

# 밀링 및 3D 프린팅 방법으로 제작된 임플란트 보철물을 이용한 심한 우식 환자의 완전 구강 회복 증례

김태윤 · 이준석 · 홍성진 · 김형섭 · 권극록\*

경희대학교 치과대학 치과보철학교실

## Full mouth rehabilitation of patient with severe dental caries with implant fixed prosthesis fabricated with milling and 3D printing method: A case report

Taeyoon Kim, Jun-Suk Lee, Seoung-Jin Hong, Hyeong-Seob Kim, Kung-Rock Kwon\*

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University, Seoul, Republic of Korea

Passive fit of prosthesis is an essential property of implant supported prosthesis for long term success and minimization of complications. And the property is determined mostly by fabrication procedure. There were limitations of extensive implant prosthesis because conventional casting method generate contraction error of long span prosthesis. However, Computer-aided design/Computer-aided manufacturing (CAD/CAM) technology of 3D printing and milling metal framework can overcome those limitations. This case is a full mouth rehabilitation using extensive implant fixed prosthesis. Removable interim prosthesis was made for esthetic, functional evaluation and a guide for implant insertion. After the insertion, implant fixed interim prosthesis was delivered. After additional evaluation and adjustment, final prosthesis was designed with CAD, the fabricated with CAM. Milling technique was used for anterior screw type implant superstructure and 3D printing technique was used for the anterior and posterior implant copings. Fit of the final restoration was favorable. The practitioner and patient were both esthetically and functionally satisfied with the final result. (*J Korean Acad Prosthodont* 2019;57:288-95)

**Keywords:** Extensive implant fixed prosthesis; CAD/CAM; Milling; 3D printing

### 서론

치과보철학에서 광범위하게 사용되는 Computer-aided design/Computer-aided manufacturing (CAD/CAM)에서 CAM 기술은 적층형과 절삭형 제작방식으로 구분된다. 적층형은 3D 프린팅으로도 불리우며 CAD를 3차원적으로 분말을 적층하는 방식이다. 절삭형은 입체 형상 재료를 기계가공, 레이저를 이용하여 깎는 방식이다. 두 방식 모두 금속 기반의 치아 보철물을 제작하는 데 사용될 수 있다.<sup>1</sup>

임플란트 지지 고정성 보철물의 장기적 성공과 합병증의 최소화를 위해서는 정밀한 보철물 제작을 통한 보철물의 passive fit

이 중요하다.<sup>2</sup> 전통적인 주조 방법은 길이가 긴 보철물에서 금속의 수축으로 인한 부적합을 야기할 수 있어 광범위한 임플란트 보철물에 적용하는 데 제한이 있다.<sup>3</sup>

본 증례는 임플란트 전악 보철 수복 증례로, 상악 구치부 및 하악 구치부는 시멘트 유지형 보철물로 Selective Laser Sintering 방식을 이용하여 Co-Cr 금속구조물을 제작하였다. 상악 전치부는 탈착 용이성을 위해 나사 유지형 보철물로 계획하였고 나사 유지형 임플란트 상부구조물의 적합도를 확보하기 위해 Co-Cr을 밀링하여 제작하였다.

심한 우식으로 전악 수복이 필요한 환자에서 광범위한 임플란트를 이용한 고정성 보철을 통해 심미와 기능을 회복하고, CAD/

\*Corresponding Author: Kung-Rock Kwon

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University,  
26, Kyungheedaero, Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Republic of Korea  
+82 (0)2 958 9340: e-mail, krkwon@khu.ac.kr

Article history: Received April 22, 2019 / Last Revision May 23, 2019 / Accepted May 24, 2019

©2019 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.

CAM 제작 방식으로 양호한 적합을 얻은 증례를 보고하고자 한다.

## 증례

본 증례의 환자는 56세 여성으로 “이가 많이 썩고 보기가 싫다. 어금니가 없어서 식사가 힘들다.”라는 주소로 내원하였다. 전신 병력과 턱관절 장애 병력은 없었다. 구내 관찰 시 상악의 경우, 모든 치아가 잔존 치근 상태이거나 광범위한 치질 상실을 동반한 치아우식증에 이환된 상태로 관찰되었다. 하악의 경우, 우측 대구치는 상실, 좌측 대구치는 잔존 치근 상태였다. 하악 전치부는 중절치와 측절치 모두 심한 부착 소실과 동요도를 보였다. 상악과 하악 관계는 좌우 모두 소구치만 교합되는 상태였고 전치부는 치주질환에 의한 병적 이동이 발생하여 절단교합양상을 보이고 있었다.

