

Computer-designed surgical guide를 이용한 임플란트 식립 시의 정확도 평가: a case series

강주현, 김진구, 배형철, 박진영, 차재국, 최성호

연세대학교 치과대학 치주과학교실, 치주조직재생연구소

Accuracy evaluation of implant placement with computer-designed surgical guide: a case series

Joo Hyun Kang, Chin Gu Kim, Hyung Chul Pae, Jin Young Park, Jae Kook Cha, Seong-Ho Choi

Department of Periodontology, Research Institute for Periodontal Regeneration, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

Introduction: Recently, with the development of the rapid prototyping (RP) technique, the implant surgical guide template has become more and more popular in clinic. This digital guide template seems to express great potential for accuracy and simplification. However, it is not completely clear whether the surgical template can actually increase the accuracy of the implant.

Purpose: The purpose of this study was to assess the accuracy of implant placement using surgical guide templates.

Materials & Methods: A total of 4 patients with missing teeth were included in our study. Preoperative cone beam computed tomography (CBCT) was performed and preoperative planning was designed with software for all patients. Implant surgical guide templates were designed and produced by a RP technique. Postoperative CBCT was performed for all patients. Image registration was carried out between postoperative CBCT data and that of preoperative planning data. Deviations of the implant between the actual and planned positions were measured and compared.

Results: The overall mean deviation at the entry point was 0.63 ± 0.37 mm and at the apex was 0.62 ± 0.43 mm in buccolingual direction and at the apical direction was 0.39 ± 0.33 . Finally, the mean deviation of implant angulation was $0.75 \pm 0.67^\circ$.

Conclusions: The result of implant position placed with surgical guide templates has not significant difference from planned position in implant shoulder, apex, and angulation. Thus, is much more suitable for complicated procedures and conditions such as the flapless method, immediate loading, aesthetic restoration, and insufficient bone height. (THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEO-INTEGRATION 2017;9(2):24-28)

Key words: Computer-aided design/computer-assisted manufacture, Computed tomography, Implant, Surgical guide

INTRODUCTION

치과 임플란트를 이용한 상설 치아의 수복은 전세계적으로 활발하게 사용되어 왔으며 임플란트를 이용한 치료방법도 지속적으로 발전해왔다¹⁾. 치과 임플란트가 발전할 수록, 골 유착만이 임플란트 수술의 유일한 목표가 아니라 보철물을 정확하게 위치시키고 치아 기능과 심미성을 회복하는 방법이 궁극적인 목표가 되었다²⁾. 결과적으로 심미적이고 최소 침습적인

임플란트 복원에 점점 더 많은 관심을 기울이고 있으며, 잔존 치조골과 해부학적 구조물의 한계를 극복하기 위해 수술의 정확도를 높이고 합병증을 예방하기 위한 방법들이 연구되고 있다.

관람 컴퓨터 단층 촬영(CBCT)은 진단 및 치료 효과 예측에 도움이 될 수 있지만, 치료 계획을 실제 수술로 옮길 때는 어려움이 동반된다^{3,4)}. 임플란트 수술 가이드 템플릿은 임플란트 치료 계획대로 임플란트를 식립 할 수 있게 도움을 줄 수 있고, 수술 단계를 단순화 할 수 있다는 장점이 있

Received November 8, 2017, Revised November 11, 2017, Accepted November 15, 2017

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 최성호, 03722, 서울시 서대문구 연세로 50-1, 연세대학교 치과대학 치주과학교실

Corresponding Author: Seong-Ho Choi, Department of Periodontology, College of Dentistry, Yonsei University, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea, Tel: +82-2-2228-3189, Fax: +82-2-392-0398, E-mail: shchoi726@yuhs.ac

다⁵⁾. 그러나 수술 가이드 템플릿이 실제로 임플란트의 정확성을 높일 수 있는지는 완전히 명확하지 않다. 수술 가이드 템플릿을 사용한 임플란트 식립과 사용하지 않은 임플란트 식립에 대한 보고들이 있지만, 템플릿을 사용한 수술에서의 치료계획과 수술결과의 정확성에 관한 데이터는 거의 없는 실정이다. 따라서 이 연구의 목적은 수술 가이드 템플릿을 사용하여 임플란트를 식립할 때의 수술 결과를 치료계획과 비교하여 정확성을 평가하는 것이다.

