

# 디지털 스캔을 이용하여 제작된 임플란트 수술가이드의 정확도

정승미<sup>1\*</sup> · 방정환<sup>1</sup> · 황찬현<sup>1</sup> · 강세하<sup>1</sup> · 최병호<sup>2</sup> · 방일흠<sup>2</sup> · 전형태<sup>3</sup> · 안성훈<sup>3</sup>

연세대학교 원주의대 <sup>1</sup>치과보철과, <sup>2</sup>구강악안면외과, <sup>3</sup>부산 디오임플란트연구소

## Accuracy assessment of implant placement using a stereolithographic surgical guide made with digital scan

Seung-Mi Jeong<sup>1\*</sup>, Jeong-Whan Fang<sup>1</sup>, Chan-Hyeon Hwang<sup>1</sup>, Se-Ha Kang<sup>1</sup>, Byung-Ho Choi<sup>2</sup>, Yiqin Fang<sup>2</sup>, Hyongtae Jeon<sup>3</sup>, Sunghun An<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Prosthodontics, <sup>2</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Wonju College of Medicine, Yonsei University, Wonju, Republic of Korea

<sup>3</sup>Dio research institute, Pusan, Republic of Korea

**Purpose:** The objective of this study was to evaluate the accuracy of a stereolithographic surgical guide that was made with information from intraoral digital impressions and cone beam CT (CBCT). **Materials and methods:** Six sets of resin maxilla and mandible models with missing teeth were used in this study. Intraoral digital impressions were made. The virtual models provided by these intraoral digital impressions and by the CBCT scan images of the resin models were used to create a surgical guide. Implant surgery was performed on the resin models using the surgical guide. After implant placement, the models were subjected to another CBCT scan to compare the planned and actual implant positions. Deviations in position, depth and axis between the planned and actual positions were measured for each implant. **Results:** The mean deviation of the insertion point and angulation were 0.28 mm and 0.26°, apex point were 0.11 mm and 0.14 mm respectively. The implants were situated at a mean of 0.44 mm coronal to the planned vertical position. **Conclusion:** This study demonstrates that stereolithographic surgical guides created without the use of impressions and stone models show promising accuracy in implant placement. (*J Korean Acad Prosthodont* 2015;53:111-9)

**Key words:** CAD/CAM; Digital data; Digital impression; Digital implant; Guided surgery

## 서론

디지털 컴퓨터가이드 임플란트 수술은 구강 내를 스캔한 디지털 영상과 CBCT 디지털 영상을 사용하여 임플란트 식립 위치와 방향을 결정하고 임플란트의 식립 위치와 방향에 대한 정보를 가진 수술가이드를 제작하고 이 가이드를 이용하여 임플란트를 시술하는 방법이다. 이 방법은 골의 형태뿐만 아니라 보철치료에도 적합한 위치에 임플란트를 식립할 수 있게 해 주고, 수술 전에 미리 임플란트 상부 보철물을 디자인하고 CAD/CAM으로 제작하여 임플란트 식립 직후 바로 보철물을 장착할 수 있는 장점이 있다. 또한 수술가이드를 사용하여 플

랩리스(flapless) 임플란트 수술을 할 수 있는 장점이 있다. 플랩리스 수술은 수술 중 출혈을 줄여 주고, 수술 후 통증과 불편감을 줄여 주고, 시술 즉시 어바트먼트를 장착할 경우 상처가 거의 보이지 않아 보철물의 심미성을 향상시키고, 치유기간을 단축시킨다.<sup>1,2</sup> 플랩리스 수술은 치조골면을 보지 않고 치은에 형성한 작은 입구를 통하여 임플란트를 식립하는 blind 수술이기 때문에 신뢰할 수 있는 정확도를 가진 수술가이드 사용이 바람직하다.<sup>3</sup> 수술가이드 오차는 수술 전에 계획된 임플란트 위치와 환자 구강내에 실제로 식립된 위치와의 차이를 말한다. 문헌에 보고된 수술가이드 오차에 관한 자료에 따르면 임플란트 상단에서 평균 1.22 mm 위치변위가 생기고, 임플란트

\*Corresponding Author: Seung-Mi Jeong

Department of Prosthodontics, Wonju College of Medicine, Yonsei University,  
20 Iisan-ro, Wonju 220-701, Republic of Korea  
+82 33 741 2114 : e-mail, smj3@yonsei.ac.kr

Article history: Received January 13, 2015 / Last Revision February 16, 2015 / Accepted March 2, 2015

※ This work was supported by a research grant from Yonsei University Wonju College of medicine (YUWCM-2008-25).

하단에서 평균 1.51 mm 위치변위가 생겼다. 발생하는 각도오차는 평균 4.9°이었으며, 최대오차값은 15.3°이었다.<sup>49</sup> 각도오차 15°는 인접한 해부학적 구조물에 치명적인 손상을 줄 수 있는 오차값이다. 이들 문헌에 보고된 수술가이드는 대부분 수작업으로 방사선가이드를 제작하고 이를 수술가이드로 전환하는 방법(manual 방법)이 사용되었거나,<sup>89</sup> 수작업으로 방사선가이드를 제작하고 stereolithography로 수술가이드 제작하는 방법(stereolithography 방법)이 사용되었다.<sup>47</sup> 본 연구에서는 인상재와 석고모형을 사용하지 않고 구강 내를 스캔한 디지털 영상과 CBCT 디지털 영상을 사용하여 수술가이드를 디자인하고, CAD/CAM을 이용하여 수술가이드를 제작하였다. 이렇게 제작된 수술가이드를 사용하여 시술된 치과 임플란트의 정확도를 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험용 모델

부분 무치악 상하악 모델 6개 세트를 사용하였다. 상악 모델은 중절치가 결손되었고, 하악 모델은 제 1, 2 대구치가 양측으로 결손되었고, 상악 모델은 중절치가 결손되었다(Fig. 1). 치아 결손 부위는 2 mm 두께의 실리콘 잇몸으로 덮혀 있으며, 치조골 부위는 D1 골질의 나무재질로 제작하였다.

