

# 구강스캐너를 이용하여 제작된 CT 가이드 임플란트 수술용 형판의 무치악 거리에 따른 정확도 분석

강병길 · 김희중 · 정재현\*

조선대학교 치과대학 치과보철학교실

## Accuracy of the CT guided implant template by using an intraoral scanner according to the edentulous distance

Byeong-Gil Kang, Hee-Jung Kim, Chae-Heon Chung\*

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Republic of Korea

**Purpose:** The purpose of this study is to compare the accuracy of the CT guided implant template that was produced by using an intraoral scanner according to the edentulous distance. **Materials and methods:** Five maxillary casts were fabricated using radiopaque acrylic resin with the second premolars, first molars, and second molars missing. Then a virtual cast was acquired by scanning each resin cast. Implant treatment was planned on the missing sites by superimposing the presurgical CT DICOM file and the virtual cast. Then the implants were placed using a surgical template followed by postsurgical CT scan. The distance and angle of the platform and apex between the presurgical implant and postsurgical implant were measured using the X, Y, and Z axis of the superimposed presurgical CT and postsurgical CT via software followed by statistical analysis using Kruskal-Wallis test and Mann-Whitney test. **Results:** The implant placement angle error increased towards the second molars but there was no statistically significant difference. The implant placement distance error at the platform and apex also increased towards the second molars and there was a statistically significant error at the second molars. **Conclusion:** Although the placement angle had no statistically significant difference between the presurgical implant and postsurgical implant, the placement distance at the platform and apex showed a larger error and a statistically significant difference at the second molar implant. (*J Korean Acad Prosthodont 2017;55:1-8*)

**Keywords:** CAD/CAM; Digital scan; Guided surgery

### 서론

임플란트 성공의 핵심요소는 정확한 위치로의 식립을 통한 골유착이며, 임플란트의 부적절한 위치 및 각도로의 식립은 골유착 파괴, 골이식 같은 추가적인 수술 등의 부작용을 야기할 수 있다.<sup>1</sup>

이러한 어려움을 해결하기 위해 오래전부터 수술용 Computed tomography (CT) guided implant template (수술용 형판)의 개발이 진행되었고 최근에 이르러 그 정확성은 임상적으로 적

용할 만큼 많이 향상되었다.<sup>2</sup> 수술용 형판을 사용할 경우 원하는 위치와 각도로 임플란트 식립이 가능하며 이를 토대로 수술 전에 미리 임플란트 상부 보철물을 디자인하여 임플란트 식립 직후 바로 보철물을 장착할 수 있게 되었다. 또한 짧은 수술 시간, 통증 및 치유기간의 감소와 무절개 수술이 가능하다는 장점이 있다.<sup>3</sup>

수술용 형판을 제작하는데 있어 두 가지 방법이 존재하며, 인상채득을 통해 제작된 모형과 CT 이미지를 중첩시켜 제작하는 방법과 구강스캐너를 이용하여 얻어진 이미지 데이터와

\*Corresponding Author: Chae-Heon Chung

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chosun University,

303 Pilmun-daero, Dong-gu, Gwangju 61452, Republic of Korea

+82 (0)62 220 3820: e-mail, jhajung@chosun.ac.kr

Article history: Received July 19, 2016 / Last Revision August 17, 2016 / Accepted September 7, 2016

※ This study was supported by research fund from Chosun University, 2015.

© 2017 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

CT 이미지를 중첩시켜 제작하는 방법이 있다.<sup>4</sup> 인상채득을 통해 획득된 모형을 이용하여 제작하는 방법은 다음과 같다. 채득된 모형을 모형스캐너를 이용하여 가상 모델을 제작한다. CT를 통해 경조직에 대한 방사선 이미지를 획득하고 잔존치아 등의 경조직을 참고하여 가상이미지와 방사선 이미지를 중첩시킨다. 이 중첩된 이미지에는 경조직과 연조직에 대한 이미지를 포함하며 이 정보를 토대로 임플란트 길이 및 식립 각도를 결정하고 수술용 형판을 제작하게 된다. 그러나 모형을 이용하여 제작할 경우 모형 제작시의 오차 및 인상채득 등의 번거로움이 발생한다. 이와는 다르게 구강스캐너를 이용할 경우 인상채득의 과정이 생략되며 구강스캐너를 통해 얻어진 가상 모형과 방사선 이미지를 중첩하여 수술용 형판을 제작하게 된다.

