

디지털 가이드 수술의 이해와 임상적 적용

경희대학교 치과대학 치과보철학교실

백 장 현, 권 금 록, 김 형 섭, 배 아 란, 노 관 태, 홍 성 진, 이 현 중

ABSTRACT

Need-to-knows about Digital Implant Surgery

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University

Janghyun Paek, Kung-Rock Kwon, Hyeong-Seob Kim, Ahran Pae, Kwantae Noh, Sung-Jin Hong, Hyeon-jong Lee

Nowadays computer-guided “flapless” surgery for implant placement using templates is gaining popularity among clinicians and patients. The advantages of this surgical protocol are its minimally invasive nature, accuracy of implant placement, predictability, less post-surgical discomfort and reduced time required for definitive rehabilitation. Aim of this study is to describe the digital implant protocol, thanks to which is now possible to do a mini-invasive static guided implant surgery. This is possible thanks to a procedure named surface mapping based on the matching between numerous points on the surface of patient’s dental casts and the corresponding anatomical surface points in the CBCT data. With some critical points and needing an adequate learning curve, this protocol allows to select the ideal implant position in depth, inclination and mesio-distal distance between natural teeth and or other implants enabling a very safe and predictable rehabilitation compared with conventional surgery. It represents a good tool for the best compromise between anatomy, function and aesthetic, able to guarantee better results in all clinical situations.

Key words : Digital implant surgery, Guide surgery, CBCT, Flapless, Immediate loading

Corresponding Author

Janghyun Paek

Assistant Professor

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University

23 Kyungheedaero, Dongdaemungu, Seoul, Korea 02449

E-mail : paek217@gmail.com

I. 서론

임플란트의 식립은 부분 혹은 완전 무치악 환자를 수복하는 가장 기능적인 방법으로 그 사용이 날로 많아지고 있다. 보다 더 예측 가능하고 장기간 유지 가능

한 임플란트 치료를 위하여 많은 방법들이 소개되어 왔다. 임플란트의 제 기능을 충분히 발휘하기 위해서는 보철물이 제작될 위치에 정확히 심는 것이 최우선이다. 환자의 해부학적 한계에만 기초하여 최종 보철물의 위치와 무관하게 식립된 임플란트는 식립 후 많

은 기계적, 생물학적 문제들을 야기할 수 있다. 따라서 많은 임상가들은 임플란트를 어떻게 하면 정확한 위치에 심을 수 있을지를 고민해 왔다.

최근에 CBCT의 발전과 구강 스캐너, 모형 스캐너의 발전으로 컴퓨터 모의 시술(virtual planning)을 이용하여 제작하는 수술 가이드가 널리 사용되고 있다. 가장 큰 장점은 임플란트의 식립을 미리 예측할 수 있다는 점과 판막을 거상하지 않아 최소 침습적 시술이라는 점이다. 이러한 컴퓨터 가이드가 개발되어 실제 임상에서 널리 사용된 것은 2007년 경이다. 하지만 CT의 정확성, 스캐너의 정확성, 중첩의 문제로 끊임없는 논란이 있었지만, 최근 한국을 중심으로 디지털 치의학이 급속도로 발전하면서 정확성의 문제는 임상에서 사용하기에 문제가 없는 수준까지 발전하였다. 이 논문에서는 CT 데이터와 환자의 구강 스캔 데이터를 이용한 컴퓨터 모의 시술을 통하여 임플란트를 식립하는 술식을 “가이드 수술”이라는 단어로 통칭하여 표현할 것이고, 다양한 증례들을 통하여 어떻게 가이드 수술을 실제 임상에서 활용하는지를 설명할 예정이다.