### 2. 실험방법

모델을 환자 구강구조로 간주하고 부분 무치악 모델을 구강 스캐너(TRIOS™, 3Shape, Inc., Copenhagen, Denmark)로 디지털 인상을 채득하였다(Fig. 2, Fig. 3). 수술가이드의 정확도 평가를 위해 제작된 Reference plate를 CBCT 촬영에 사용하였다. Reference plate는 1 mm 직경의 17개 gutta-percha marker를 가지며 그 중 3개의 marker는 X축과 Y축의 좌표축을 그을 수 있도록 제작되었다. 그림에서 붉은색 라인은 X축과 Y축을 표시하는 선이다(Fig. 4). 이 플레이트는 수술 전, 후 임플란트 위치를 평가하는데 사용된다. Reference plate를 모델의 교합면에 고정한 상태로 CBCT를 촬영하였다(Fig. 5). CBCT에서 얻은 영상파일과 디지털 인상



Fig. 2. Intraoral scanning of the resin model.



Fig. 3. Scanned model.

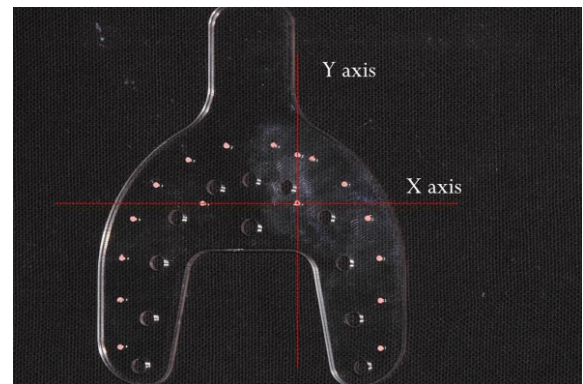


Fig. 4. Plastic plate for determination of a reference plane.



Fig. 1. Resin maxilla and mandible model with artificial silicone gums.



Fig. 5. Plastic plate attached to the resin model.

서 얻은 영상파일을 임플란트 진단 소프트웨어(Implant Studio™, 3Shape, Inc., Copenhagen, Denmark)로 전송하여 정합하고 두 영상을 정합한 영상에서 임플란트 식립위치를 진단하고, 수술가이드를 디자인하였다(Fig. 6, Fig. 7). 수술가이드 이미지를 3D printer (ProJet 3510 MP, 3D Systems, Rock Hill, SC, USA)로 수술가이드의 실물을 제작하였다(Fig. 8).

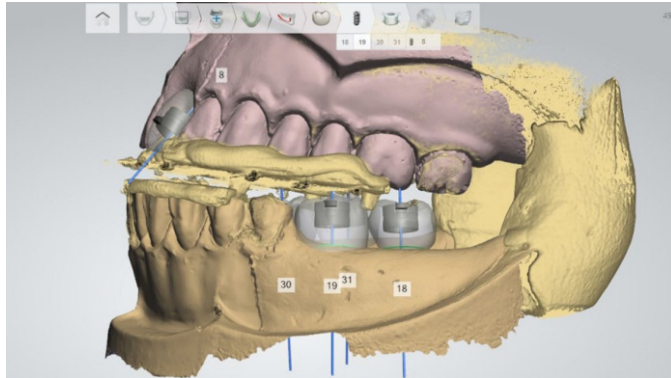


Fig. 6. The merged image of the CBCT scan and the intraoral scan.

### 3. 수술가이드를 이용한 임플란트 시술

제작된 수술가이드를 이용하여 부분 무치악 상악 모델 6개 세트에서 플랩리스 술식으로 임플란트를 식립하였다. 수술가이드를 모델에 안정적으로 장착하고 임플란트 식립위치에서 3 mm 직경의 연조직 편치를 수술가이드의 슬리브 내부로 넣고 회전시켜 실리콘 잇몸부분을 제거하였다. 이어서 Dio 수술키트(DIO NAVI Surgical Kit, Busan, Korea) 사용하여 10 mm 깊이로 드릴링을 시행하였다. 드릴링에서 첫 드릴은  $\varnothing 2.0$  mm 드릴을 사용하였다. 이 때  $\varnothing 2.0$  mm 드릴과 매칭되는 드릴튜브를 수술가이드의 슬리브 내부로 삽입한 다음, 튜브 중앙에 있는 홀 내부로 드릴을 삽입하여 드릴링하였다. 이 때 사용된 드릴튜브는 가이드 높이가 9 mm (Fig. 9), 슬리브와의 사이 공간은 0.01 mm, 드릴과의 사이 공간은 0.02 mm 였다(Fig. 10). 이어서 첫번째 드릴이 만든 통로를 따라 순차적으로  $\varnothing 2.8$  mm,  $\varnothing 3.3$  mm,  $\varnothing 3.8$  mm,  $\varnothing 4.3$  mm 드릴을 사용하였다. 모든 드릴은 상단에 stop을 가지며 이 stop이 수술가이드 상단에 닿을 때까지 저속(50 rpm)으로 드릴링을 시행하였다. 드릴링 후 상악 중절치 부위와 하악 구치부 양측에 5개의 임플란트(UF II, DIO Implant, Busan, Korea)를 각각 6개의 상악악 모델에 같은 방법으로 동일한 깊이로 식립하였다(Fig. 11).