임상 및 방사선 검사와 진단 모형을 통해 구치부 지지의 부족, 교합평면의 부조화, 감소된 악간 거리, 저작기능의 저하 등의 문제가 있음을 확인하였다 (Fig. 1).

예비 인상을 채득(Aroma Fine DF III, GC, Tokyo, Japan)하고 진단 모형을 제작한 후 안궁 이전하여 교합기에 중심위로 마운팅 하였다. Turner와 Missirlian<sup>4</sup>이 제안한 교합면 간 거리, 발

음 평가, 안모평가 등을 사용하여 수직 고경을 분석하였다. 교합면간 거리는 5 mm로 높았으며, Willis method<sup>5</sup>에서도 수직 고경 감소 양상을 보였다. 현재의 수직고경에서 3 mm 고경을 증가시킨 상태로 임시보철물 제작 및 평가하기로 치료계획을 설정하였다. 상악은 전악 발치, 하악은 좌측 견치, 제1, 2소구치, 우측 견치와 제1소구치를 제외한 모든 치아를 발거하기로 계획하였고 하악 양측 견치는 치근단 병소가 확인되어 근관치료를 진행하기로 했다. 보철물 수복은 상악 전치부의 경우, 제1소구치까지 포함하는 8본 고정성 계속 가공의치, 하악 전치부의 경우, 견치까지 6본 고정성 계속 가공의치, 제1소구치들은 단관 고정성 보철물로 수복하기로 계획했다. 상악과 하악 제2소구치와 대구치부는 임플란트를 이용한 고정성 보철물로 수복하기로 계획했다.

교합 평면을 재형성하기 위한 후방 기준점을 양측 구후 융기의 2분의 1로 설정하였다. Kwon 등<sup>6</sup>과 Schuyler<sup>7</sup>에 따라 절치로 각을 시상과로각보다 5도 정도 크게 설정하여 진단 납형 형성하였다. 치과용 putty (Exafine putty type, GC, Tokyo, Japan)로 진단 납형을 복제하여 하악 전치부 임시 보철물을 제작하였고, 의치 온성하여 상하악 가철성 임시 의치를 제작했다. 계획된 치아 발거 및 구강 형성 후 임시 보철물을 장착하였다 (Fig. 2).

임시 보철물 장착 후, 교합평면, 구순지지도, 미소 시 전치부



Fig. 1. Preoperative intraoral photograph & panoramic view. (A) Smile view, (B) Frontal view, (C) Panoramic view.

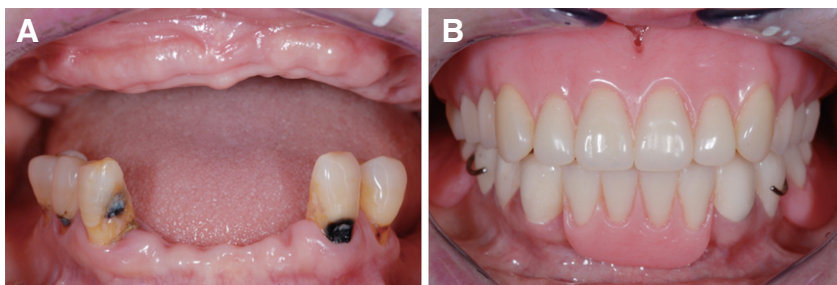


Fig. 2. Removable interim restoration. (A) Intraoral photograph after extraction, (B) Removable interim restoration.

노출 정도를 평가하였고 추가적인 전치부 임시보철물의 길이 및 형태 수정하였다.

가철성 임시 보철물을 복제하여 수술용 스텐트를 제작하여 계획된 위치에 맞추어 임플란트를 식립했다. 상악 우측 견치 및 제1소구치, 좌측 견치 및 제1소구치 부위는 심미적 요구가 큰 부위이므로 연조직 조절이 용이하고 추후 나사 유지형 상부구조물의 지대주 공간을 위해 bone level 임플란트(Bone Level, Institut Straumann AG, Basel, Switzerland)를 식립했다. 상악 좌우측 제2소구치, 제2대구치 부위와 하악 좌측 제2소구치, 좌우측 제1, 2대구치, 부위는 하중을 많이 받는 부위이므로 임플란트의 식립체와 지대주연결부의 기계적 강도와 보철물 제작의 정확성을 위

해 tissue level 임플란트(Standard Plus, Institut Straumann AG, Basel, Switzerland)를 식립했다 (Fig. 3).