II. 증례의 분류

가이드 수술을 하기 위해서는 해당 증례가 어떠한 분류에 속하는지 먼저 구분해야 한다. 제 1형은 부분

무치악으로 치열에 보철물이 많지 않은 경우이다. CBCT의 왜곡이 적기 때문에 별도로 radiographic guide를 제작하지 않아도 되는 비교적 간단한 증례들이다. 제2형은 부분 무치악인데 인접 치열에 보철물이 많은 경우이다. 환자 구강 내에 금속 보철물이 많은 경우, CBCT 데이터 상에서 변짐 현상이 일어나므로 치아 형태를 정확히 알아볼 수 없는 경우가 많다. 이런 경우에는 radiographic guide를 별도로 제작하여 CT scan을 두 번 해야 한다(double scan protocol). 제3형은 완전 무치악의 경우로, 제2형과 마찬가지로 radiographic stent가 필요하고 CT scan 역시 double scan을 해야 한다.

III. 임상 증례 보고

제1형. 부분 무치악으로 치열에 보철물이 많지 않은 경우

상악 우측 제2소구치 결손 부위에 임플란트 식립을 계획하였다(그림 1). 임플란트 식립 공간이 충분치 않았기 때문에(그림 2) 가이드 수술을 통하여 정확한 임플란트 식립을 도모하였다.

환자의 초진 진단 모형을 모형 스캐너로 스캔하고(그림 3), 환자의 부분 무치악 부위를 CT 촬영하여 두 데이터를 중첩시켰다.

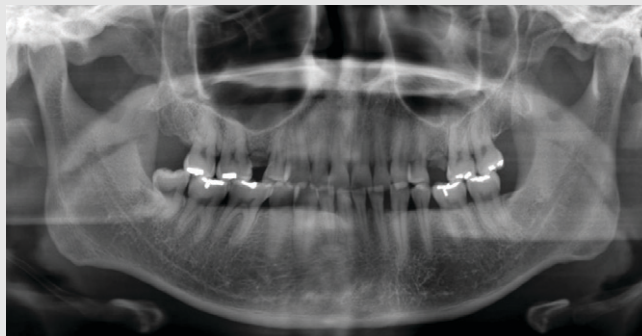


그림 1. 초진 파노라마 사진 (상악 우측 제2소구치 결손 상태)



그림 2. 초진 구강 내 사진 (상악 우측 제2소구치 결손 상태)

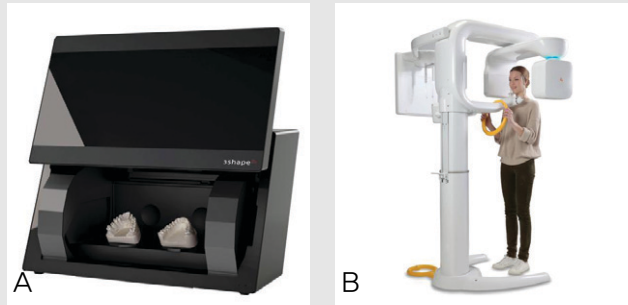


그림 3. A. 모형 스캔 B. CT 촬영 (해당 이미지는 이해를 돕기 위한 사진으로 실제 증례 사진은 아님)

두 데이터를 중첩시킨 후, 소프트웨어 상에서 임플란트의 정확한 식립을 계획하였다(그림 4).

임플란트 식립 계획이 끝난 후, 즉시 부하를 위한 임시 지대주 제작과 임시 보철물 제작을 진행하였다. 지대주의 형태, emergence profile, 치경부 형태 등을 소프트웨어 상에서 디자인하였다(그림 5).

가이드의 설계와 임시 보철물의 설계가 마무리 되었

고, 수술 전 가이드와 임시 보철물이 준비되었다. 소프트웨어 상에서 계획한 대로 실제 임플란트 수술이 진행되었고, 빠르고 정확한 식립이 진행되었다(그림 6). 사전에 소프트웨어 상에서 계획한 대로 진행되었기에 판막 거상 없이 진행하였다.