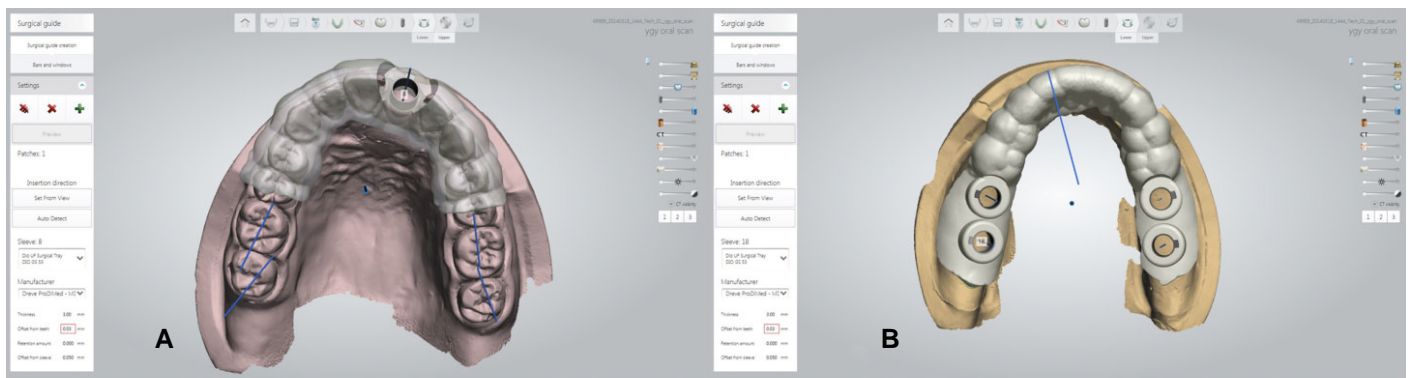


Fig. 7. Virtual surgical guides for the maxilla (A) and mandible (B).

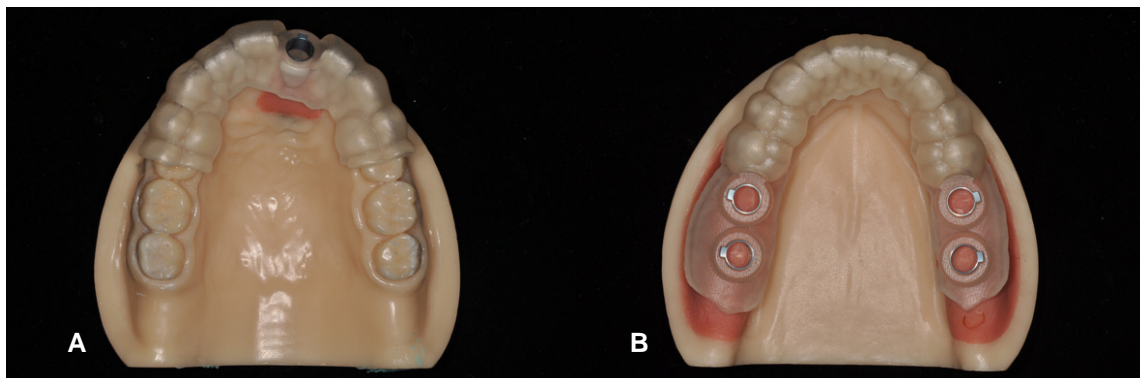


Fig. 8. Surgical guides for the maxilla (A) and mandible (B).





Fig. 9. Guide tube of 9 mm in length.



Fig. 10. Drilling through the guide tube with a 2 mm drill.

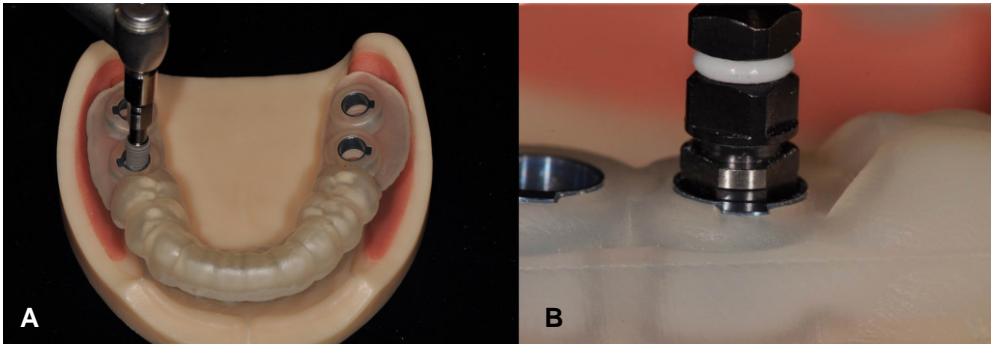


Fig. 11. Surgical guides: Implant placement using the guide (A) and implant connector position at buccal view (B).