MATERIALS AND METHODS

상실 된 치아를 가진 총 4명의 환자가 본 연구에 포함되었다. 수술 전 콘빔 전산화 단층 촬영 (CBCT)을 시행하고 수술 전 계획을 Implant Studio™ (3Shape, Copenhagen, Denmark)로 설계하였다. 모든 임플란트는 프로그램에서 3차원적으로 적합한 위치를 결정한 뒤 최종적으로 수술이 계획되었다. 임플란트 수술 가이드 템플릿은 rapid prototyping (RP) 기술로 설계 및 제작되었다. 술 후 CBCT가 모든 환자에서 시행



Fig. 1. (a) Pre-operative clinical photo. (b) Pre-operative periapical images. (c) Pre-operative panoramic image.

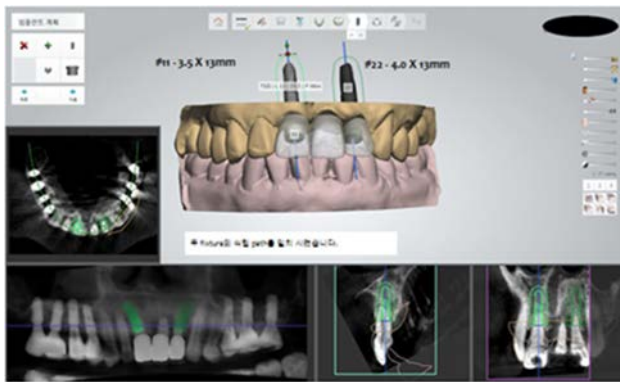


Fig. 2. Fixture placement plan.

되었다.

이미지 등록은 수술 후 CBCT 데이터와 수술 전 계획 데이터의 데이터 간에 수행되었다. 수술 후 촬영된 CBCT 데이터와 수술 전 촬영하고 임플란트의 3차원적 위치가 결정된 수술 전 데이터를 Implant Studio™ 프로그램상에서 중첩(merging)하였다. 잔존치아를 Reference로 사용하여, 수술 전 영상에서의 3차원적인 임플란트 매식체와¹⁾ 수술 후 영상에서의 실제 임플란트 매식체 사이의 편차를 측정하였다.

RESULTS

다음은 4명의 환자 중 두 명의 환자에 대하여 이루어진 술식에 대한 설명이다.

첫 번째 증례의 38세 남자 환자는 왼쪽 가운데 앞니가 흔들린다는 주소로 내원하였고, 임상적 및 방사선학적 검사를 통해 전반적인 만성 치주염과 #11,21,22 치아의 국소적인 치주염으로 진단하였으며 #11,21,22 발치와 함께 임플란트 식립을 계획하였다(Fig. 1-3). 국소마취 하에 골막을 포함한 전층판막을 형성 후 수술 가이드 템플릿을 위치시킨 후 임플란트 식립을 시행하였다.

두 번째 증례의 67세 남자 환자는 위 치아 여러 개가 흔들린다는 주소로 내원하였고, 임상적 및 방사선학적 검사를 통해 전반적인 만성 치주염으로 진단하였으며 #14,15,21,23,24,25 발치와 함께 골이식을 동반한 즉시 임플란트 식립을 계획하였다(Fig. 4-6). 국소마취 하에 골막을 포함한 전층판막을 형성 후 수술 가이드 템플릿을 위치시킨 후 임플란트 식립을 시행하였다.

