

완전 디지털 시스템을 이용한 상악동 거상술 및 구치부 임플란트 고정성 보철 수복 증례

Sinus floor elevation and implant-supported fixed dental prosthesis in the posterior area, with full-digital system: a case report

박강수·김선재·표세욱·장재승*

Gang Soo Park, Sunjai Kim, Se-Wook Pyo, Jae-Seung Chang*

강남세브란스치과병원 치과보철과

Department of Prosthodontics, Gangnam Severance Dental Hospital, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Republic of Korea

ORCID iDs

Gang Soo Park

<https://orcid.org/0009-0007-3624-3900>

Sunjai Kim

<https://orcid.org/0000-0002-0828-8008>

Se-Wook Pyo

<https://orcid.org/0000-0003-1835-8302>

Jae-Seung Chang

<https://orcid.org/0000-0002-6532-4773>

A variety of digital technologies are being used throughout the entire implant treatment process of diagnosis, surgery, impression, design, and fabrication of prostheses. In this case, using a digital surgical guide, sinus floor elevation was performed without complications, and the implants were placed in the planned position. After the healing period for osseointegration, CAD-CAM (Computer-aided design-Computer-aided manufacturing) customized abutments and provisional prostheses were delivered. While using the provisional prosthesis, occlusal change was observed. To transfer the intermaxillary relationship and abutment position that reflect occlusal change and axial displacement, double scanning and abutment-level digital impressions were taken. Abutment superimposition was used to capture the subgingival margin without gingival retraction. Then, the definitive prosthesis was designed and fabricated with digital system. We report a case applying digital system, to achieve the predictable result as well as the efficient treatment process from implant surgery to fabricating prosthesis in the posterior area. (J Korean Acad Prosthodont 2024;62:157-64)

Keywords

Abutment superimposition; Axial displacement; Digital dentistry; Double scanning; Occlusal change

Corresponding Author

Jae-Seung Chang

Department of Prosthodontics,
Gangnam Severance Dental
Hospital, College of Dentistry,
Yonsei University, 211 Eonju-ro,
Gangnam-gu, Seoul, 06273,
Republic of Korea
+82-2-2019-3575
JSCHANG@yuhs.ac

Article history

Received October 10, 2023 /

Last Revision October 24, 2023 /

Accepted November 2, 2023

서론

임플란트 치료는 지속적으로 발달하며 우수한 임상 결과를 보여주었고, 인접치의 손상 없이 치아 결손부를 수복하는 방법으로 널리 사용되고 있다.¹⁻³ 수술 기법, 임플란트

© 2024 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/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 디자인, 인상 채득, 보철물 제작 방법 등에 다양한 변화가 있었으며, 수술 가이드, 내측 연결형 임플란트, 디지털 방법을 이용한 광학 인상 채득, 치과용 CAD-CAM 소프트웨어를 이용한 보철물 제작 등의 방법들이 소개되었다.

임플란트 수술 계획 소프트웨어를 이용하면, 최종 치료 계획에 맞추어 디지털 진단 왁스업을 할 수 있고, Cone-beam computed tomography (CBCT) 데이터와 정합하여 임플란트 식립 위치를 미리 계획할 수 있다. 이에 따라 디지털 수술 가이드를 제작하여, 미리 계획된 위치에 임플란트를 식립할 수 있다.^{4,5}

내측 연결형 임플란트는 외측 연결형 임플란트에 비해 상부 보철물의 미세 동요도가 적어 나사 풀림이 적다고 알려져 있다.⁶ 하지만 내측 연결형 임플란트의 지대주 접합부에서는 정착 효과, 뼈기 효과 등에 의해 나타나는 지대주 수직 침하가 외측 연결형 임플란트에 비해 크게 나타난다.⁷ 내측 연결형 임플란트에 지속적인 부하가 가해진 이후, 30 - 46 μm 의 지대주 수직 침하가 일어난다고 알려져 있고, 이는 임상에서 전하중 감소, 저위 교합, 인접면 접촉 변화 등을 야기할 수 있다. 이를 고려하여 임시 보철물을 일정 기간 사용하고 최종 보철물로 이행하는 방법이 권고되고 있다.⁷⁻¹¹