최근 들어 구강스캐너의 기술이 비약적으로 발전하였으며, 정확성에 대한 많은 연구들이 진행되었다.

Güth 등은 인상을 통해 제작된 기존의 모형에 비해 구강스캐너로 획득된 가상 모형이 더 높은 정확성을 보인다고 하였으며, 이러한 정확성을 기반으로 구강스캐너의 사용이 일반화되고 있으며 인상 채득없이 구강스캐너를 이용하여 획득된 가상 모형을 통해 수술용 형판을 제작하려는 많은 시도가 이루어졌다.<sup>6</sup>

환자의 모형을 통해 제작된 수술용 형판의 경우 많은 문헌들이 그 정확성을 보고하고 있으나 구강스캐너를 이용해 제작된 수술용 형판의 경우 구체적인 정확성에 대한 데이터가 부족한 실정이다. 더불어 수술용 형판의 경우 치아가 잔존해 있는 경우 대부분 잔존 치아에 의해 구강 내 고정이 되며 이로 인해 무치악 부위가 길수록 수술용 형판의 움직임이 더 크게 나타날 수 있어 임플란트 식립시 더 큰 오차를 야기할 수 있다. 또한 스캔 과정에 있어 무치악 부위가 길수록 스캔의 정확도에 있어서도 더 큰 오차를 보일 수 있다.<sup>7</sup>

따라서 본 연구의 목적은 구강스캐너를 이용하여 제작한 수술용 형판의 치아 결손부 길이에 따른 정확성을 비교하고자 하기 위함이다.

## 재료 및 방법

### 1. 임플란트 식립 모형 제작 및 임플란트 선택

임상에서 가장 흔한 최후방치아가 상실된 치아 점막지인 경우에 한정하여 실험을 진행하였다. 식립 모형 제작을 위해 상악 유치악 모형을 모형스캐너(Scanner S600 ARTI, Zirkonzahn, Gais, Italy)를 이용하여 스캔 후 스캔 파일상에서 상악 좌우 제2소구치, 제1대구치, 제2대구치 부위를 치아 결손 상태로 디자인하였다. 방사선 불투과성 레진(VisiJet M3 Stoneplast, 3DSYSTEMS, Rock hill, SC, USA)을 사용하여, 3D 프린터(3Dent, EnvisionTEC, Marl, Germany)로 총 5개의 상악 모형을 제작하였다. 임플란트의 경우 TSIII SA (Osstem Co., Seoul, Korea) 4.0 \* 10 mm를 선택하였다 (Fig. 1).

### 2. CT guided implant template 제작

Cone beam-CT (AZ3000CT, Osstem Co., Seoul, Korea)를 이용하여 실험모델의 CT DICOM file을 획득하였고, 각각의 실험 모형을 구강스캐너(Trios, 3shape, Copenhagen, Denmark)를 이용하여 3차원적 가상 모형을 제작하였다 (Fig. 2).

이 두 가지 영상을 소프트웨어(Ondemand 3D, Cybermed, Seoul, Korea)상에서 치아를 참고점으로 하여 중첩하였다. 임플란트는 좌우측 각각 제2소구치(#15, #25), 제1대구치(#16, #26), 제2대구치(#17, #27) 위치에 식립하기로 계획하였다. 좌우 제1소구치(#14, #24) 원심면의 협설 중앙부와 모형상의 hamular notch를 연결한 선상에서 제1소구치 치아로부터 각각 4 mm, 11 mm, 18 mm 떨어진 지점을 해당치아 식립 위치로 가정하였다. 해당위치에서 임플란트의 식립각도를 정하고 (Fig. 3A) 계획된 위치를 토대로 수술용 형판(In2Guide, Cybermed, Seoul, Korea)을 제작하였다 (Fig. 3B). 수술용 형판에는 계획된 위치와 각도가 부여된 개개의 슬리브를 포함하였으며, 각각의 모형마다 제작하였다.