식립이 완료된 후, 미리 제작했던 지대주와 임시 보철물을 구강내에 체결하였다. 원하는 위치에 정확히

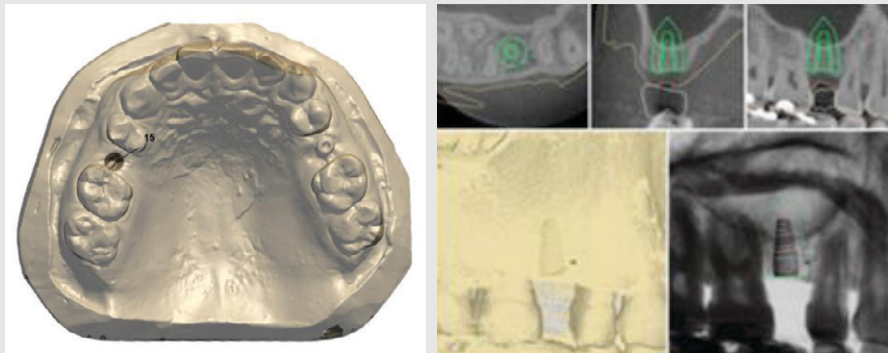


그림 4. 모형 스캔과 CT 데이터를 중첩시킨 후 소프트웨어 상에서 임플란트 식립을 계획

임상가를 위한 특집 3

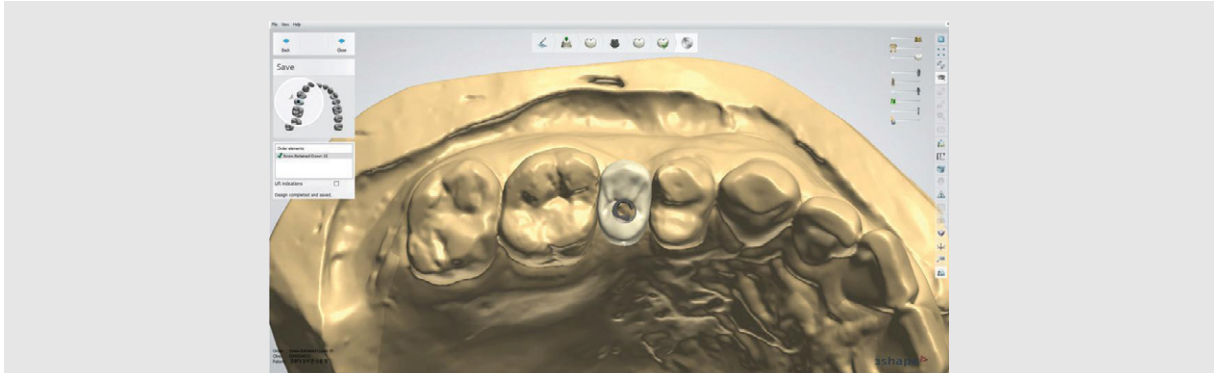


그림 5. 즉시 부하를 위한 임시보철물 디자인



그림 6. 가이드 수술을 이용한 무절개 임플란트 식립

식립된 것을 확인할 수 있다(그림 7).

이처럼 구강 내에 금속 보철물이 많지 않은 부분 무치악 환자의 경우에는 환자의 초진 모형 스캔과 CT 촬영만으로 간단하게 가이드 수술을 할 수 있다. 구강 스캐너가 있는 경우, 구강 스캐너를 이용하는 것도 간편하고 좋은 방법이다.

제2형. 부분 무치악으로 치열에 보철물이 많은 경우

금속 보철물이 많은 경우는 CT 데이터가 정확하지 않으므로, 제1형과 같이 CT 데이터와 구강 스캔 데이터를 바로 중첩시키는 것은 정확하지 않다. 따라서 중첩의 정확성을 위하여 중간 매개체인 radiographic



그림 7. 식립과 즉시부하와 완료된 모습

guide를 제작해야 한다. 최근에는 산란이 적은 고화질 CT를 이용하거나, 방사선 불투과성 레진 등을 보철물의 협면에 부착하여 CT를 촬영하는 방법 등으로 중첩의 정확성을 향상시키고 있으나, 아직까지는 radiographic guide를 사용하는 것이 더 정확하고 예측 가능한 것으로 생각된다.