#### 4. 수술가이드 정확도 평가

임플란트 식립 후 2번째 CBCT를 첫 번째와 동일한 방법으로 레퍼런스 플레이트를 모델의 교합면에 고정된 상태로 CBCT (PointNix, Seoul, Korea)을 촬영하였다. 식립 전, 후 CBCT영상을 Reference plate를 사용하여 매칭시키고 임플란트의 위치에 대한 좌표값을 SimPlant (Materialise, Leuven, Belgium) 소프트웨어를 사용하여 다음과 같은 방법으로 구하였다. 플레이트에 수평으로 놓여 있는 2개의 gutta-percha marker의 중심을 연결한 선을 X축으로 설정하고, 수직으로 놓여 있는 2개의 gutta-percha marker의

중심을 연결한 선을 Y축으로 설정하고, 2축이 교차하는 점을 O점으로 설정하고, XOY 면에 수직인 축을 Z축으로 설정하였다 (Fig. 12). 임플란트의 중심축에서 가장 상단에 있는 점을 임플란트 상단점 P (insertion point)로 설정하고 하단점을 P' (apex point)로 설정 하였다. XOY 면에서 P점의 좌표값 P(x, y), P'(x', y')를 각각 구하고, 임플란트 중심축이 XOY 면과 만나는 각도  $X\theta$ ,  $Y\theta$ 를 구하였다 (Fig. 13). 그리고 P점과 P'점의 Z축 방향에서 수직 오차를 구하였다. 이 과정을 통하여 식립된 임플란트의 거리 및 각도 오차를 X축과 Y축 방향에서 계산하였고, Z축 방향에서 수직 깊이의 오차를 계산하였다 (Fig. 14, Fig. 15).

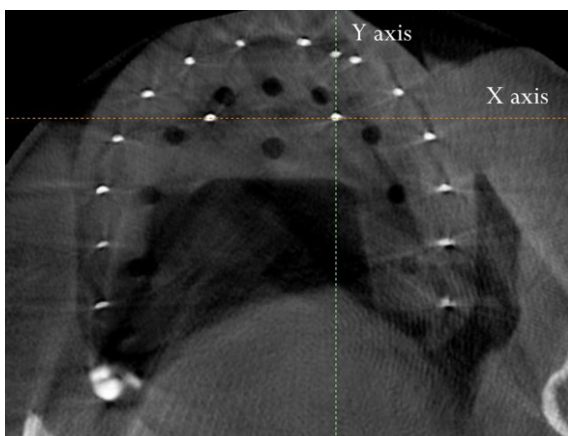


Fig. 12. The X- and Y-axis on the CBCT image.

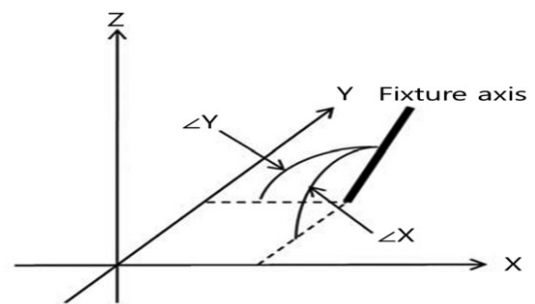


Fig. 13. These illustrations show the procedure used to determine the position and angle of the virtual implant. The insertion point P (X, Y) and apex point P' (X', Y') is determined by the crossing point between the axis of the virtual implant and the XOY-plane.  $\angle X$  ( $X\theta$ ) and  $\angle Y$  ( $Y\theta$ ) are defined as the angles from the X- and Y-axes, respectively.

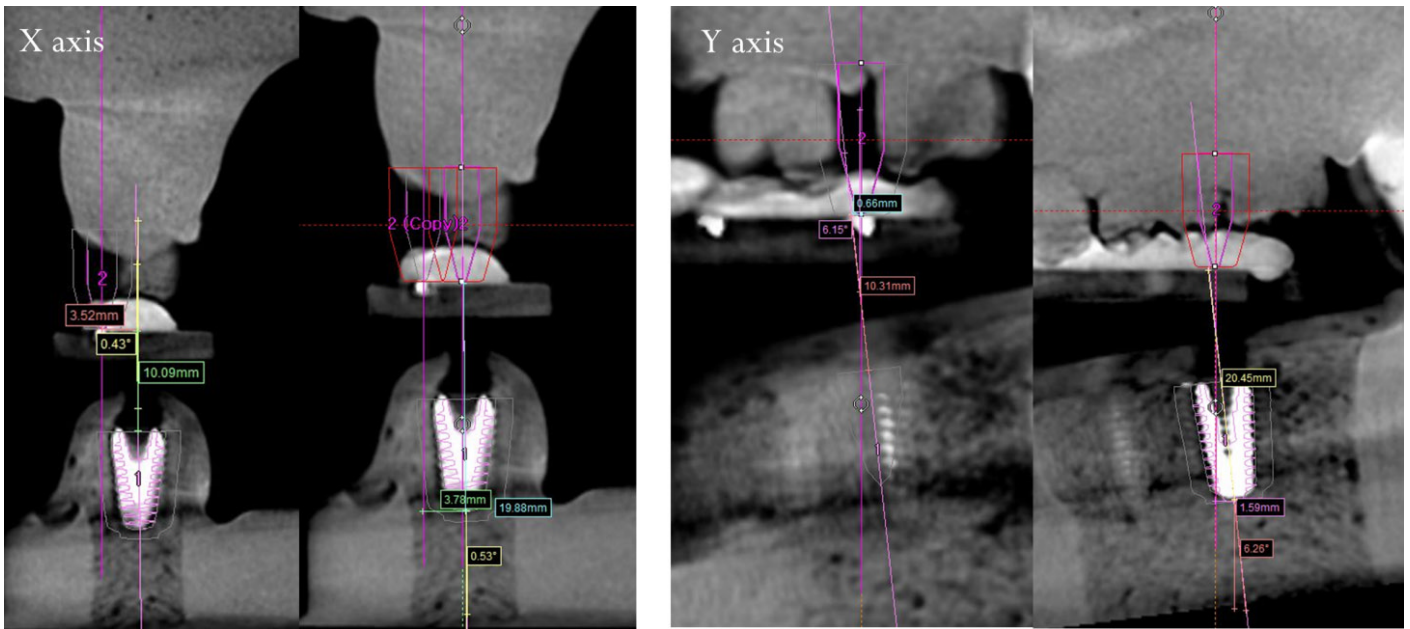


Fig. 14. Position and angulation of the implant on the CBCT image.