최근에는 구치부 임플란트 수복 후에 지대주 수직 침하, 약간 관계 변화 등으로 저위 교합이 발생하는 임상 증례 또한 보

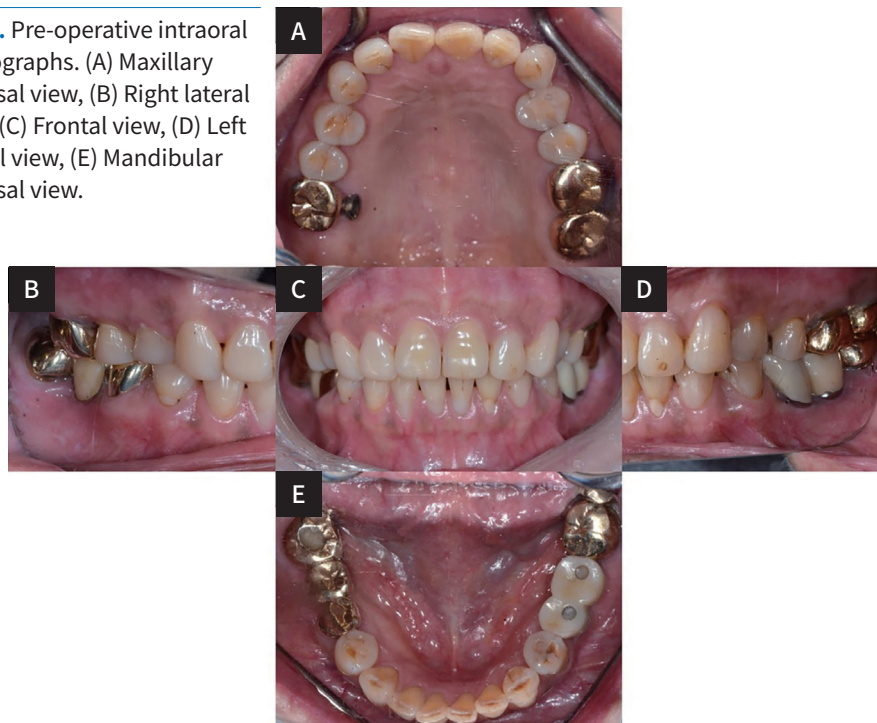
고되었다.¹² 이에 따라 수직 침하가 일어난 지대주의 위치를 인기하고, 임시 보철물을 통해 적응된 약간 관계를 최종 보철물로 이행할 필요성이 대두되었다. 이중 스캔은 지대주 수준의 인상을 채득하면서, 임시 보철물 장착 상태의 외형과 교합 관계까지 함께 채득하는 방법으로서, 구강스캐너의 사전 프렙 기능을 이용해서 채득할 수 있다.¹³ 이를 통해 임시 보철물 탈거 후 발생하는 구치부 지지 상실로 인한 교합 변화를 피하고, 임시 보철물을 통해 적응된 약간 관계를 채득할 수 있다.

본 증례에서는 다수 구치부 치아가 결손된 환자에서, 임플란트 수술계획 소프트웨어 및 가이드 수술, 임시 보철물을 통한 교합 평가, 라이브러리화된 지대주 중첩, 이중 스캔 등 디지털 방식을 활용해 안정된 교합을 얻고 예지성 있는 치료를 하여 이를 보고하고자 한다.

증례

63세 여자 환자가 오른쪽 위 어금니가 아프다는 주소로 본원 보철과에 내원하였다. 특기할 만한 전신 병력은 없었으며 임상 및 방사선 검사 결과, 상악 우측 제1대구치의 치근까지 진행된 이차 우식증과 구개측 치근 파절, 상악 우측 제2대구치의 상실이 관찰되었다 (Fig. 1). 특기할 만한 전신 병력은 없었다. 이에 상악 우측 제1대구치 발치하고, 4개월의 치유 기간을 거친 후

Fig. 1. Pre-operative intraoral photographs. (A) Maxillary occlusal view, (B) Right lateral view, (C) Frontal view, (D) Left lateral view, (E) Mandibular occlusal view.



임플란트 식립 전 잔존골량 평가를 위해 치과용 CBCT를 촬영하였다. 상악 우측 제1, 2대구치 부위에서 3.5 - 4.5 mm의 잔존골 높이 관찰되어, 해당 부위에 상악동 거상술과 임플란트 식립하기로 계획하였다 (Fig. 2).

CBCT 상 우측 상악동 방사선 불투과상 관찰되어 이비인후과 협진하였고, 상악동 점막 비후 및 염증 개선 위해 항생제 포함한 약물요법 시행하였다. 이후 방사선 불투과상 줄어드는 것 확인한 후에 치조정 접근법 이용한 상악동 거상술 시행하기로 최종 결정하였다. 임플란트 식립 계획 소프트웨어 (R2GATE, Megagen, Daegu, Korea) 이용하여 상악 제1, 2대구치 부위에 디지털 진단 왓스업을 시행하고, 임플란트 위치를 먼저 결정하였다. 그 다음 낮은 골밀도를 개선하면서 상악동 거상술 시행하기 위해 골치밀화 드릴(Densah bur, Versah, Jackson, MI, USA)을 상악동저 하방까지 삽입할 수 있

도록 계획하여, 드릴링 깊이를 제한하고 상악동 점막 천공을 예방할 수 있게 수술 가이드를 디자인하였다 (Fig. 3).