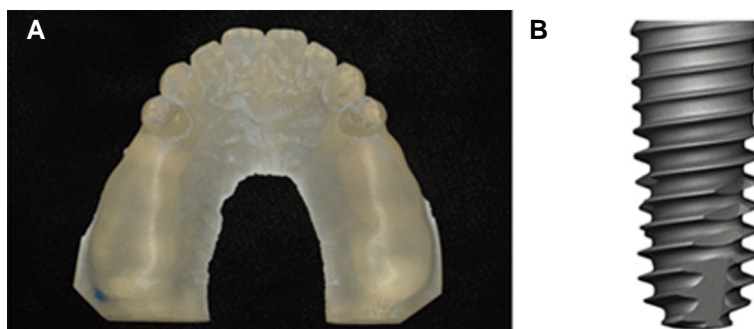


Fig. 1. Resin model and implant used in this study. (A) Resin model made by VisiJet M3 Stoneplast (3DSYSTEMS), (B) TS III SA (Osstem Co.).

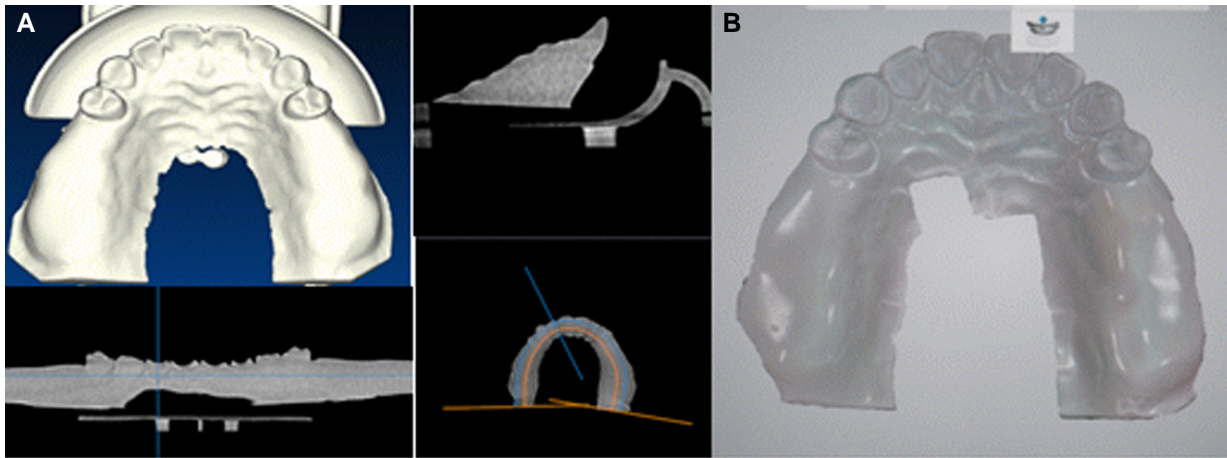


Fig. 2. (A) Pre-surgical cone beam-CT image, (B) Scan image.

### 3. 임플란트 식립

수술용 형판을 레진 모형에 장착 후 적합도를 확인하였다. 이후 In2Guide Universal kit (Cybermed, Seoul, Korea)를 이용하여 슬리브상에 순차적으로 드릴 가이드를 적용하여 드릴링을 시행

하였다 (Fig. 3C). 최종적으로 각각의 모형에서 좌우 제2소구치, 제1대구치, 제2대구치에 6개의 임플란트를 식립하였고, 5개의 모형에 총 30개의 임플란트를 식립하였다. 식립 후의 상태를 평가하기 위해 추가적인 CT 촬영을 시행하였다 (Fig. 3D).