상악 전치부 부분 무치악인 환자가 내원하였다(그림 8). 임플란트를 이용한 보철 수복을 원하였고

가이드 수술을 계획하였다. 상악 치열에 다수의 금속 보철물이 있는 상태로 radiographic guide를 제작하여 CT double scan을 하였다(그림 9, 10).

이렇게 두번 촬영한 CT 데이터를 중첩시켜 소프트웨어 상에서 임플란트의 가상 식립을 계획하였다. 최종 보철물의 형태와 위치, 그리고 골의 형태와 폭 등 해부학적 요인들을 함께 고려하여 임플란트의 가상 식립을 마무리하고 가이드를 제작하였다(그림 11).

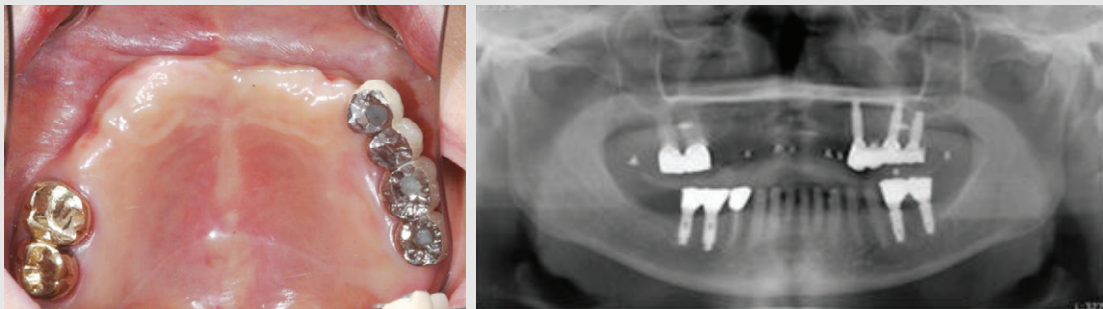


그림 8. 상악 전치부 부분 무치악 환자의 초진 사진.

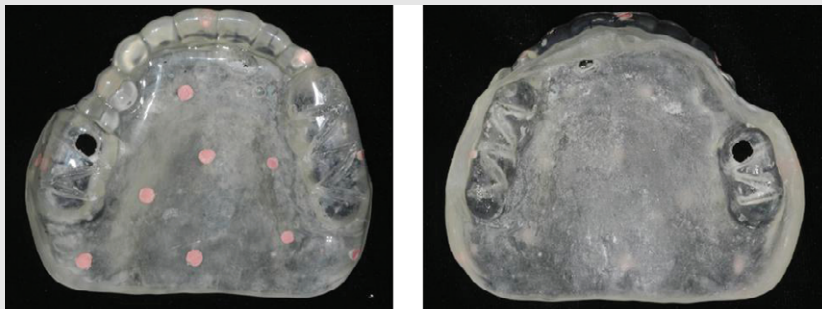


그림 9. 투명 레진을 이용하여 제작한 radiographic guide

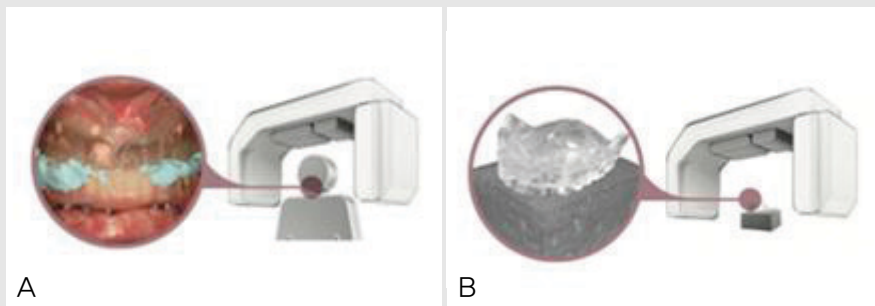


그림 10. A. Radiographic guide를 구강내에 장착한 상태로 CT 촬영 B. Radiographic guide만 따로 CT 촬영 (해당 이미지는 이해를 돕기 위한 사진으로 실제 증례 사진은 아님)