총 10개의 임플란트가 4명의 환자에게 식립되었으며 수술 도중 의외의 합병증은 없었다. 모든 임플란트에서 골 유착이 이루어졌으며 임플란트 주변의 연조직과 경조직 모두 안정적이었다. Entry point에서의 전체 평균

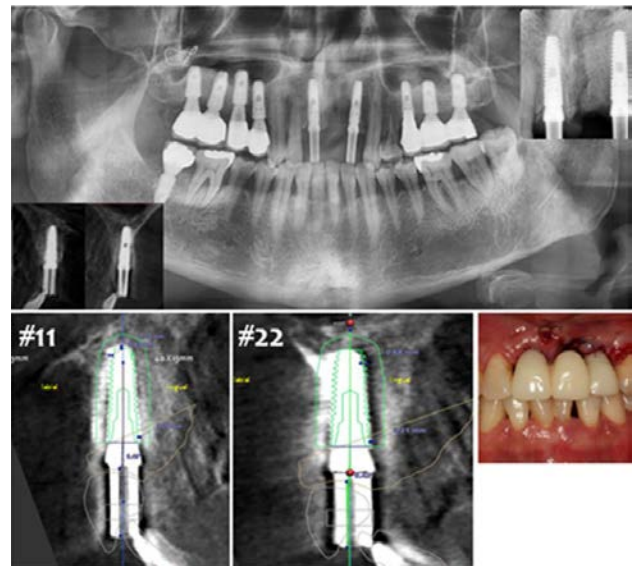


Fig. 3. Post-operative clinical and radiographic images.



Fig. 4. (a) Pre-operative clinical photo. (b) Pre-operative periapical images. (c) Pre-operative panoramic image.

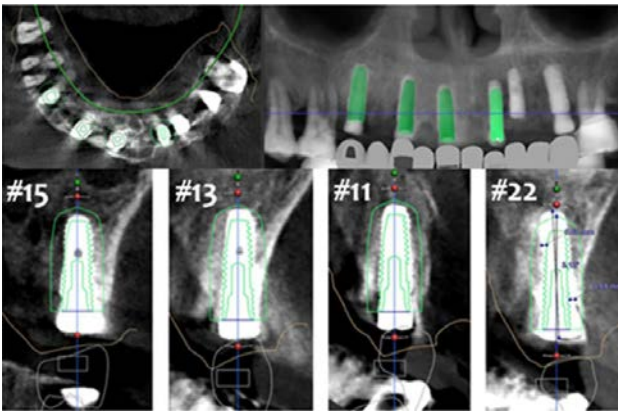


Fig. 5. Provisional bridge setting (screw type).

편차는 0.63 ± 0.37 mm 이었고 apex에서는 협설 방향으로 0.62 ± 0.43 mm, 정점 방향에서는 0.39 ± 0.33 이었다. 마지막으로, 임플란트 각도의 평균 편차는 $0.75 \pm 0.67^\circ$ 이었다(Table 1).

DISCUSSION

임플란트 치료는 치아가 상실된 환자에게 좋은 치료법이 되어왔으며 인접한 치아의 손상이 없기 때문에 편안하고 심미적인 특징과 장기적인 안정성의 장점이 있다. 그러나 복잡한 증례의 경우에는 치과 의사의 경험 부족 등으로 인해 부적절한 식립 위치, 기울어진 방향 또는 부정확한 깊이 등의 문제들이 초래될 가능성이 적지 않다. 또한 인접한 구조물의 손상, 치조골 천공 등의 합병증도 발생할 수 있다. 최근 들어 CAD 및 RP 기술의

발전으로 진료실에서 수술 가이드 템플릿의 사용과 응용이 점점 증가하고 있다.

수술 가이드 템플릿을 사용함으로써 주치의는 수술 전 계획한 구상을 실제 수술 과정으로 옮길 수 있으므로 수술 시간을 단축 할뿐 아니라 침습성을 최소화 할 수 있다⁶⁾. Nickenig 외(2010)는 템플릿을 사용한 임플란트 식립이 자유 식립보다 정확하다는 것을 발표하였다⁷⁾. 그러나 수술 가이드 템플릿이 실제로 임플란트의 정확성을 높일 수 있는지의 여부가 확실하게 증명된 것은 아니다. 또한 Brief 외(2005)는 image-guided 방식의 임플란트 식립이 자유 식립보다 더 정확한 것은 맞지만 기존의 자유 식립 방법으로도 대부분의 임상 증례에 충분히 정확성을 부여한다고 하였다⁸⁾.