3D 프린팅된 수술 가이드가 구강 내에서 안착되는 것을 확인한 이후, 국소 마취하에 절개를 가하고 판막을 거상했다. 이후 수술 가이드를 이용하여 계획대로 드릴링하고, 상악동 점막 거상한 후 냉동 동종골(ICB, Rocky Mountain Tissue Bank, Aurora, CO, USA) 이식하였다. 계획대로 직경 4.5 mm, 길이 7.0 mm의 내측 연결형 임플란트(Anyone Internal, Megagen, Daegu, Korea)를 식립하고, 초기 고정력 약 10 Ncm로 측정되어 커버 스크류 연결 후 일차 봉합하였다. 골유착 위해 4개월 기다린 후, 임플란트 이차 수술 시행하였다 (Fig. 4).

연조직 치유 후 디지털 인상용 스캔 바디를 연결하고 구강 스캐너(Trios, 3Shape, Copenhagen, Denmark)로 구

Fig. 2. Photographs 4 months after extraction of the maxillary right first molar. (A) Panoramic radiograph, (B) Intraoral photograph (occlusal view).

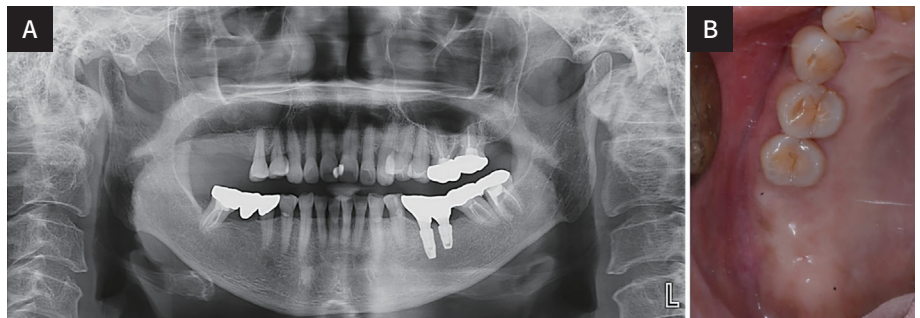


Fig. 3. Virtual planning of implant placement in maxillary right first and second molars. (A) Right lateral view, (B) Occlusal view, (C) Sagittal view, (D) Coronal view of maxillary right second molar site, (E) Coronal view of maxillary right first molar site.

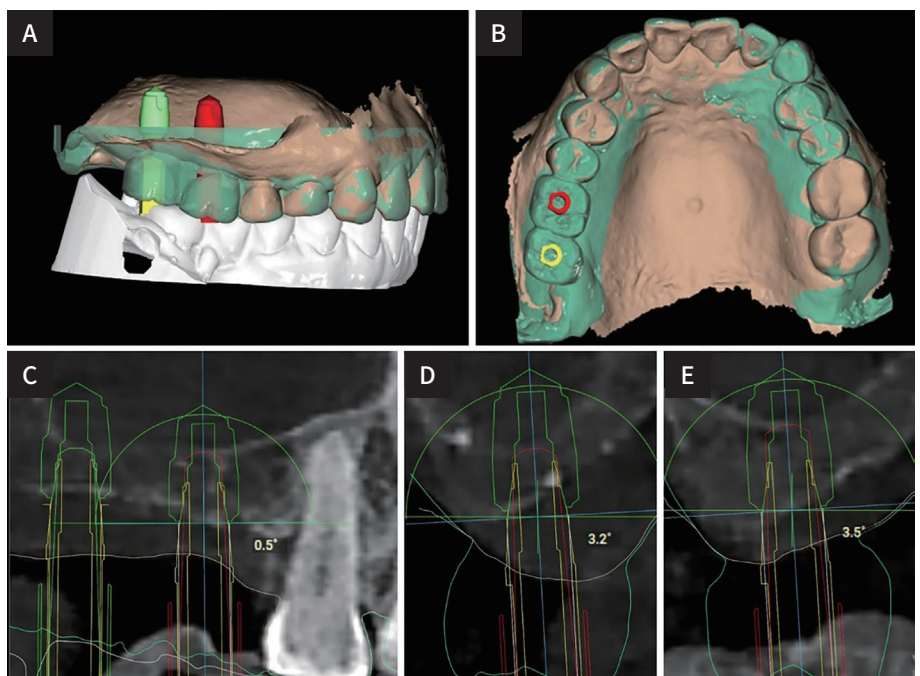
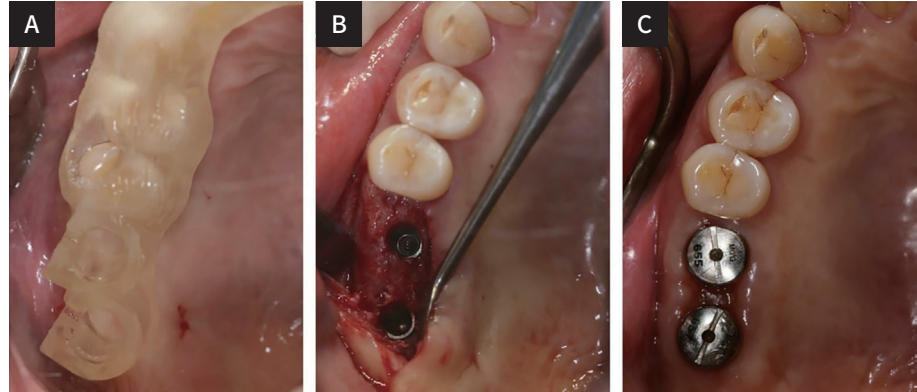