임상가를 위한 특집 3

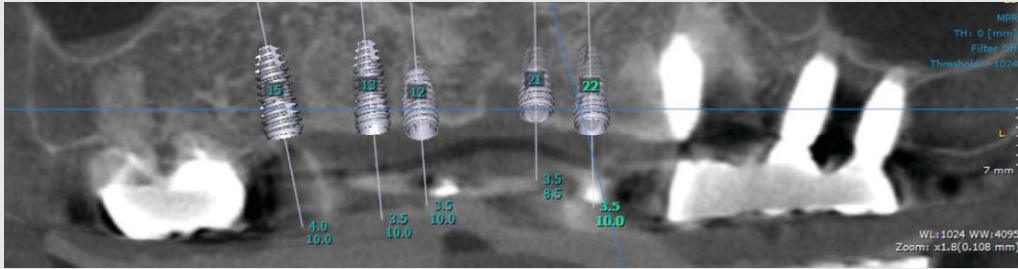


그림 11. 소프트웨어 상에서의 임플란트 가상 식립

제작된 가이드를 구강 내에 위치시키고, 판막 거상 없이 임플란트를 사전에 계획한 대로 식립하였다(그림 12).

원하는 위치에 정확하게 식립된 모습을 확인할 수 있었고, 충분한 치유기간을 거친 후에 최종 보철물을 제작하여 구강 내에 장착하였다(그림 13).

이처럼 다수의 금속 보철물을 가지고 있는 환자의 경우, radiographic stent를 만들어서 double

scan을 하여 가이드 수술을 진행한다. 예전에는 치과 의사가 radiographic stent를 만드는 것이 번거롭고 수고스러워 이런 경우 가이드 수술을 포기하는 경우가 많았지만, 최근에는 가이드수술 업체에서 교합상의 형태로 radiographic guide까지 제작을 하여 보내주기 때문에 마운팅된 초진 모형만 보내면 손쉽게 radiographic guide를 제작할 수 있다.



그림 12. 무절개 임플란트 식립



그림 13. A. 임플란트 식립 후 B. 임플란트 보철물 장착 후

제3형. 완전 무치악

완전 무치악 환자에게 가이드 수술을 계획할 때에도 제2형과 마찬가지로 radiographic guide를 제작해야 한다. 기존에 사용하던 의치를 복제하여 radiographic guide를 만드는 방법이 주로 사용되었으나, 이는 투명 아크릴릭의 변형과 정확성 등의 문제로 현재는 많이 사용되지 않는다(그림 14).

저자가 주로 사용하는 방법은 기존 의치나 새로 제작한 임시 의치에 gutta percha와 같은 방사선 불투과성 물질(fiducial marker)을 삽입하여 이를 radiographic guide로 활용하는 방법이다(그림 15).

상악은 완전 무치악, 하악은 부분 무치악인 환자가 내원하였다(그림 16). 가이드 수술 및 즉시 부하를 계획하였고 임플란트 시술에 앞서 임시 의치를 제작하여



