Fig. 4. Whole surgical procedures of implant fixture installation

Implant Co., Seoul, Korea) system 에서 제공된 드릴 순서에 따라 initial drill을 먼저 사용하고 (Fig. 4-c), 직경 2.7 mm 드릴을 사용하여 길이 11.5 mm, 10.0 mm 에 맞는 stopper를 이용하여 해당 길이만큼 드릴링하였다

(Fig. 4-d). 서지컬 가이드를 제거하고 직경 2.7 mm 드릴링의 위치 및 간격을 육안으로 재확인한 후에 (Fig. 4-e), 직경 3.0 mm 드릴을 이용한 드릴링을 진행하고, 연이어서 직경 3.3 mm 드릴을 이용한 드릴링을 순차적으로 시행하

였으며, #36번과 #37번 자리에는 직경 3.6 mm 드릴을 최종 드릴로 추가 드릴링하였다 (Fig. 4-f). 임플란트를 식립하기 전에 다시 서지컬 가이드를 제거하여 최종 드릴링 상태를 확인하고 (Fig. 4-g), 다시 장착된 서지컬 가이드상에 계획된 임플란트를 식립하였다 (Fig. 4-h). 식립 시 서지컬 가이드용 long mounter를 이용하기 때문에 하악구치부에서는 상악대구치부에 기구가 걸릴 수 있어서 필요하면 핸드피스가 아닌 매뉴얼로 계획된 높이까지 추가적으로 식립하게 된다 (Fig. 4-i). 식립된 임플란트 위의 mounter는 다른 임플란트가 식립될 때까지 유지함으로써 서지컬 가이드의 유지력이 증진되는 효과를 얻을 수 있었으며 (Fig. 4-j), 모두 식립하고 mounter를 제거한 후에 서지컬 가이드를 제거하여 원하는 위치와 높이로 임플란트가 위치한 것을 확인할 수 있었다 (Fig. 4-k). 마지막으로 cover screw를 식립된 임플란트에 위치시키고 (Fig. 4-l), 동요도 측정을 위한 ISQ value를 추가로 측정하였다. Cover screw가 장착된 임플란트 위로 통상적인 방법의 점막 봉합을 시행하였으며 가능한 골막이 재위치되면서 각화치은이 퇴축되지 않도록 긴장감 없이 봉합하였다. 수술후 촬영한 방사선 사진에서는 4개의 임플란트가 평행하게 처음에 계획한 높이와 방향으로 식립되어 있음을 확인할 수 있었다 (Fig. 5).

이처럼 서지컬 가이드에 의해 유도된 임플란트의 위치의 정확성을 평가하기 위해 임플란트 시술 2개월 후에 삼차원 단층촬영을 시행하였다. 이는 환자에게 사전동의를 득하고 서울대학교치과병원 임상연구윤리위원회의 규정에 맞추어 진행하였다 (IRB No. CGE09001). 역시 촬영한 단층촬영 영상은 DICOM file로 저장하여 시술전 계획하였었던 OnDemand3D® (Cybermed Co., Seoul, Korea)



Fig. 5. Postoperative panoramic view

소프트웨어 상에서 영상 융합 (image fusion) 과정을 통해 시술후 결과의 정확성을 평가하였다 (Fig. 6).

4개의 임플란트에 대해 식립 각도의 오차를 먼저 평가하고 각각의 임플란트에 대해 경부 (neck area)에서의 수평 및 수직오차, 그리고 임플란트 첨부 (apical area)에서의 수평 및 수직오차 등을 확인함으로써 공간적 오차를 비교하였다. #34번 위치의 임플란트에서의 각도오차는 0.77°, 경부에서의 수평오차는 1.207mm, 수직오차는 0.27mm 였으며, 임플란트 첨부에서의 수평오차는 1.207mm, 수직오차도 0.2mm 였다. 또한, #35번 위치의 임플란트에서의 각도오차는 2.03°, 경부에서의 수평오차는 1.076mm, 수직오차는 0.25mm 였으며, 임플란트 첨부에서의 수평오차는 0.732mm, 수직오차도 0.21mm 였다.