Fig. 4. Intraoral photographs of implant surgical procedure. (A) Surgical guide for sinus floor elevation and implant placement, (B) Implant placement in maxillary right first and second molars, (C) After implant second stage surgery.



강 내 광학 인상채득을 시행하였다. 이후 디자인 소프트웨어 (3Shape Dental system, 3Shape, Copenhagen, Denmark)을 이용하여, 치은형태에 맞춰 치은 변연 1 mm 하방에 변연이 존재하도록 맞춤형 지대주와 레진 임시 보철물 (PMMA Disk, Yamahachi Dental, Aichi, Japan) 제작하였다.

맞춤형 지대주를 35 Ncm의 조임력으로 체결하고 임시 보철물 장착 후, 2주 간격으로 경과 관찰하여 교합 관계, 구강 위

생 관리, 적응도 등을 평가하였다. 임시 보철물 장착 후 6주 동안 3회 내원하였고, 3회 모두 임시 보철물에 저위교합이 발생하였다. 그 때 마다 임시 보철물만 탈거한 뒤, 균일하게 접촉되도록 교합면을 광중합형 컴포지트 레진(Filtek™ Z250, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)으로 수리하여 다시 장착하였다. 이후 1개월간 2회 내원하였고, 교합 변화 없는 것 확인 후 최종 보철물 제작하기로 결정하였다 (Fig. 5).