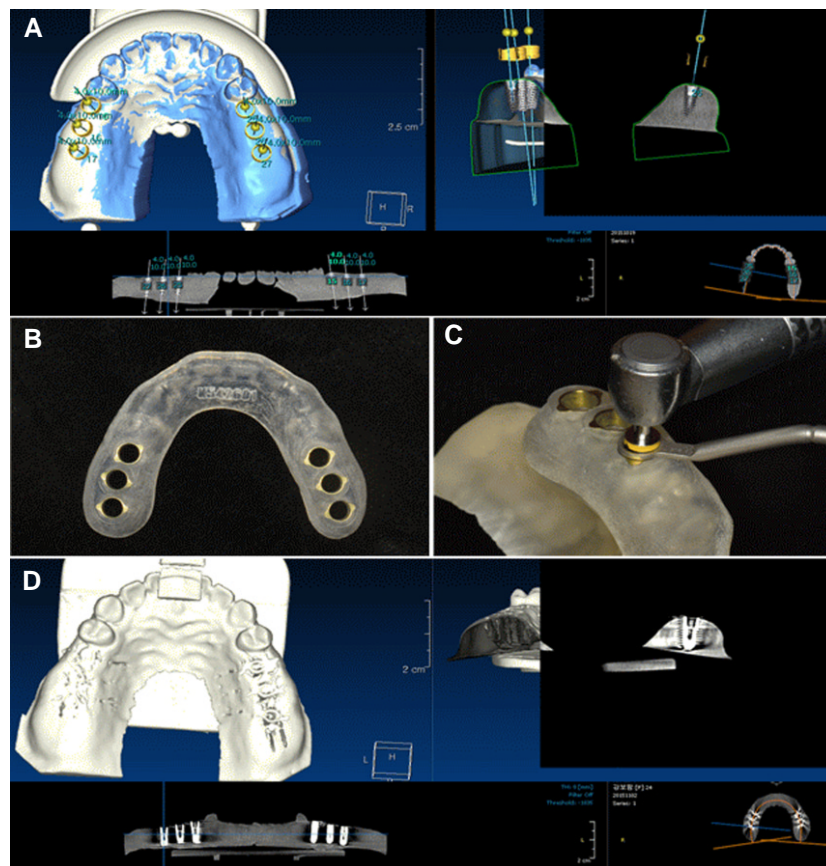


Fig. 3. Planning and insertion of implant. (A) Planning on position and angulation of the implant, (B) CT guided implant template, (C) Drilling through the implant template with a drill, (D) Post-surgical cone beam-CT image.

#### 4. CT guided implant template의 정확도 비교

임플란트 식립 후 CT DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) file과 식립 전 가상의 임플란트가 위치한 CT DICOM file를 소프트웨어상에서 좌우 견치 교두정과 제1소구치 협측 교두정을 기준으로 중첩하였다 (Fig. 4). 제2소구치 (#15, #25), 제1대구치 (#16, #26), 제2대구치 (#17, #27)의 군으로 분류하여 각 군마다 총 10개의 시편을 이용하여 정확도를 비교하였다. 계획된 임플란트와 식립된 임플란트간의 오차 거리는 임플란트의 platform과 apex의 중앙을 기준으로 계산하였고, 각도 오차 또한 계산되었다 (Fig. 5). CT 이미지의 voxel 중첩과 계산은 이전의 논문들에서 언급되었던 방식을 이용하였다.<sup>8,9</sup>

#### 5. 통계학적 분석

SPSS ver. 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 통계처리 하였으며 무치악 거리에 따른 임플란트 식립 각도 오차와 platform 부위와 apex부위에서의 식립 거리 오차를 확인하기 위해 Kruskal -Wallis test와 Mann-Whitney test를 사용하였다.

#### 결과

##### 1. Variation of platform of implant

임플란트 platform 부위에서, 계획된 임플란트 위치와 실제 식립된 임플란트 위치간 거리 오차는 제2소구치 부위에서  $0.230 \pm 0.06$  mm, 제1대구치 부위에서  $0.270 \pm 0.09$  mm, 제2대구치 부위에서  $0.480 \pm 0.12$  mm 보였다. 제2소구치 부위와 제1대구치 부위 사이에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 ( $P < .05$ ), 제2소구치 부위와 제2대구치 부위, 제1대구치 부위와 제2대구치 부위 사이에서는 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ( $P < .05$ ) (Table 1).