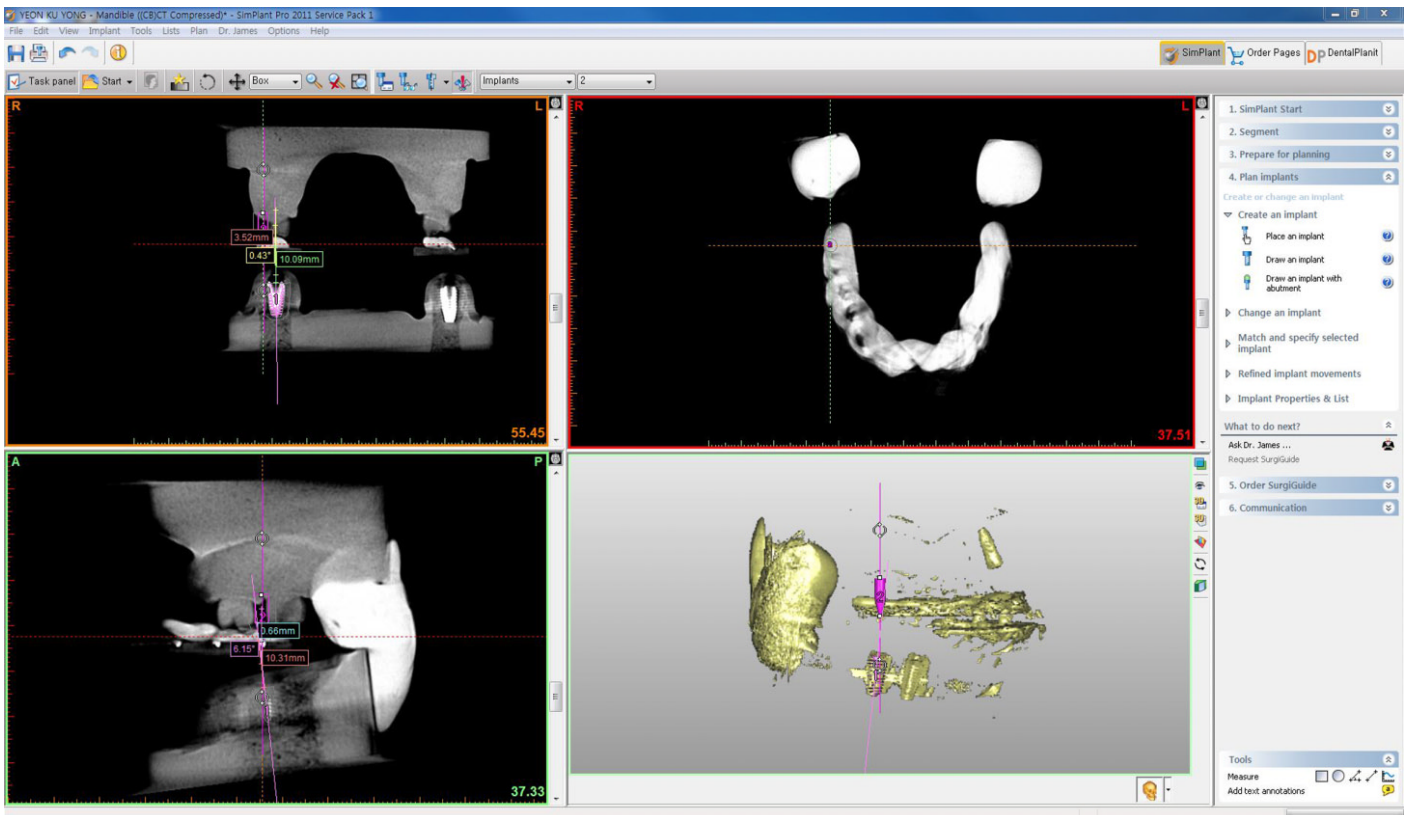


Fig. 15. Position and angulation of the implant on the Simplant software.

## 5. 통계방법

수평오차값과 수직오차값을 비교하기 위해 SPSS Ver.19.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 t 검정을 사용하였고, 또한 상악 1개 임플란트의 오차값과 하악 4개 임플란트의 오차값을 비교하기 위해  $P < .05$ 를 통계학적 유의성 있는 것으로 설정 하였다.

## 결과

제작된 모든 수술가이드는 모델에 장착했을 때 잘 맞았으며 매우 안정적이었다(Fig. 16). Table 1은 X, Y, Z축 방향에서 임플란트의 거리, 각도, 수직높이 오차값을 보여준다. 임플란트 상단 점에서 평균거리오차( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ )는 X축 방향에서  $0.27 \pm 0.11$  mm였으며, Y축 방향에서  $0.29 \pm 0.13$  mm, 하단에서 평균 거리 오차( $\Delta X'$ ,  $\Delta Y'$ )는 X축 방향에서  $0.11 \pm 0.10$  mm였으며, Y축 방향에서  $0.14 \pm 0.10$  mm였다. 평균각도오차( $\Delta X\theta$ ,  $\Delta Y\theta$ )는 X축 방향에서  $0.26 \pm 0.10^\circ$ , Y축 방향에서  $0.26 \pm 0.11^\circ$  였다. 평균수직오차( $\Delta Z$ )는  $0.44 \pm 0.17$  mm 였으며 모든 임플란트가 계획한 수직높이 보다 더 상방에 식립되었다. 수직높이의 오차가 수평오차보다 더 큰 오차값을 보였으며 이 차이는 통계적으로 유의성 있었다. 하나의 임플란트의 오차값과 다수 임플란트의 오차값 사이에는 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.