침하된 지대주의 위치, 임시 보철물의 형태와 악간 관계를

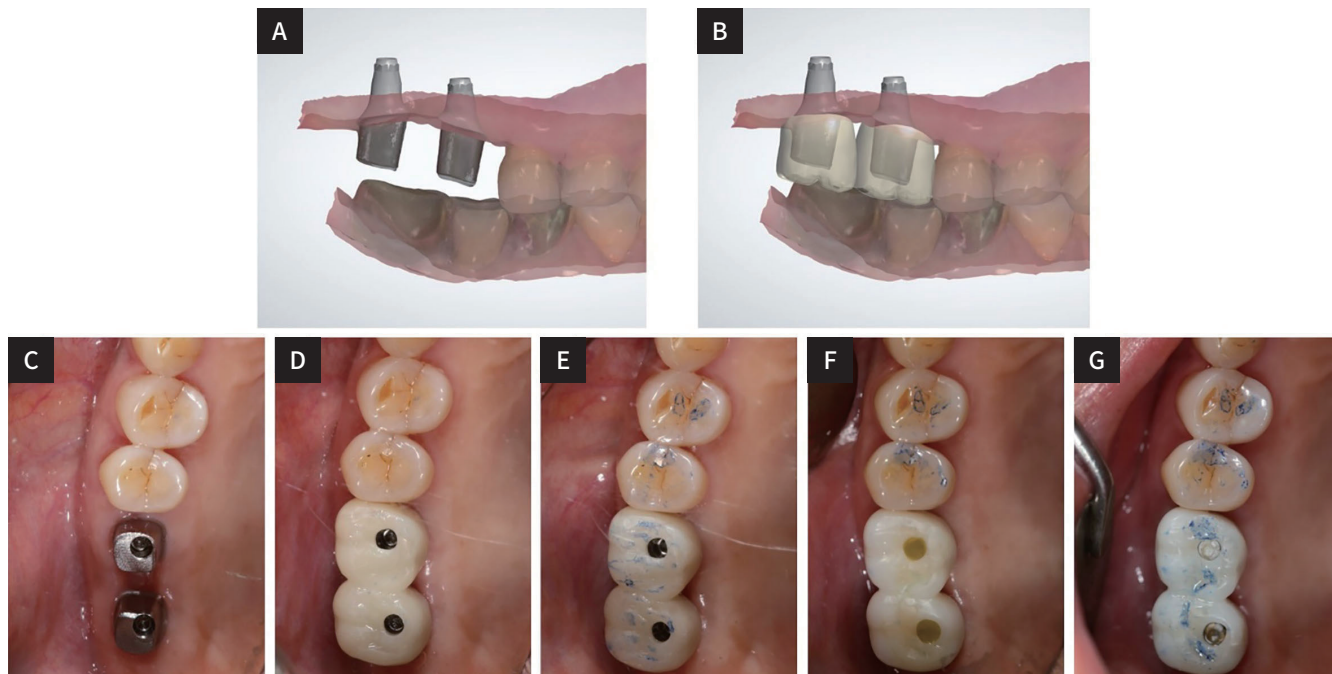


Fig. 5. Fabrication and delivery of customized abutments and provisional prosthesis. (A) Design of customized abutments, (B) Design of the provisional prosthesis, (C) Connection of customized abutments, (D) Setting of the provisional prosthesis, (E) Occlusion of the provisional prosthesis, (F) Occlusal change, 2 weeks after setting of the provisional prosthesis, (G) Stable occlusion 10 weeks after setting, with repair of provisional prosthesis.

채득하기 위해, 구강스캐너의 사전프랩 기능을 이용하여 이중 스캔과 교합 관계를 채득하였다. 디자인 소프트웨어로 임시 보철물의 형태를 반영하여 최종 보철물을 디자인하고, 5축 밀링 머신(MCX5, Dentsply Sirona, Bensheim, Germany)로 단층 3Y-TZP 블록(The Classic, Vatech Acucera, Yongin, Korea)을 건식 밀링 가공하여 나사-시멘트 유지형의 단일 구조 지르코니아 최종 보철물을 완성하였다 (Fig. 6).

시적 시 맞춤형 지대주와 지르코니아 보철물은 양호한 적합도를 보였고, 최소한의 교합 조정만 시행한 후 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트(Rely-X Luting2, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)로 합착하였다. 환자는 기능적, 심미적으로 만족하였으며, 1개월 후 시행한 검진에서 교합 접촉의 변화는 관찰되지 않았다 (Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8).

Fig. 6. Fabrication and delivery of definitive prosthesis. (A) Abutment-level digital impression, (B) Library data of customized abutments, (C) Superimposition of scanned customized abutments with library data, (D) Double scanning of the provisional prosthesis and design of the definitive prosthesis, (E) Definitive monolithic zirconia prosthesis, (F) Setting of the definitive prosthesis, (G) Occlusion of the definitive prosthesis.