##### 2. Variation of apex of implant

임플란트 apex 부위에서, 계획된 임플란트 위치와 실제 식립된 임플란트 위치간 거리 오차는 제2소구치 부위에서  $0.390 \pm 0.06$  mm, 제1대구치 부위에서  $0.430 \pm 0.06$  mm, 제2대구치 부위에서  $0.640 \pm 0.07$  mm 보였다. 제2소구치 부위와 제1대구치 부

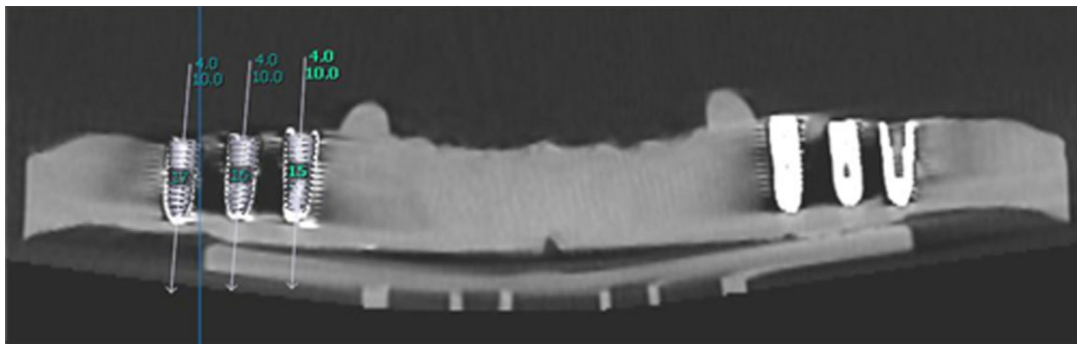


Fig. 4. Superimposition of presurgical and postsurgical CBCT scans.

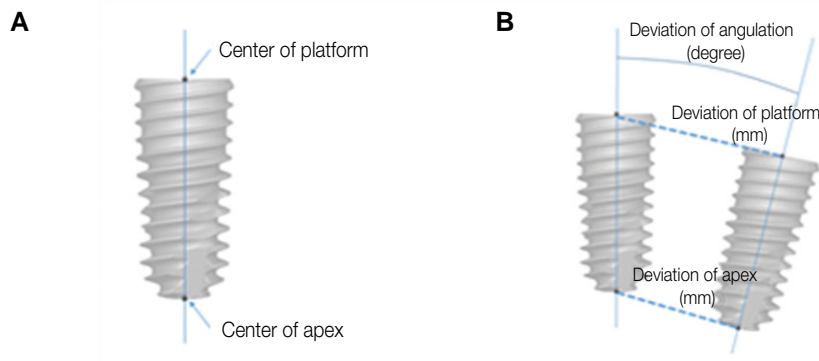


Fig. 5. Deviation between virtually planned and actually placed implant. (A) Center of prosthetic platform of implant, and apex refers to center of tip of implant, (B) Deviation between virtually planned and actually placed implant is illustrated for platform, apex, and angulation.



**Table 1.** Variation of platform of implant

Variation of platform of implant	Kruskall-Wallis	Mann-Whitney		
	Mean $\pm$ SD (mm)	#5	#6	#7
#5	0.230 $\pm$ 0.06		0.289	< 0.05 <sup>†</sup>
#6	0.270 $\pm$ 0.09			< 0.05 <sup>†</sup>
#7	0.480 $\pm$ 0.12			
All	0.325 $\pm$ 0.14			
<i>P</i> -value	< .05*			

#5-second premolar (#15, 25); #6-first molar (#16, 26); #7-second molar (#17, 27)

\* Statistically significant difference ( $P < .05$ ) (Kruskall-Wallis test);† Statistically significant difference ( $P < .05$ ) (Mann-Whitney test)**Table 2.** Variation of apex of implant

Variation of apex of implant	Kruskall-Wallis	Mann-Whitney		
	Mean $\pm$ SD (mm)	#5	#6	#7
#5	0.390 $\pm$ 0.06		0.198	< 0.05 <sup>†</sup>
#6	0.430 $\pm$ 0.06			< 0.05 <sup>†</sup>
#7	0.640 $\pm$ 0.07			
All	0.486 $\pm$ 0.13			
<i>P</i> -value	< .05*			

#5-second premolar (#15, 25); #6-first molar (#16, 26); #7-second molar (#17, 27)

\* Statistically significant difference ( $P < .05$ ) (Kruskall-Wallis test);† Statistically significant difference ( $P < .05$ ) (Mann-Whitney test)**Table 3.** Variation of angulation of implant

Group	Mean $\pm$ SD (°)				<i>P</i> -value
	#5	#6	#7	All	
Variation of angulation of implant	0.450 $\pm$ 0.14	0.510 $\pm$ 0.15	0.540 $\pm$ 0.19	0.498 $\pm$ 0.16	.384

#5-second premolar (#15, 25); #6-first molar (#16, 26); #7-second molar (#17, 27)

\* Statistically significant difference ( $P < .05$ ) (Kruskall-Wallis test)

위 사이에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 ( $P < .05$ ), 제2소구치 부위와 제2대구치 부위, 제1대구치 부위와 제2대구치 부위 사이에서는 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ( $P < .05$ ) (Table 2).