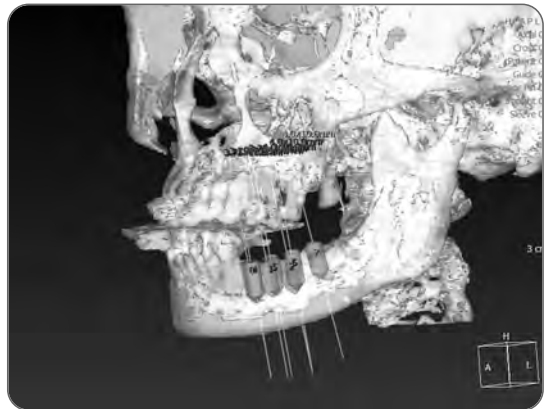


Fig. 6. Postoperative image fusion between preoperative planned image and postoperative actual image by using On Demand 3D® (Cybermed Co., Seoul, Korea) software program.

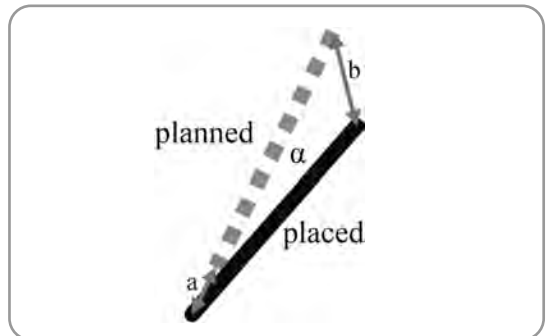


Fig. 7. Schematic image fusion drawing of matching procedure between planned and placed implant.  $\alpha$  present the angular deviation, a is the distance in mm between planned and placed implant at apex, and b is the distance in mm between planned and placed implant at neck<sup>7-8)</sup>.

#36번 위치의 임프란트에서의 각도오차는  $5.30^\circ$ , 경부에서의 수평오차는 0.629mm, 수직오차는 1.31mm 였으며, 임프란트 침부에서의 수평오차는 0.288mm, 수직오차도 1.22 mm 였다. 마지막으로 #37번 위치의 임프란트에서의 각도오차는  $2.56^\circ$ , 경부에서의 수평오차는 0.988 mm, 수직오차는 0.78mm 였으며, 임프란트 침부에서의 수평오차는 0.583mm, 수직오차도 0.70mm 였다. 수술후 환자의 구순 및 치은부의 지각 이상이나 감염 등의 다른 합병증은 관찰되지 않았으며 통상적인 치유과정을 거쳐서 임프란트 보철물을 장착하였다.

### III. 고 찰

삼차원 영상을 이용한 임프란트 식립 과정은 방사선 스텐트 제작, 삼차원 단층촬영 촬영을 통한 식립 위치 결정, 컴퓨터상의 소프트웨어를 이용하여 서지컬 가이드의 제작 및 이를 이용한 시술 과정으로 이루어진다. 전체 과정에 대해 미리 계획한 임프란트와 실제 식립된 임프란트의 위치와 방향 등에 대한 비교 분석은 반드시 시행하여야 하며, 이러한 과정이 번거롭거나 어려운 과정은 아니나, 환자 입장에서는 수술후 한번 더 단층촬영을 해야 하는 과정이 필요하기에 이러한 내용은 윤리적으로나 환자 비용적으로 술자는 고려하여 진행하여야 한다<sup>3-5)</sup>.

서지컬 가이드는 서지컬 템플레이트 (surgical template) 라고 정의할 수 있으며 이상적인 임프란트의 보철적 결과를 고려하여 기공실에서 제작되어 (laboratory-fabricated) 수술시 활용할 수 있는 (used during surgery) 유도장치 (guide or template)라고 정의될 수 있다. 또한, 영상유도법 (image guidance)은 컴퓨터 기반 계획을 통해 수술과 보철치료를 유리하기 위한 시술전의 진단 목적의 영상 이미지를 활용하는 일반적인 기술을 총칭하며, 영상화 유도 (imaging guide)는 골량, 치조골의 경사 및 형태 및 골높이와 폭경 등의 외과시술 부위를 결정하기 위해 스캔하는 것을 일컫는다<sup>6)</sup>.