## 고찰

본 연구에서는 구강스캐너로 구강내 구조물인 치아와 점막을 스캔하여 디지털영상을 얻는 디지털인상 채득을 이용하였다. 그래서 기존에 사용하던 인상채득 과정이 필요 없고, 석고모형을 제작할 필요가 없다. 또한 석고모형이나 인상체를 우편으로 보내야 하는 불편함도 없게 된다. 디지털인상을 이용하여 수술가이드를 주문 제작할 경우 디지털 데이터를 인터넷으로 보내게 되어 제작시간을 단축시키는 장점을 가진다. 또한 실시간으로 환자에 대한 정보를 제작자와 시술자가 교환할 수 있어서 서로 의견 교환이 쉽다.<sup>10</sup>

수술가이드를 제작하는 방법은 지금까지 여러 방법들이 사용되어 왔고, 계속 발전되어 왔다. 이들 방법은 다음과 같이 나눌 수 있다. 첫 번째 방법은 수작업으로 방사선가이드를 제작하고 이를 수술가이드로 전환하는 방법(manual 방법)이다.<sup>89</sup> 이 방법은 환자의 구강 내를 인상채득하여 얻은 석고모형 상에서 Reference marker를 가진 레진 template인 방사선가이드를 수작업으로 제작하고, 제작된 방사선가이드를 입안에 장착한 상태로 CBCT 촬영을 하고, CBCT 영상에서 marker를 기준으로 임플란트 위치 정보를 얻고, 해당하는 방사선가이드 위치에 sleeve를 고정시켜 수술가이드로 전환시킨다. 두 번째 방법은 수작업으로 방사선가이드를 제작하고 stereolithography로 수술가이드 제작하는 방법(stereolithography 방법)이다.<sup>47</sup> 이 방법은 환자의 구강 내를 인상채득하여 얻은 석고모형 상에서 reference marker를 가

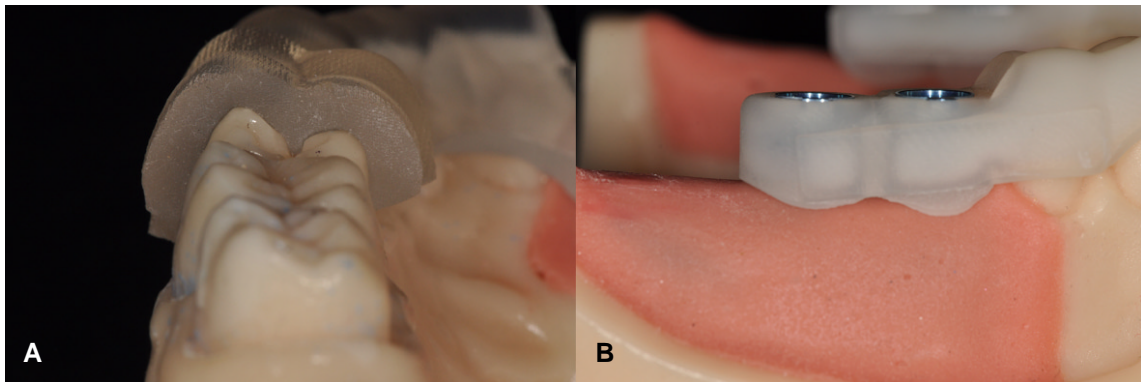


Fig. 16. Surgical guides on the resin maxilla (A) and mandible models (B).

**Table 1.** Determine the position and angle of the virtual implant at X, Y, Z-axes. The insertion point P (X, Y) and apex point P' (X', Y') are determined by the crossing point between the axis of the virtual implant and the XOY-plane.  $\angle X$  ( $X\theta$ ) and  $\angle Y$  ( $Y\theta$ ) are defined as the angles from the X- and Y-axes,  $X$  ( $X\theta$ ) and  $\angle Y$  ( $Y\theta$ ) are defined as the angles from the X- and Y-axes.  $\Delta Z$  is defined as vertical discrepancy

Discrepancy	$\Delta X$ (mm)	$\Delta X'$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	$\Delta Y'$ (mm)	$\angle X\theta$ ( $^\circ$ )	$\angle Y\theta$ ( $^\circ$ )	$\Delta Z$ (mm)
Mean	0.27	0.11	0.29	0.14	0.26	0.26	0.44
SD	0.11	0.10	0.13	0.08	0.10	0.11	0.17