### 3. Variation of angulation of implant

계획된 임플란트 위치와 실제 식립된 임플란트 위치간 식립 각도 오차는 제2소구치 부위에서  $0.450 \pm 0.14^\circ$ , 제1대구치 부위에서  $0.510 \pm 0.15^\circ$ , 제2대구치 부위에서  $0.540 \pm 0.19^\circ$  를 보였다. 세 그룹간의 식립 각도 값의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다 ( $P < .05$ ) (Table 3).

## 고찰

임플란트 치료가 무치악 환자에서 시행되는 가장 기본적인 치료가 되면서 정확한 위치와 각도로 임플란트를 식립하는 것은 치료의 성공에 있어 가장 중요한 요인으로 생각되어진다. 수술용 형판을 사용하지 않은 경우에 있어 잘못된 위치 및 각도로 식립될 가능성이 높으며 이로 인해 주변 해부학적 구조물의 손상을 야기할 수 있다. 수술용 형판을 사용할 경우 이러한 가능성이 줄어들며 특히 골 폭이 좁은 상악 전치부나 골량이 부족한 하악 구치부의 경우 부가적인 골 이식량을 줄이고, 하치조신경관의 손상없이 임플란트 식립이 가능하게 되었다.<sup>10</sup> 최근 들어 수술용 형판 사용이 일반화되고 있으며 구강스캐너

의 정확도 향상과 맞물려 구강스캐너를 이용하여 수술용 형판을 제작하려는 많은 시도가 이루어졌다. 이러한 이유로 본 연구에서는 구강스캐너를 이용해 제작된 수술용 형판의 정확성에 대해 알아보려고 하였다.

모형을 대상으로 하여 기존의 인상을 통해 제작된 수술용 형판의 경우에 있어 Di Giacomo 등<sup>11</sup>에 의하면 임플란트 platform 부위에서는  $1.00 \pm 0.33$  mm, apex 부위에서는  $1.15 \pm 0.42$  mm, 각도는  $2.26 \pm 1.30^\circ$ 의 오차를 보였다. 다른 문헌에서도 neck 부위에서 1.06 mm, apex에서 1.25 mm, 각도는 평균  $2.64^\circ$ 의 오차를 보였으며<sup>12</sup> 많은 문헌에서 비슷한 정확도를 보였다.<sup>13</sup> 이는 임상적으로 허용할 만한 정확도이나 경우에 따라서는 주위의 해부학적 구조물을 손상시킬 수도 있다.

구강스캐너를 이용하여 제작된 수술용 형판에 관한 연구에 있어 Jeong 등<sup>14</sup>에 의하면, 구강스캐너를 이용하여 제작된 수술용 형판의 경우 임플란트 상단에서 0.28 mm, 하단에서 0.11 mm 거리오차가 발생하며, 각도에서는  $0.26^\circ$ 의 오차를 보인다고 하였고, 식립된 임플란트는 계획된 임플란트 위치보다 더 상방에 식립되었다고 보고하였다. 이는 본 연구의 결과와 유사하며 본 연구에서는 platform 부위에서  $0.325 \pm 0.14$  mm, apex 부위에서  $0.486 \pm 0.13$  mm, 각도 오차는  $0.498 \pm 0.16^\circ$ 를 보였다. 이는 인상채득과정에서의 인상체의 변형, 석고 모형 제작시의 오차, 제작된 모형을 모델 스캔시 발생하는 오차 등 다양한 요인이 원인이 될 수 있다. 구강스캐너의 경우 정확도에 있어 현재까지 한계가 존재하지만 제안되는 술식에 따라 구강 스캔시 기존의 인상보다 더 정확한 가상 모형을 얻을 수 있으며 보다 정확한 수술용 형판의 제작이 가능할 것으로 사료된다.