그림 14. 기존의 의치를 복제하여 만든 radiographic stent



그림 15. 임시 의치에 gutta percha를 충전하여 만든 radiographic guide

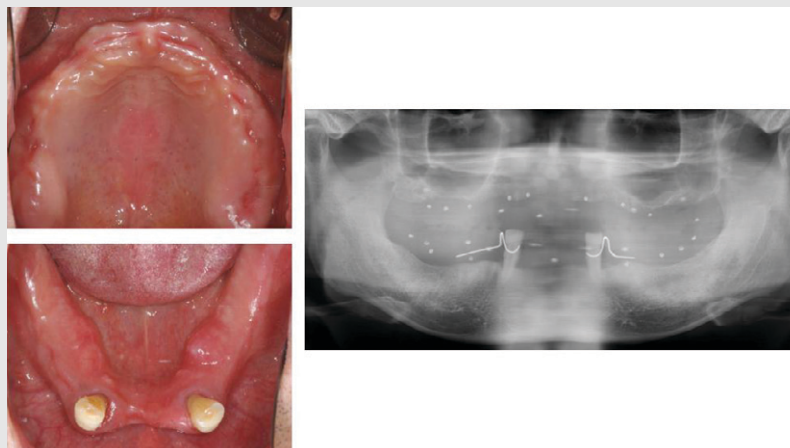


그림 16. 상악 완전 무치악, 하악 부분 무치악 환자의 초진 구내 사진

임상가를 위한 특집 3

장착하였다. 그림 15의 형태로 gutta percha를 삽입하여 radiographic guide로 이용하였다. 이 경우, gutta percha를 10개 정도 불균일하게 배치하는 것이 추천된다. 1mm 크기의 라운드버로 홈을 판 후에 gutta percha를 충전하면 된다. 1mm 보다 큰 경우 CT 상에서 산란 현상이나 오류가 나타날 수 있기 때문에 반드시 1mm로 충전하여야 한다.

제2형에서와 마찬가지로 첫번째 스캔은 환자가 radiographic guide를 구강 내에 장착하고 CT 촬영을 하였고, 두번째 스캔은 radiographic guide만 CT 촬영하였다(그림 10 참고). 이 두 데이터를 중첩시켜서 소프트웨어 상에서 임플란트 가상 식립을 진행

하였다(그림 17).

임플란트의 가상 식립 후 식립 위치를 최종 확인한 후, 즉시부하를 위한 임플란트 지대주와 임시보철물을 설계하였다(그림 18).

소프트웨어 상에서 계획한대로 임플란트가 식립되었고, 미리 제작해 놓은 지대주와 임시보철물을 이용하여 즉시부하도 진행하였다(그림 19).

이처럼 치아가 거의 없는 경우나 완전 무치악의 경우, radiographic guide를 만들어 중간 매개체로 활용해야 한다. 임시 의치나 기존 의치를 복제하여 별도의 guide를 제작할 수도 있으나(그림 14), 제작의 번거로움, 정확성, 비용 등의 이유로 기존 의치나 임

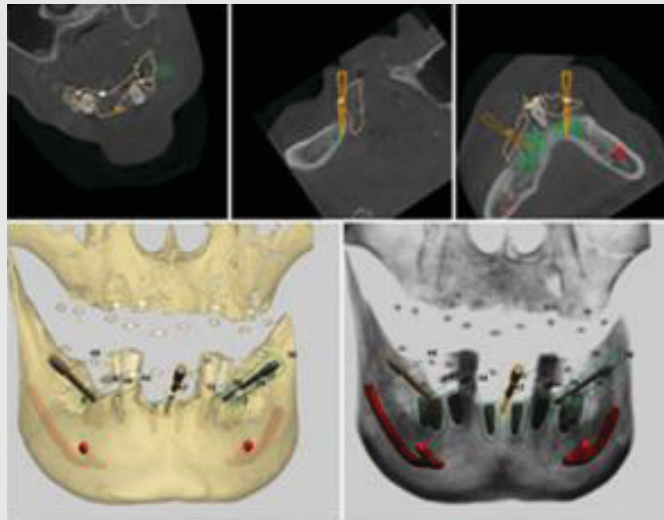


그림 17. 소프트웨어 상에서의 임플란트 가상 식립



그림 18. 임플란트 지대주와 임시보철물 설계



그림 19. 무절개 임플란트 식립 후, 체결된 임플란트 지대주와 임시보철물

시 의치를 복제 없이 바로 활용하는 것이 더 효율적이라 생각된다.