진 레진 template인 방사선가이드를 수작업으로 제작하고, 제작된 방사선가이드를 입안에 장착한 상태로 CBCT 촬영을 하고, 방사선 가이드만 다시 한번 더 촬영한다. 이 2개의 CBCT 영상을 reference marker를 기준으로 중첩한 영상을 이용하여 수술가이드를 디자인한다. 이를 3D printer (stereolithography)를 이용하여 수술가이드의 실물을 만든다. 세 번째 방법은 석고모형을 스캔한 영상, CBCT 영상, CAD/CAM을 이용하여 수술가이드 제작하는 방법(partial digital 방법)이다. 이 방법은 인상 채득하여 얻은 석고모형을 스캔한 영상과 CBCT 영상을 중첩한 영상을 이용하여 수술가이드를 디자인하고, 3D printer를 이용하여 수술가이드를 제작한다. 네 번째 방법은 구강 내를 스캔한 영상, CBCT 영상, CAD/CAM을 이용하여 수술가이드 제작하는 방법(full digital 방법)이다.<sup>11-13</sup> 이 방법은 석고모형 없이 2개의 디지털 데이터인 구강스캐너로 스캔한 영상과 CBCT 영상을 중첩한 영상을 이용하여 수술가이드를 디자인하고, 3D printer를 이용하여 수술가이드를 제작한다. 문헌에 보고된 수술가이드는 대부분 manual 방법 또는 stereolithography 방법이 사용되었다.<sup>49</sup> 이들 방법으로 제작된 수술가이드 오차에 관한 자료에 따르면 임플란트 상단에서 평균 1.22 mm 위치변위가 생기고, 발생하는 각도 오차는 평균 4.9° 이었다.<sup>49</sup> 본 연구에서는 인상재와 석고모형을 사용하지 않고 full digital 방법으로 수술가이드를 제작하였다. 이렇게 제작된 수술가이드의 오차는 임플란트 상단과 하단에서 평균 0.28 mm, 0.11 mm 위치변위가 생기고, 발생한 각도 오차는 평균 0.26° 이었다. 지금까지 문헌에 보고된 수술가이드의 정확도보다 월등히 우수한 정확도를 보였다. 높은 정확도를 이끈 주된 요인은 수술가이드 제작과 관련된 제작오차의 감소와 임플란트 시술과 관련된 시술오차의 감소에서 찾을 수 있다. 인상재와 석고모형을 사용하지 않고 full digital 방법으로 수술가이드를 제작할 경우, 인상재와 석고가 굳어지는 과정에서 오는 변형으로 인한 오차가 없고 그리고 방사선가이드의 제작과정에서 발생하는 오차가 없다.<sup>7,14-19</sup> 제작오차의 감소는 환자의 구강 내에서 수술가이드의 적합도가 매우 좋은 것에서 확인할 수 있다. 수술기구의 기계적인 오차가 모든 수술가이드 시술 기구에 있다. 가이드튜브 내에서 드릴이 회전하기 위해서 드릴과 가이드튜브내부 사이에 일정 공간이 필요하고, 수술가이드 슬리브내에서 임플란트 마운터가 회전하기 위해서 일정 공간이 필요하다. 이 필연적인 공차에 의하여 시술오차가 발생된다. 본 연구에 사용된 수술키트는 시술오차를 최소로 하기 위해 제작되었다. 특히 드릴과 튜브, 튜브와 슬리브 사이에 존재하는 공차가 매우 작았고, 임플란트 마운터와 슬리브 사이에 존재하는 공차도 매우 작았고, 또한 드릴이 가이드되는 길이가 9 mm로 길었다.

본 연구에서 수직높이의 오차가 수평오차보다 더 큰 오차값을 보였다. 평균수직오차는  $0.44 \pm 0.17$  mm 였으며 모든 임플란트가 계획한 수직높이 보다 더 상방에 식립되었다. 이 수직오차는 full digital 방법으로 수술가이드를 제작하는 과정에서 발생한 것으로 여겨진다. 즉, 구강스캔 과정, 영상정합 과정 그리고

수술가이드의 이미지를 실물로 제작하는 과정에서 발생하는 오차가 종합하여 수술 때 수직오차가 발생된 것으로 여겨진다. 이 수직오차는 플러스 수직오차를 만들어 임플란트가 계획된 깊이보다 덜 들어가는 상태를 만든다. 그러므로 full digital 방법으로 제작된 수술가이드를 사용하여 임플란트 시술을 하는 경우 이러한 수직오차값을 임플란트를 식립하면서 보정하거나, 또는 식립 직후에 보정하여 수정하도록 해야 한다.

## 결론

본 연구의 결과는 석고 모형없이 직접 구강내 디지털스캔을 사용하여 제작된 수술가이드로 임플란트를 시술할 경우 계획한 임플란트 식립 위치와 방향으로 높은 정확도를 가지고 임플란트를 식립할 수 있음을 보여 주었다.

## ORCID

Seung-Mi Jeong <http://orcid.org/0000-0002-1543-7227>

## References

1. Jeong SM, Choi BH, Xuan F, Kim HR. Flapless implant surgery using a mini-incision. Clin Implant Dent Relat Res 2012;14:74-9.
2. Sclar AG. Guidelines for flapless surgery. J Oral Maxillofac Surg 2007;65:20-32.
3. Terzioğlu H, Akkaya M, Ozan O. The use of a computerized tomography-based software program with a flapless surgical technique in implant dentistry: a case report. Int J Oral Maxillofac Implants 2009;24:137-42.
4. Di Giacomo GA, Cury PR, de Araujo NS, Sendyk WR, Sendyk CL. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. J Periodontol 2005;76:503-7.
5. Rupp J, Popovic A, Strauss M, Spüntrup E, Steiner A, Stoll C. Evaluation of the accuracy of three different computer-aided surgery systems in dental implantology: optical tracking vs. stereolithographic splint systems. Clin Oral Implants Res 2008;19:709-16.
6. Van Assche N, van Steenberghe D, Guerrero ME, Hirsch E, Schutyser F, Quirynen M, Jacobs R. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. J Clin Periodontol 2007;34:816-21.
7. van Steenberghe D, Naert I, Andersson M, Brajnovic I, Van Cleynenbreugel J, Suetens P. A custom template and definitive prosthesis allowing immediate implant loading in the maxilla: a clinical report. Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17:663-70.
8. Kalt G, Gehrke P. Transfer precision of three-dimensional implant planning with CT assisted offline navigation. Int J Comput Dent 2008;11:213-25.
9. Nickenig HJ, Eitner S. Reliability of implant placement after