본 연구에 의하면 동일한 수술용 형판으로 임플란트를 식립하더라도 무치악부의 길이에 따라 정확도가 달라지는데 platform 부위와 apex 부위 모두에서 제2대구치(#17,27) 부위 식립시 더 큰 오차를 보였고 이는 통계적으로 유의할만한 차이를 보였다. 이는 결손부가 길수록 구강 스캐너의 정확도가 떨어지며<sup>15</sup> 수술용 형판의 적합도가 양호하다고 할지라도 후방으로 갈수록 형판의 하방회전이 일어날 수 있기 때문이다. 그러나 식립된 임플란트의 각도에 있어서는 결손부 길이에 따른 통계적 차이를 보이지는 않았다. 이 결과에 의하면 결손부가 길수록 수술용 형판의 정확도는 떨어지며 3개 이상의 결손치가 존재시 유의적인 차이를 보였다.

식립된 임플란트의 경우 일반적으로 platform 부위보다 apex 부위에서 더 큰 오차를 보였다. 이는 수술용 형판 내의 sleeve와 드릴 가이드 사이의 공간이 존재하고, 드릴 가이드와 드릴간의 공간이 존재함에 따라 생기는 필연적인 오차에 의한 것으로 사료되며 그 정도가 sleeve의 상방보다는 하방에서 더 큰 오차를 보이는 것으로 생각되어 진다. 그러나 platform과 apex 부위에서의 차이는 심하지 않으며 이는 임상적으로 사용할만한 오차로 여겨진다. 그럼에도 불구하고 보다 정확한 임플란트 식립을 위해서는 드릴링시 혹은 임플란트 식립시 최대한 sleeve에 수직적으로 식립하려는 노력이 필요할 것으로 생각된다.

본 실험은 구강 내와 달리 타액이 존재하지 않았기 때문에 보다 정확한 구강스캔이 가능하였다. 한편 레진모형을 사용하여 골과의 성상 차이로 인한 드릴의 삭제 정도와, 임플란트가 식립 위치에 맞물려있는 정도의 차이가 발생할 수 있었다. 또한 구강 내에서 수술용 형판이 치아와 점막위에 올라감에 따라 생기는 점막의 움직임을 재현하는데 한계가 존재하였다. 이에 관해 Petterson 등<sup>12</sup>에 의하면 실제 환자에 있어 치아지지인 경우와 치아 점막지지인 경우에 있어 정확도 차이는 없다고 하였고, Turbush 등<sup>7</sup>도 정확도에 있어 두 그룹간의 차이가 없다고 하였으나 최후방 치아가 상실된 치아 점막지지인 경우의 본 연구에서는 치아 결손부 길이에 따른 오차의 차이가 있음을 보여줌으로서, 치아지지, 치아 점막지지, 점막지지간의 정확성 비교와 더불어 실제 환자에서 적용시의 정확성에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

위의 결과를 종합해 볼 때 구강스캐너를 이용하여 수술용 형판을 제작하고 임플란트 식립시 무치악 부위가 길어질수록 정확도가 감소한다. 그러나 본 실험의 경우 제한된 개체 수와 모형 실험인 점으로 인해 정확성을 완전히 평가하기에는 한계가 있을 것으로 생각되며 보다 긴 결손부에서의 정확도에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 결론

구강 스캐너를 통해 제작한 수술용 형판을 이용하여 임플란트 식립시, 무치악 거리가 증가함에 따라 임플란트 식립 각도에서는 계획된 임플란트와 식립된 임플란트간 통계적 차이는 없었으나 platform과 apex 부위에서의 식립 거리 오차는 후방 부위의 임플란트에서 더 큰 오차를 보였으며 통계적으로 유의할 만한 차이를 보였다. 추가적인 연구가 필요하나 임상적으로 수술용 형판을 이용할 경우 이에 대한 깊은 관찰 및 임상 적용이 요구된다.

## ORCID

Byeong-Gil Kang <http://orcid.org/0000-0003-1964-5151>

Hee-Jung Kim <http://orcid.org/0000-0002-2015-1530>

Chae-Heon Chung <http://orcid.org/0000-0003-1089-2885>

## References

1. Park C, Raigrodski AJ, Rosen J, Spiekerman C, London RM. Accuracy of implant placement using precision surgical guides with varying occlusogingival heights: an in vitro study. J Prosthet Dent 2009;101:372-81.
2. Noharet R, Petterson A, Bourgeois D. Accuracy of implant placement in the posterior maxilla as related to 2 types of surgical guides: a pilot study in the human cadaver. J Prosthet Dent 2014;112:526-32.