IV. 결론

임플란트를 장기간 문제 없이 사용하기 위해서는 해부학적인 고려와 보철적인 고려가 동시에 이루어져야 한다. 보다 예지성 있는 임플란트 식립을 위하여 많은 방법들이 소개되어 왔지만, 위의 두 사항을 가장 적절하게 고려할 수 있는 방법은 가이드 수술이다. 환자의 구강 내 정보와 골조직에 대한 정보, 그리고 미리 계획한 보철물의 정보까지 동시에 확인할 수 있으므로 그 유용성은 크다. 예전에는 가이드 수술을 준비하는 과정이 복잡하여 실제 임상에서 널리 사용되지 않았지만 최근의 디지털 기술과 맞물려 비약적인 발전을 하였

다. 더 편하고 정확하고 예측 가능한 가이드 수술이 가능해졌다. 예전에는 가이드 수술을 이해하고 활용하는 임상가가 많지 않았고, 이를 만드는 업체 또한 많지 않았다. 2007년 경에는 가이드 수술을 위해 CT 데이터 등을 스웨덴으로 보내야 했고, 의사소통의 어려움, 비용 등의 이유로 실제 임상에서 널리 쓰이지 못했다. 또 가이드 수술의 기공 과정을 이해하는 기공소 역시 적었기 때문에, radiographic guide를 만드는 등의 기공은 가이드수술을 하는 치과의사의 몫이었다. 하지만 CBCT, 모형 스캐너, 구강 스캐너의 발전으로 많은 단계들이 간소해졌다. 모든 증례에서 가이드 수술이 완벽하고 좋은 것은 아니다. 하지만 가이드 수술의 전반적인 과정을 이해하고, 필요한 경우에 적절히 응용한다면 치과의사의 임플란트 임상은 보다 편안해질 것이다.

참 고 문 헌

1. Lal K, et al: Use of Stereolithographic Templates for Surgical and Prosthodontic Implant Planning and Placement. Part I. The Concept. *J Prosthodont* 15:51, 2006
2. Lal K, et al: Use of Stereolithographic Templates for Surgical and Prosthodontic Implant Planning and Placement. Part II. A clinical report. *J Prosthodont* 15:117, 2006
3. Oguz Ozan et al: Clinical Accuracy of 3 Different Types of Computed Tomography-Derived Stereolithographic Surgical Guides in Implant Placement. *J Oral Maxillofac Surg* 67:394-401, 2009
4. Van Steenberghe D, et al. A custom template and definitive prosthesis allowing immediate implant loading in the maxilla: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17(5):663-70.
5. Van Steenberghe D, et al. High precision planning for oral implants based on 3-D CT scanning. A new surgical technique for immediate and delayed loading. *Appl Osseointegration Res* 2004;4:27-31.
6. Van Steenberghe D, et al. A computed tomographic scan-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae: a prospective multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7 Suppl 1:111-20.
7. Parel SM, Triplett RG. Interactive imaging for implant planning, placement, and prosthesis construction. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62(9 Suppl 2):41-7.
8. Marchack CB. An immediately loaded CAD/CAM-guided definitive prosthesis: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2005;93(1):8-12.
9. Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. Surgical planning and prosthesis construction using computed tomography, CAD/CAM technology, and the Internet for immediate loading of dental implants. *J Esthet Restor Dent* 2006;18(6):312-25.
10. Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. Surgical planning and prosthesis construction using computer technology and medical imaging for immediate loading of implants in the pterygomaxillary region. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26(3):239-47.
11. Kupeyan HK, M. Shaffner M, Armstrong J. Definitive CAD/CAM-guided prosthesis for immediate loading of bone-grafted maxilla: a case report. *Clin Implant Dent Relat Res* 2006;8(3):161-7.
12. Yong LT, Moy PK. Complications of Computer-Aided-Design/Computer-Aided-Machining-Guided (NobelGuide) Surgical Implant Placement: An Evaluation of Early Clinical Results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008.
13. Sanna AM, Molly L, Van Steenberghe D. Immediately loaded CAD-CAM manufactured fixed complete dentures using flapless implant placement procedures: a cohort study of consecutive patients. *J Prosthet Dent* 2007;97(6):331-9.
14. Van Assche N, et al. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. *J Clin Periodontol* 2007;34(9):816-21.
15. Vercauysen M, et al. The use of CT scan based planning for oral rehabilitation by means of implants and its transfer to the surgical field: a critical review on accuracy. *J Oral Rehabil* 2008;35(6):454-74.