통상적인 임플란트 2차 수술 후 고정성 임플란트 임시수복물 제작을 위해 임플란트 수준 인상을 채득하였다. 자가중합형 레진(GC Ostron, GC Europe, Leuven, Belgium)으로 개인 트레이 제작하였고 부가중합형 실리콘 인상재(Exafine regular type, GC Co., Tokyo, Japan)로 상하악 최종 인상을 채득하였다. 상악 전치부는, 탈착 용이성을 위한 나사 유지형 보철물 제작을 위해 나사 유지형 지대주를 체결 후 인상 채득하였고, 하악은 자연치 대체 최종 치아형성 완료 후 인상 채득하였다 (Fig. 4).

심미와 기능의 평가 및 최종 보철물로의 이행을 위해 나사 유

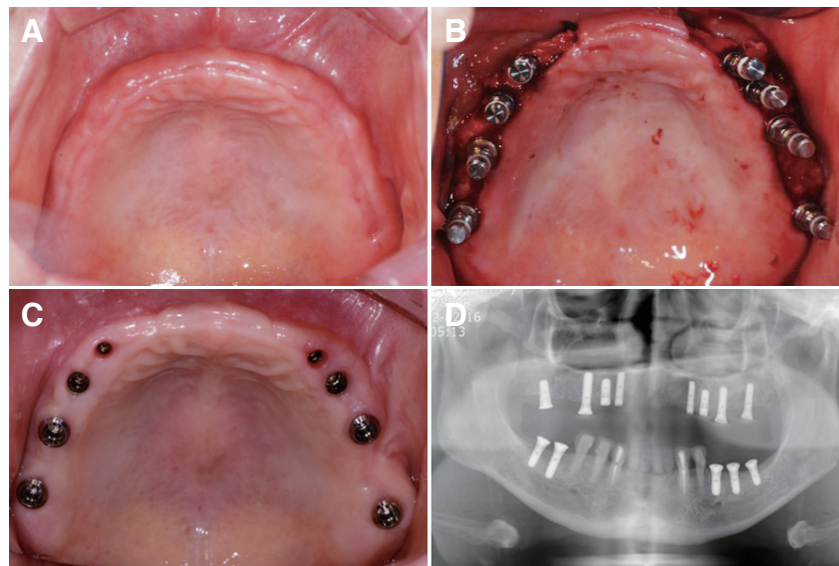


Fig. 3. Implant installation. (A) Preoperative intraoral view, (B) Operative view, (C) Postoperative view, (D) Postoperative panoramic view.

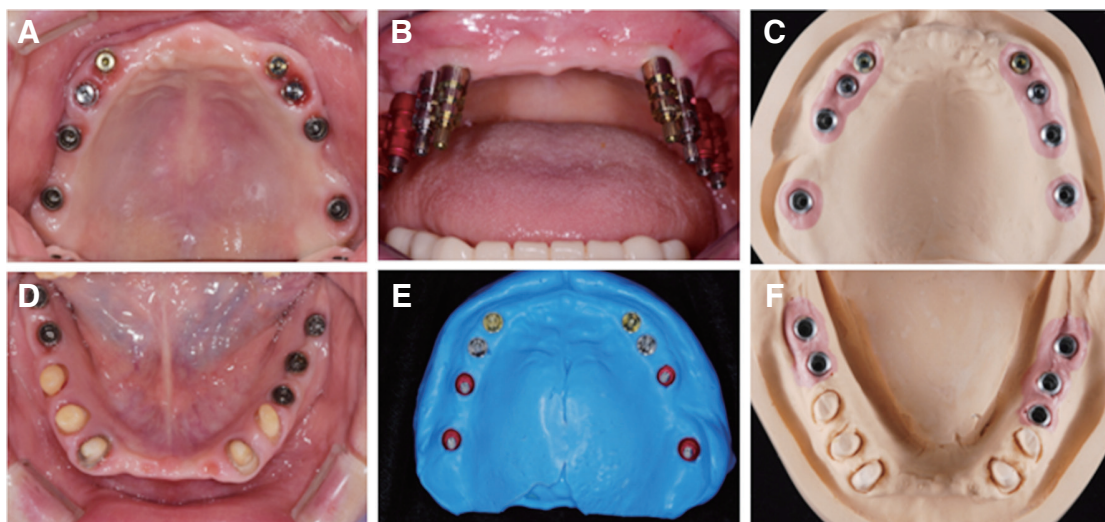


Fig. 4. Final impression procedure. (A) Intraoral view after 2nd surgery, (B) Impression coping, (C) Upper master model, (D) Intraoral view after final preparation, (E) Upper final impression, (F) Lower master model.