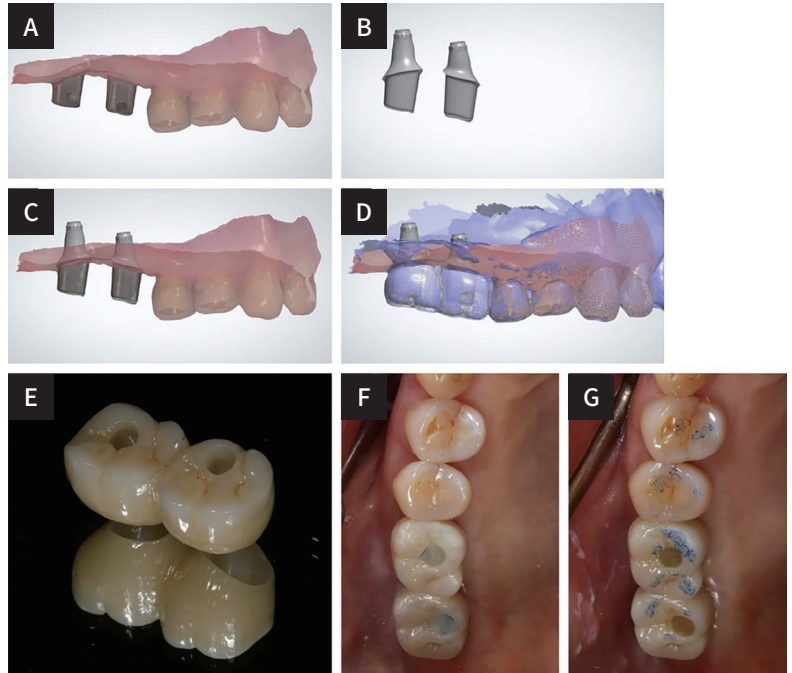
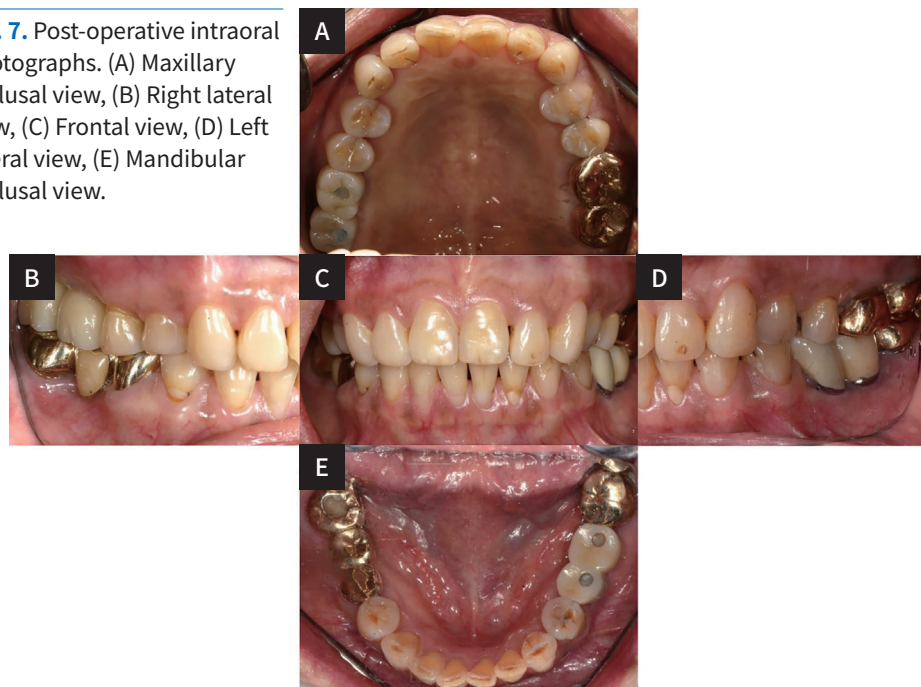


Fig. 7. Post-operative intraoral photographs. (A) Maxillary occlusal view, (B) Right lateral view, (C) Frontal view, (D) Left lateral view, (E) Mandibular occlusal view.



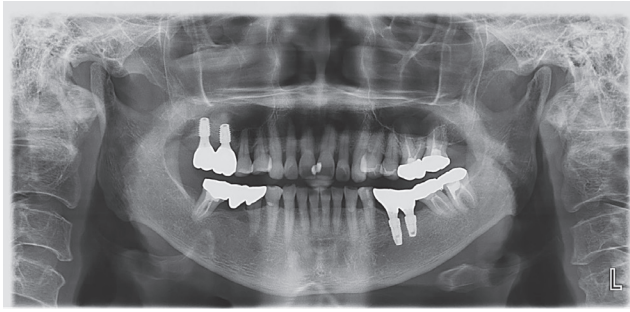


Fig. 8. Post-operative panoramic radiograph.

고찰

디지털 기술의 발전에 따라, 임플란트 치료의 다양한 단계에서 활용되고 있다. 임플란트 식립계획 소프트웨어를 통해 제작한 수술 가이드를 이용하면, 드릴링 범위와 임플란트 식립 위치를 미리 예상하고 수술 과정에 반영할 수 있으며, 이에 따라 치료 결과의 예지성을 높일 수 있게 되었다.^{4,5} 본 증례에서는 가이드 제작 시 상악동저까지 드릴링하도록 계획함으로써, 상악동저의 위치를 육안으로 확인하지 못하는 치조정 접근법의 단점을 보완하였다. 이를 통해 상악동 점막 천공의 위험을 줄이고, 계획된 위치에 임플란트를 식립할 수 있었다.

기존 연구에서 내측, 외측 연결형 임플란트에서 반복적인 나사 조임에 의한 지대주의 수직 침하를 측정했을 때, 외측 연결형 임플란트에서는 4.4 μm 의 수직침하가 관찰된 반면, 내측 연결형 임플란트는 20.3 μm 의 더 큰 수직 침하가 관찰되었고 수직 침하량의 대부분은 나사를 2회 조였을 때 일어났다.^{7,8} 다른 연구에서 보철물 장착 후 반복적인 부하에 의해 일어나는 수직 침하량을 평가하기 위해, 내측 연결형 임플란트에 생리적 저작력에 해당하는 힘을 100만회 가하는 동안 발생한 수직 침하량을 측정하였다. 그 결과 약 30 - 46 μm 의 수직 침하가 발생했으며, 그중 대부분은 약 1달 동안의 평균 저작 횟수에 해당하는 10만 회의 부하 동안에 일어났다고 보고하였다.^{9,10}

또, Ramfjord와 Ash¹⁴는 구치부 지지가 상실되면, 중심위 활주가 커지면서 저작 습관과 근활성이 변하고, 이에 따라 하악위의 변화가 일어난다고 보고하였다. 이는 구치부 상실 이후 발생하는 교합 변화의 원인을 설명하고, 다시 구치부를 수복한 이후에 발생하는 교합 변화의 원인을 추측할 수 있게 한다.