이처럼 삼차원 영상에 기초를 두고 임의로 임프란트의 위치를 가상적으로 결정하고 이에 따른 수술을 진행하면서 정확성과 간편성에 대한 여러 비교연구가 진행되어 왔다.

임상적으로 가장 유용한 방법으로는 임프란트 경부 부분의 중심부의 위치, 임프란트 축이 이루는 각도의 오차를 보는 각도오차, 임프란트 경부 부분에서의 수평 및 수직 오차 및 임프란트 침부에서의 수평 및 수직오차를 수치화하는 방법이 보고되어 왔다 (Fig. 7)<sup>7-8)</sup>. 본 증례에서의 오차에 대한 내용은 결과란에 기술한 바와 같은데, 4개 임프란트의 평균오차로는 각도오차는  $2.665^\circ \pm 1.910^\circ$ , 경부에서의 수평오차는  $0.975\text{mm} \pm 0.247\text{mm}$ , 경부에서의 수직오차는  $0.652\text{mm} \pm 0.502\text{mm}$ , 임프란트 침부에서의 수평오차는  $0.700\text{mm} \pm 0.383\text{mm}$ , 임프란트 침부에서의 수직오차는  $0.600\text{mm} \pm 0.467\text{mm}$  였다.

가장 오차가 적게 식립된 것은 #34번과 #37번 위치에서 였으며 #34번 위치의 각도오차가  $0.77^\circ$  로 가장 적었고, #37번 위치에서는 임프란트 경부 및 침부에서 모두 수평과 수직오차에서 1.0 mm 이하의 오차를 보였다(Fig. 6). 워낙 다양한 여러가지 오차의 가능성을 생각할 수 있겠지만, 가장 큰 오차는 서지컬 가이드를 제작하는 과정과 실제 환자에게 가이드를 고정하고 시술하는 과정에서 생기는 부정확성에 기인한다고 생각되어진다. 실제로 점막지지 (mucosal supported) 가이드로서 골유지 (bone anchored) 가이드가 아닌 인접치아 지지 (tooth supported) 가이드를 활용함에 있어서 처음 절개후 재위치시키고 #34 번 위치를 먼저 식립하고 순차적으로 #35, #36, #37 번의 순서로 식립하였기 때문에 뒤쪽으로 갈수록 각도 및 거리의 오차는 커질 수 있을 것으로 예상되었다.

삼차원 영상을 기반으로 한 서지컬 가이드가 기존에 사용하던 외과적 스텐트에 비해 보다 우수한 정확성을 지니기 위해서는 이처럼 영상에서의 식립 계획과 실제 수술간의 오차가 적어야 하는데, 이러한 연구 내용은 현재까지 충분히 진행되어오지 못한 것이 현실이다<sup>9-12)</sup>. Meta-regression analysis를 시행한 최근의 한 연구에서는 CAD-CAM 기술로 제작한 서지컬 가이드의 정확도에 대한 논문을 정리하여 경부에서의 평균오차가 1.07 mm, 근침부에서 1.63mm이고, 식립 각도에서는  $5-6^\circ$  정도의 각도 오차를 보인다고 보고한 바 있었다<sup>13-14)</sup>. 이에 반해 본 증례에서는 비록 단순한 비교이나 수치상으

로 기존의 여러 문헌에서의 통계치에 비해 우수한 결과를 가져온 것이라 자체 평가할 수 있으나 영상에서의 사전 계획을 충분히 숙지하고 여러 발생 가능한 오차를 최소한으로 줄이기 위한 다각도적인 노력이 반드시 동반되어야 할 것으로 사료되었다<sup>15)</sup>.