수술 가이드 템플릿의 사용으로 좀더 임플란트 식립의 정확도를 향상시킬 수 있다 하더라도, 다음과 같은 요소들을 고려해야 한다. 우선, 수술 가이드 템플릿의 사용이 수술을 어렵게 만들 수 있다. 오히려 템플릿을 적용한 후에 구내 공간이 협소해졌기 때문에 술식 수행의 어려움이 상대적으로 증가한다. 둘째, 수술 가이드 템플릿의 구강내 안정성이 확보되어야 한다. 템플릿의 안정성은 임플란트 정밀도에 영향을 미치는 가장 중요한 요소 중 하나이다. 결과적으로 모든 템플릿은 계획된 자리에 정확하게 위치되지 않으면 오히려 정확도에 나쁜 결과를 초래할 수 있다.

수술 가이드 템플릿을 이용한 임플란트 식립의 정밀도와 정확성이 높을수록 수술 가이드 템플릿의 임상적 중요성이 커지고 몇 가지 장점이 생긴다. 이는 다음과 같이 요약 할 수 있다. 첫 번째 이점은 안전성이다. 충분한 수술 전 계획과 수술 가이드 템플릿의 사용은 안전성을 보장하고 합병증의 발생률을 줄여 주므로 미숙한 주치의가 임플란트 수술을 쉽게 수행할 수 있다. 두 번째 중요한 이점은 고효율성이다. 수술 가이드 템플릿을 사용하면 외과 수술 단계가 단순해지므로 수술 시간이 단축되고 환자의

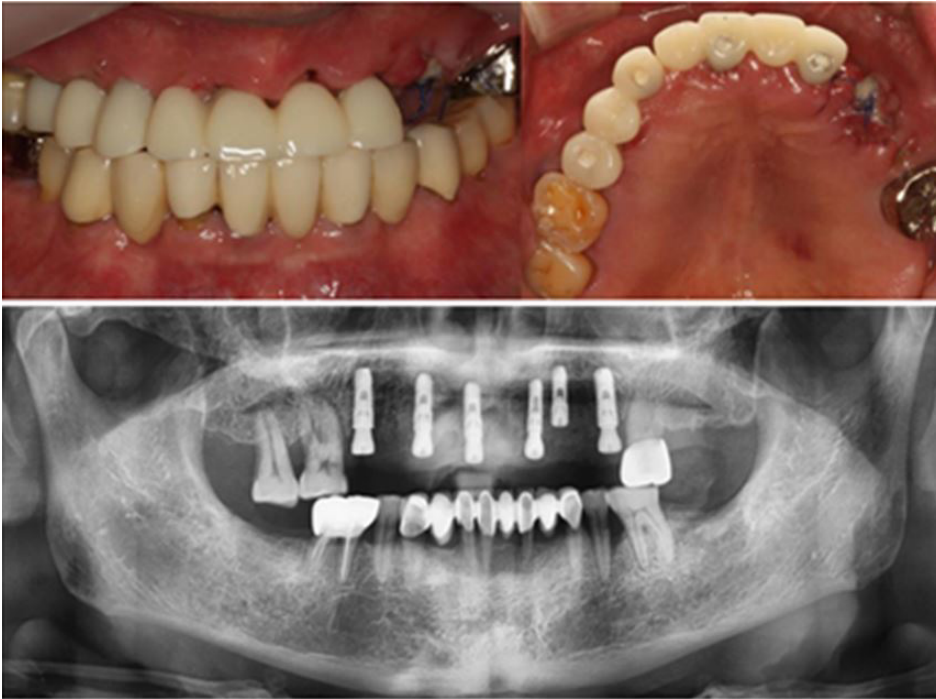


Fig. 6. Post-operative clinical and radiographic images.