Kim 등⁷은 지대주 수직 침하와 하악위 변화를 고려하여, 임시 보철물을 일정 기간 사용 후 나사를 다시 조이고, 지대주 수준으로 인상을 채득하여 수직 침하와 하악위 변화를 최종 보철물에 반영하여 제작하는 방식을 권장하였다.

본 증례에서 처음 임시 보철물을 장착한 이후 6주 동안 지속적인 교합 변화가 발생했고, 3회에 걸쳐 임시 보철물의 교합 관계를 수정하였다. 이후 1달 동안 교합 변화가 발생하지 않는 것을 확인하였다. 임시 보철물을 통해 안정된 악간 관계를 반영하기 위해, 이중 스캔 기법을 사용하여 지대주 수준의 인상과 함께 임시 보철물의 외형과 악간 관계까지 함께 채득하여 최종 보철물로 이행하였다. 이를 통해 최종 보철물 장착 시 최소한의 교합 조정만 시행하였고, 이후 1달 동안 교합 변화 없이 안정적으로 유지되는 것 확인할 수 있었다.

또, 전통적인 방법으로 지대주 수준에서 인상을 채득하는 경우, 치은 연하 변연을 인기하려면 치은 압박이 필요하고, 이에 따라 진료 시간 증가, 통증, 출혈, 치주 조직 손상, 인상 채득 자체의 어려움 등의 단점이 있었다.^{15,16} 최근에는 광학 인상과 CAD-CAM 방식의 보철물 제작 기술의 발달로, 디지털 방식으로 제작한 보철물의 적합도가 임상에 적용 가능한 수준이 되었고,¹⁷ 전통적인 방식의 단점들을 보완하고 있다. 그 예로, 치은 압박 없이 지대주 수준에서 인상을 채득하고, 미리 라이브러리화된 지대주를 중첩함으로써 치은 연하 변연을 인기하는 방법이 소개되었다.¹⁸ 본 증례에서도 최종 보철물 제작을 위해 지대주 수준의 광학 인상을 채득한 이후, 라이브러리화된 지대주 데이터를 중첩하여 치은 압박 없이 치은 연하 변연을 인기할 수 있었다. 이에 따라 환자가 느끼는 불편감과 치료 시간을 줄일 수 있었다.

임플란트 보철물의 교합 변화는 다양한 이유로 일어난다고 알려져 있으며, 본 증례에서 사용한 방법이 장기적으로도 교합을 안정적으로 유지할 수 있다고 신뢰성을 얻기 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 증례에서는 임플란트 치료의 다양한 단계에서 디지털 기술을 이용함으로써 예지성 있는 치료 결과를 얻을 수 있었다. 상악동 거상술과 임플란트 식립에 디지털 수술 가이드를 활용함으로써, 상악동막 천공과 같은 합병증을 줄이고, 계획된 위치에 임플란트를 식립하였다. 임시 보철물 사용 과정에서 발

생한 교합 변화와 지대주 수직 침하를 최종 보철물에 반영하기 위해, 지대주 수준 인상과 이중 스캔을 이용하였고, 라이브러리화된 지대주 중첩을 통해 치은 압박 없이 치은 연하 변연을 인기할 수 있었다. 이를 통해 진료 시간과 환자의 불편감을 줄이고, 최종 보철물에서 안정적인 교합을 얻을 수 있었다.