3. Sclar AG. Guidelines for flapless surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65:20-32.
4. Ganz SD. Presurgical planning with CT-derived fabrication of surgical guides. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:59-71.
5. Güth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig* 2013;17:1201-8.
6. Reyes A, Turkyilmaz I, Prihoda TJ. Accuracy of surgical guides made from conventional and a combination of digital scanning and rapid prototyping techniques. *J Prosthet Dent* 2015;113:295-303.
7. Turbush SK, Turkyilmaz I. Accuracy of three different types of stereolithographic surgical guide in implant placement: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2012;108:181-8.
8. 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.
9. 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.
10. Villa R. A technique for the presurgical simulation of the position of computer-assisted, template-based, planned implants: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2014;112:1030-4.
11. 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.
12. Pettersson A, Kero T, Gillot L, Cannas B, Fäldt J, Söderberg R, Näsström K. Accuracy of CAD/CAM-guided surgical template implant surgery on human cadavers: Part I. *J Prosthet Dent* 2010;103:334-42.
13. Ruppini 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.
14. Jeong SM, Fang JW, Hwang CH, Kang SH, Choi BH, Fang Y, Jeon H, An S. Accuracy assessment of implant placement using a stereolithographic surgical guide made with digital scan. *J Korean Acad Prosthodont* 2015;53:111-9.
15. Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *J Prosthet Dent* 2014;111:186-94.

# 구강스캐너를 이용하여 제작된 CT 가이드 임플란트 수술용 형판의 무치악 거리에 따른 정확도 분석

강병길 · 김희중 · 정재현\*

조선대학교 치과대학 치과보철학교실

**목적:** 이 연구의 목적은 구강스캐너를 이용하여 제작된 임플란트 수술용 형판의 무치악 거리에 따른 정확성을 비교하는 것이다.

**재료 및 방법:** 방사선불투과성 아크릴 레진을 이용하여 상악 좌우 제2소구치, 제1대구치, 제2대구치 부위를 치아상실 상태로 5개의 상악 모형을 제작하고 각각의 모형을 구강스캐너를 이용하여 가상 모형을 획득하였다. 모형의 술전 CT DICOM file과 가상의 모형을 중첩 후 치아 상실 부위에 임플란트 식립을 계획하였고 제작된 수술용 형판을 이용하여 임플란트 식립 후 술후 CT촬영을 시행하였다. 술전 CT와 술후 CT를 software상에서 중첩 후 X, Y, Z축을 이용하여 임플란트의 platform과 apex 부위에서, 계획된 임플란트와 실제 식립된 임플란트의 거리 및 각 오차를 측정하고 Kruskal-Wallis test와 Mann-Whitney test를 사용하여 통계분석을 시행하였다.

**결과:** 임플란트 식립 각도 오차는 제2소구치에서 제2대구치로 갈수록 커졌으나 통계적 차이를 보이지 않았고 platform 부위와 apex부위에서의 식립 거리 오차 또한 제2소구치에서 제2대구치로 갈수록 커지나 제2대구치에서는 통계적으로 유의성 있는 큰 오차를 보였다.

**결론:** 임플란트 식립 각도에서는 계획된 임플란트와 식립된 임플란트간 통계적 차이는 없었으나 platform과 apex 부위에서의 식립 거리는 제2대구치 부위의 임플란트에서 더 큰 오차를 보였으며 통계적으로 유의할 만한 차이를 보였다. (대한치과보철학회지 2017;55:1-8)

**주요단어:** CAD/CAM; 디지털 스캔; 가이드 수술

\*교신저자: 정재현

61452 광주 동구 필문대로 303 조선대학교 치과대학 치과보철학교실

062 220 3820; e-mail, jhajung@chosun.ac.kr

원고접수일: 2016년 7월 19일 / 원고최종수정일: 2016년 8월 17일 / 원고채택일: 2016년 9월 7일

© 2017 대한치과보철학회

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

※이 논문은 2015년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.