## REFERENCES

1. Komiyama Ai et al. Treatment outcome of immediately loaded implants installed in edentulous jaws following computer-assisted virtual treatment planning and flapless surgery. *Clin Oral Impl Res* 2008;19: 677-85.
2. Komiyama Ai et al. Virtually planned and template-guided implant surgery: an experimental model matching approach. *Clin Oral Impl Res* 2010; in press.
3. Tahmaseb A et al. Computer-guided implant placement: 3D planning software, fixed intraoral reference points, and CAD/CAM technology. A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:541-6.
4. Giacomo GAP et al. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. *J Periodontol* 2005;76:503-7.
5. Valente F et al. Accuracy of computer-aided oral implant surgery: a clinical and radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:234-42.
6. Jung RE et al. Computer technology application in surgical implant dentistry: a systemic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;24:92-109.
7. Ozan O et al. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in implant placement. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:394-401.
8. Ersoy AE et al. Reliability of implant placement with stereolithographic surgical guides generated from computed tomography: clinical data from 94 implants. *J Periodontol* 2008;79:1339-45.
9. Pettersson A et al. Accuracy of CAD/CAM-guided surgical template implant surgery on human cadavers: Part I. *J Prosthet Dent* 2010;103:334-342.
10. Widmann G, Bale RJ. Accuracy in computer-aided implant surgery-a review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:305-13.
11. Sarment DP et al. Stereolithographic surgical templates for placement of dental implants in complex cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23: 187-95.
12. Sarment DP et al. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:571-7.
13. Lee JH et al. Implant surgery based on computer simulation surgical stent and the assessment with the image fusion technique. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2010;36:402-7.
14. Schneider D et al. A systemic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clin Oral Impl Res* 2009;20:73-86.
15. Jabero M, Sarment DP. Advanced surgical guidance technology: a review. *Implant Dentistry* 2006; 15:135-42.

## Case analysis of implant fixture installation in the posterior mandible by using of surgical template

Soung-Min Kim, Myung-Joo Kim<sup>1</sup>, Jee-Ho Lee<sup>2</sup>,  
Mi-Young Eo, Jun-Young Paeng<sup>3</sup>, Jong-Ho Lee, Myung-Jin Kim\*

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, <sup>1</sup>Department of Prosthodontics, School of Dentistry Seoul National University

<sup>2</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Seoul Asan Medical Center, College of Medicine, Ulsan University

<sup>3</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine

A 53-year-old Korean female patient with partially edentulous mandible caused by the removal of her long bridge from the left lower lateral incisor to the left second molar, was planned for the implant fixture installation. After 3-dimensional computed tomographical scanning was transferred on OnDemand3D<sup>®</sup> (Cybermed Co., Seoul, Korea) software program for the virtual planning, MK III Groovy RP implants of Braenemark System<sup>®</sup> (Nobel Biocare AB Co., Goeteborg, Sweden) were installed by using of In2Guide<sup>®</sup> (CyberMed Co., Seoul, Korea) surgical template with Quick Guide Kit<sup>®</sup> (Osstem Implant Co., Seoul, Korea) system.

Fixture installations were successful for virtual planning without any complications, such as inferior alveolar nerve damage, malpositioning, and infections. Postoperative computed tomographic scans were aligned and fused to the planned implant, and the mean angular deviation between planned and actual implant axes was  $2.665^{\circ} \pm 1.910^{\circ}$ , the mean distance between planned and actual implant at neck area was  $0.975 \text{ mm} \pm 0.247 \text{ mm}$ , horizontally, and  $0.652 \text{ mm} \pm 0.502 \text{ mm}$ , vertically. The average distance between planned and actual implant at apex area was  $0.700 \text{ mm} \pm 0.383 \text{ mm}$ , horizontally, and  $0.600 \text{ mm} \pm 0.467 \text{ mm}$ , vertically.

Implant fixture installation with surgical guide from virtual planning on the 3D image program was revealed as the precise and trustable method with higher accuracy of distance difference lower than 1.0 mm and of angular deviation lower than  $3.0^{\circ}$ . [*THE JOURNAL OF THE KOREAN ACADEMY OF IMPLANT DENTISTRY* 2010;29(2):26-32]

**Keyword :** Angular deviation, Dental implant, Surgical guide, Surgical template, Virtual plan