Table 1. Differences in angles between implant sites of templates and surgical implantation sites

	Tooth No.	Apical	Entry Point	Apex Point	Angle
Patients1	#32	0.66	1 (Lingual)	0.97 (Lingual)	0.58
	#43	1.08	1.54 (Lingual)	1.67 (Lingual)	0.75
Patients2	#35	0.64	0.44 (Labial)	0.2 (Lingual)	2.71
	#36	0.5	0.6 (Labial)	0.95 (Labial)	0.69
Patients3	#11	0.22	0.51 (Lingual)	0.32 (Lingual)	0.55
	#13	0	0.48 (Lingual)	0.34 (Lingual)	0.59
	#15	0	0.49 (Lingual)	0.4 (Lingual)	0.48
	#22	0	0.77 (Buccal)	0.3 (Lingual)	0.25
Patients4	#11	0.33	0.28 (Lingual)	0.43 (Labial)	0.49
	#22	0.42	0.21 (Lingual)	0.64 (Labial)	0.42
	Average	0.39	0.63	0.62	0.75
	SD	0.33	0.37	0.43	0.67

불편함이 줄어 든다. 세 번째 이점은 최소 침습성이다. 몇몇 증례에서는 임플란트 식립 후 치조골 천공이나 노출을 피하기 위해 시각적으로 수술 영역을 완전히 노출시키는 전층 판막 거상이 부득이하게 필요하다. 그러나 수술 가이드 템플릿을 사용하면 수술 후 팽창과 통증을 예방할 수 있는 flapless 접근이 가능하다⁹⁾. 또한, 상악 구치부에서 치조골 높이가 불충분한 환자에서는 수술 가이드 템플릿의 안내에 따라 비스듬히 삽입함으로써 상악동 거상술이 생략 될 수 있다¹⁰⁾. 또 다른 장점은 심미적 이점이다. 3차원적으로 적절한 임플란트의 위치는 심미적으로 우수한 보철물을 제작할 수 있는 기초가 된다. 임플란트가 순면으로 기울어지면 치은의 퇴축을 초래할 수 있으며, 심미적 결과에 나쁜 영향을 미칠 수 있다.

CONCLUSION

결론적으로 수술 가이드 템플릿을 만드는 데 CAD 및 RP 기술을 사용하면 임플란트의 위치에 대해 보다 높은 정밀도와 정확도를 얻을 수 있다. 그러나 수술 가이드 템플릿을 사용하려면 환자가 추가적 비용과 대기 시간을 감당해야 한다. 따라서 우리는 수술 가이드 템플릿이 flapless 접근법, 즉각적인 하중, 심미적인 수복 및 불충분 한 치조골 높이와 관련된 복잡한 경우에 훨씬 적합하다고 제안한다.

REFERENCES

- Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg*. 1981 Dec;10(6):387-416.
- Bahat O, Fontanesi RV, Preston J. Reconstruction of the hard and soft tissues for optimal placement of osseointegrated implants. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1993;13(3):255-75.
- Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M, Schutyser F, Suetens P, van Steenberghe D. State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Investig*. 2006 Mar;10(1):1-7.
- Worthington P, Rubenstein J, Hatcher DC. The role of cone-beam computed tomography in the planning and placement of implants. *J Am Dent Assoc*. 2010 Oct;141 Suppl 3:19S-24S.
- Hultin M, Svensson KG, Trulsson M. Clinical advantages of computer-guided implant placement: a systematic review. *Clin Oral Implant Res*. 2012 Oct;23 Suppl 6:124-35.
- Cassetta M, Di Mambro A, Giansanti M, Stefanelli LV, Cavallini C. The

- intrinsic error of a stereolithographic surgical template in implant guided surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013 Feb;42(2):264-275.
7. Nickenig HJ, Wichmann M, Hamel J, Schlegel KA, Eitner S. Evaluation of the difference in accuracy between implant placement by virtual planning data and surgical guide templates versus the conventional free-hand method - a combined in vivo - in vitro technique using cone-beam CT (Part II). *J Craniomaxillofac Surg.* 2010 Oct; 38(7):488-93.
 8. Brief J, Edinger D, Hassfeld S, Eggers G. Accuracy of image-guided implantology. *Clin Oral Implant Res.* 2005 Aug;16(4):495-501.
 9. Nickenig HJ, Eitner SJ. Craniomaxillofac Surg. Reliability of implant placement after virtual planning of implant positions using cone beam CT data and surgical (guide) templates. *J Craniomaxillofac Surg* 35: 207-211, 2007.
 10. Van Assche N, Vercruyssen M, Coucke W, Teughels W, Jacobs R, Quirynen M. Accuracy of computer-aided implant placement. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Oct;23 Suppl 6:112-23.