- virtual planning of implant positions using cone beam CT data and surgical (guide) templates. *J Craniomaxillofac Surg* 2007; 35:207-11.
10. Hajeer MY, Millett DT, Ayoub AF, Siebert JP. Applications of 3D imaging in orthodontics: part II. *J Orthod* 2004;31:154-62.
  11. Flügge TV, Nelson K, Schmelzeisen R, Metzger MC. Three-dimensional plotting and printing of an implant drilling guide: simplifying guided implant surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2013;71:1340-6.
  12. Lee CY, Ganz SD, Wong N, Suzuki JB. Use of cone beam computed tomography and a laser intraoral scanner in virtual dental implant surgery: part 1. *Implant Dent* 2012;21:265-71.
  13. Stapleton BM, Lin WS, Ntounis A, Harris BT, Morton D. Application of digital diagnostic impression, virtual planning, and computer-guided implant surgery for a CAD/CAM-fabricated, implant-supported fixed dental prosthesis: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2014;112:402-8.
  14. Torassian G, Kau CH, English JD, Powers J, Bussa HI, Marie Salas-Lopez A, Corbett JA. Digital models vs plaster models using alginate and alginate substitute materials. *Angle Orthod* 2010;80:474-81.
  15. Akyalcin S, Cozad BE, English JD, Colville CD, Laman S. Diagnostic accuracy of impression-free digital models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:916-22.
  16. Horwitz J, Zuabi O, Machtei E. Radiographic changes around immediately restored dental implants in periodontally susceptible patients: 1-year results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23: 531-8.
  17. Jung RE, Schneider D, Ganeles J, Wismeijer D, Zwahlen M, Hämmerle CH, Tahmaseb A. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:92-109.



## 디지털 스캔을 이용하여 제작된 임플란트 수술가이드의 정확도

정승미<sup>1\*</sup> · 방정환<sup>1</sup> · 황찬현<sup>1</sup> · 강세하<sup>1</sup> · 최병호<sup>2</sup> · 방일흠<sup>2</sup> · 전형태<sup>3</sup> · 안성훈<sup>3</sup>

연세대학교 원주의대 <sup>1</sup>치과보철과, <sup>2</sup>구강악안면외과, <sup>3</sup>부산 디오임플란트연구소

**목적:** 인상재와 석고모형을 사용하지 않고 디지털 영상만을 사용하여 제작된 수술가이드를 이용한 치과 임플란트 수술의 정확도를 평가하고자 하였다.

**재료 및 방법:** 상악악 부분 무치악 모델 6개 세트를 본 연구에 사용하였다. 모델을 환자 구강구조로 간주하고 부분 무치악 모델을 Trios 구강스캐너로 디지털 인상을 채득하였다. 수술가이드의 정확도 평가를 위해 제작된 Reference plate를 모델의 교합면에 고정된 상태로 CBCT를 촬영하였다. CBCT에서 얻은 영상과 디지털 인상에서 얻은 영상을 정합하고 정합한 영상에서 임플란트 식립위치를 진단하고 수술가이드를 디자인하였다. 제작된 수술가이드를 이용하여 부분 무치악 모델에서 임플란트를 식립하였다. 시술 후, 시술 전과 동일한 방법으로 CBCT를 촬영하여 시술 전 컴퓨터 소프트웨어에서 측정된 수치와 시술 후 CBCT촬영하여 소프트웨어상에서 측정한 시술 후 수치 사이 차이점을 비교하였다.

**결과:** 평균거리오차가 임플란트 상단 X축에서 0.27 mm, Y축에서 0.29 mm 였으며, 임플란트 하단(Apex)부위에서는 X축에서 0.11 mm, Y축에서 0.14 mm 평균각도오차가 X축에서 0.26°, Y축에서 0.26° 였다. 평균수직오차는 +0.44 mm로 시술 전 계획한 높이보다 평균 0.44 mm 더 위로 임플란트가 식립되었다.

**결론:** 본 연구의 결과는 인상재와 석고모형을 사용하지 않고 디지털 영상만을 사용하여 제작된 수술가이드를 사용하여 임플란트를 시술할 경우 계획한 임플란트 식립 위치와 방향으로 높은 정확도를 가지고 임플란트를 식립할 수 있음을 보여 주었다. (*대한치과보철학회지* 2015;53:111-9)

**주요단어:** CAD/CAM; 디지털 스캔; 디지털 인상; 디지털 임플란트; 가이드수술

\*교신저자: 정승미

220-701 강원도 원주시 일산로 20 연세대학교 원주 의과대학 치과보철과

033-741-2114; e-mail, smj3@yonsei.ac.kr

원고접수일: 2015년 1월 13일 / 원고최종수정일: 2015년 2월 16일 / 원고채택일: 2015년 3월 2일

© 2015 대한치과보철학회

이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라 이용할 수 있습니다.

※ 이 논문은 연세대학교 원주의과대학의 연구비(YUWCM-2008-25) 지원으로 이루어진 것임.