References

1. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 1977;16:1-132.
2. Elani HW, Starr JR, Da Silva JD, Gallucci GO. Trends in dental implant use in the U.S., 1999-2016, and projections to 2026. *J Dent Res* 2018;97:1424-30.
3. Jemt T. Fixed implant-supported prostheses in the edentulous maxilla. A five-year follow-up report. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:142-7.
4. Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, Coucke W, Evans C. The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2018;29:416-35.
5. Araujo-Corchado E, Pardal-Peláez B. Computer-guided surgery for dental implant placement: a systematic review. *Prosthesis* 2022;4:540-53.
6. Lemos CAA, Verri FR, Bonfante EA, Santiago Júnior JF, Pellizzer EP. Comparison of external and internal implant-abutment connections for implant supported prostheses. A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2018;70:14-22.
7. Kim KS, Lim YJ, Kim MJ, Kwon HB, Yang JH, Lee JB, Yim SH. Variation in the total lengths of abutment/implant assemblies generated with a function of applied tightening torque in external and internal implant-abutment connection. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:834-9.
8. Kim SJ, Son K, Lee KB. Digital evaluation of axial displacement by implant-abutment connection type: An in vitro study. *J Adv Prosthodont* 2018;10:388-94.
9. Lee JH, Kim DG, Park CJ, Cho LR. Axial displacements in external and internal implant-abutment connection. *Clin Oral Implants Res* 2014;25:e83-9.
10. Hyeon JM, Park JM, Kim SK, Koak JY, Heo SJ. A quantitative analysis of settling effect in internal tapered connection implants after cyclic loading using 858 Bionix II. *J Korean Acad Oral Maxillofac Implantol* 2015;19:2-9.
11. Ko KH, Huh YH, Park CJ, Cho LR. Axial displacement in cement-retained prostheses with different implant-abutment connections. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019;34:1098-104.
12. Jeong SH, Kim SJ, Chang JS. Axial displacement in single-tooth implant restoration: case report. *J Korean Acad Prosthodont* 2021;59:126-33.
13. Yang DH, Yang HS, Park SW, Lim HP, Yun KD, Vang MS. Full mouth implant rehabilitation with double scanning of provisional restoration. *J Korean Acad Prosthodont* 2014;52:252-7.
14. Ramfjord SP, Ash MM. Occlusion. 4th ed. Philadelphia, WB Saunders. 1995.
15. Bennani V, Schwass D, Chandler N. Gingival retraction techniques for implants versus teeth: current status. *J Am Dent Assoc* 2008;139:1354-63.
16. Azer SS. A simplified technique for creating a customized gingival emergence profile for implant-supported crowns. *J Prosthodont* 2010;19:497-501.
17. Tsirogiannis P, Reissmann DR, Heydecke G. Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2016;116:328-35. e2.
18. Park TM, Jung CM, Yoon MJ, Huh JB, Lee SH, Sailer I, Lee H. Accuracy of customized abutment data superimposition according to the extent of scanning area. *Int J Prosthodont* 2021;34:390-4.

완전 디지털 시스템을 이용한 상악동 거상술 및 구치부 임플란트 고정성 보철 수복 증례

박강수·김선재·표세욱·장재승*

강남세브란스치과병원 치과보철과

진단, 수술, 인상, 보철물 제작 등 임플란트 치료 전 과정에서 디지털 기술이 활용되고 있다. 본 증례에서는 디지털 수술 가이드를 이용하여 합병증 없이 상악동 거상술을 시행하고, 계획된 위치에 임플란트를 식립하였다. 골유착을 위한 치유 기간 이후, CAD-CAM (Computer-aided design/Computer-aided Manufacturing)으로 맞춤형 지대주 및 임시 보철물을 제작하여 장착하고, 환자의 적응도와 교합을 평가하였다. 임시 보철물상에서 교합 변화가 관찰되어, 광중합형 컴포지트 레진으로 수리하였다. 최종 보철물 제작 시, 지대주의 수직 침하, 임시 보철물의 형태와 적응된 교합 관계를 반영하기 위해, 이중 스캔과 지대주 수준의 디지털 인상을 채득하였다. 치은 압박 없이 치은 연하 변연을 인기하기 위해, CAD-CAM 소프트웨어상에서 라이브러리화된 지대주 데이터를 중첩하고, 지르코니아 최종 보철물 제작하여 장착하였다. 구치부 임플란트 수복 시, 디지털 시스템을 이용하여 전통적인 방법에서 겪는 어려움을 줄이고, 수술부터 보철물 제작까지 효율적인 치료 과정과 안정적이고 예지성 있는 결과를 얻어 보고하는 바이다. (대한치과보철학회지 2024;62:157-64)

주요단어

디지털 치의학; 교합 변화; 수직 침하; 이중 스캔; 지대주 중첩

교신저자 장재승
06273 서울시 강남구 언주로 211
강남세브란스치과병원 치과보철과
02-2019-3575
JSCHANG@yuhs.ac

원고접수일 2023년 10월 10일
원고최종수정일 2023년 10월 24일
원고채택일 2023년 11월 2일

© 2024 대한치과보철학회
© 이 글은 크리에이티브 커먼즈
코리아 저작자표시-비영리
4.0 대한민국 라이선스에
따라 이용하실 수 있습니다.