지형 고정성 임시 보철물을 제작하고 구강 내 장착하였다. 3개월 동안 고정성 임시 보철물을 사용하면서 안정적인 중심교합과 전방유도 및 군기능 교합양식을 확인하였다. 측두하악관절에서의 불편감은 없었으며, 구강 내 연조직은 임시보철물에 잘 적응하였고 전치부와 교합면은 입술과 조화로운 관계를 보였다 (Fig. 5).

구강 내에서 임시 수복물로 수정 완료된 형태를 참고하여 최종 보철물 제작을 위한 진단 납형을 제작했다. 광범위한 임플란트 보철물의 제작에서 금속 구조물의 수축으로 인해 발생하는 오차를 최소화하기 위해 CAD/CAM 방식을 사용하였다.<sup>8</sup> 진단 납형을 참고하여 CAD 프로그램(Exocad, Exocad GmbH,

Darmstadt, Germany)으로 최종 보철물의 금속구조물 디자인을 설계하였다 (Fig. 6). CAD 데이터를 입력한 후, 상악 전치부의 상부구조물은 탈착용이성을 위해 나사유지형으로 계획되었고 긴 임플란트 나사유지형 상부구조물의 passive fit을 확보하기 위해 Cobalt Chrome (Co-Cr) 합금을 밀링하여 제작하였다 (Rainbow, Dentium, Seoul, Korea). 전치부 및 구치부 임플란트 금속도재관의 코핑들은 CAD로 설계한 최종보철물의 외형을 구현하기 위해 모두 Co-Cr을 레이저 소결 적층가공(EOS, GmbH Electro Optical Systems, Krailling/Munich, Germany)을 통해 제작하였다 (Fig. 7).

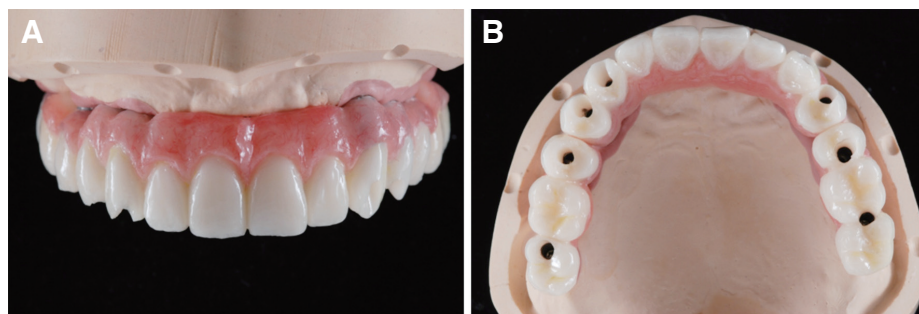


Fig. 5. Screw retained fixed interim restoration. (A) Frontal view, (B) Occlusal view.

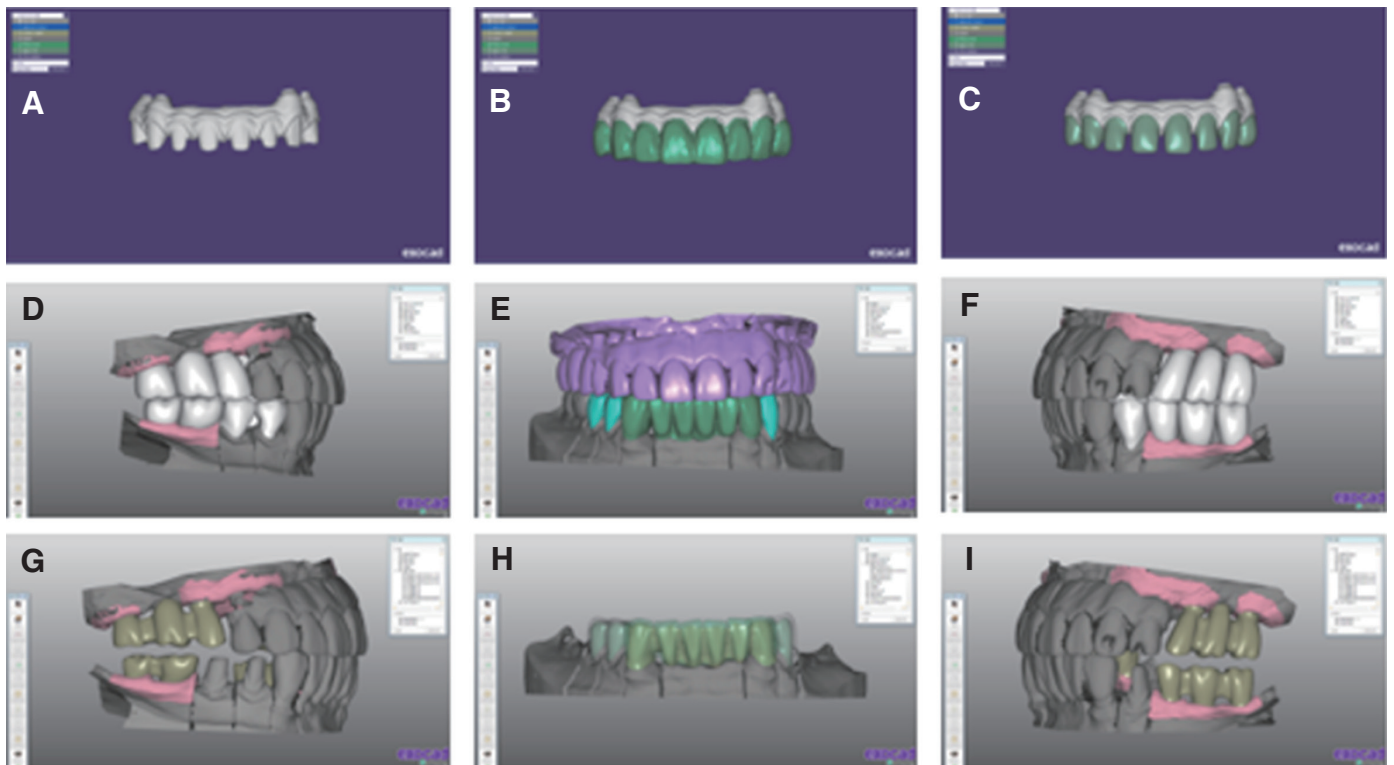


Fig. 6. Framework CAD design. (A) Superstructure design, (B) Mx. Anterior design, (C) Mx. Anterior cutback, (D) Right posterior design, (E) Lower anterior design, (F) Left posterior design, (G) Right posterior cutback, (H) Lower anterior cutback, (I) Left posterior cutback.

출력된 임플란트 상부구조물과 코핑에 도재 축성 후 최종 보철물 완성하였다 (Fig. 8).

최종 보철물을 임시접착제(Temp-Bond, Kerr, Brea, CA, USA)를 사용하여 구강 내에 장착하였다. 보철물은 분말형 에어

로솔 스프레이(Occlude, Safco Dental Sup. Co., Buffalo Grove, IL, USA)를 사용하여 내면적합도를 확인했고 변연적합도와 임플란트 상부구조물의 passive-fit을 임상적으로 확인했다 (Fig. 9).

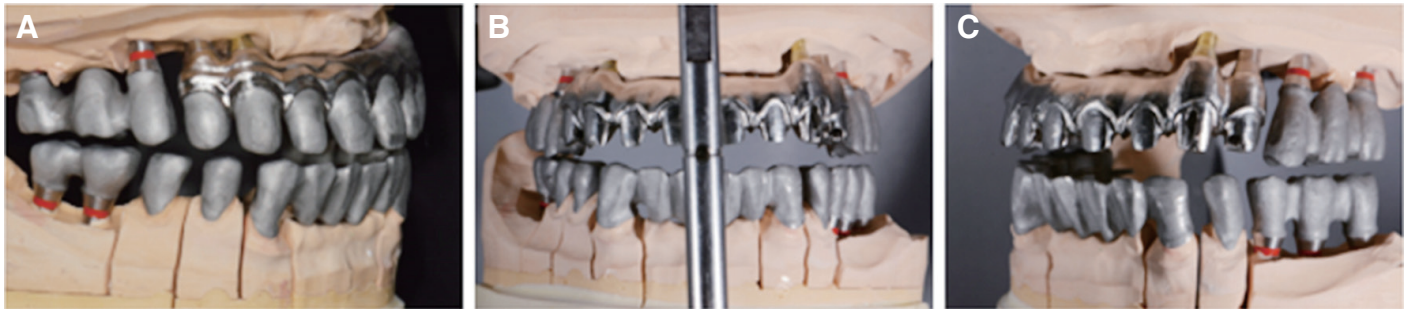


Fig. 7. Implant superstructure and coping fabricated with CAM. (A) Right view, (B) Frontal view, (C) Left view.

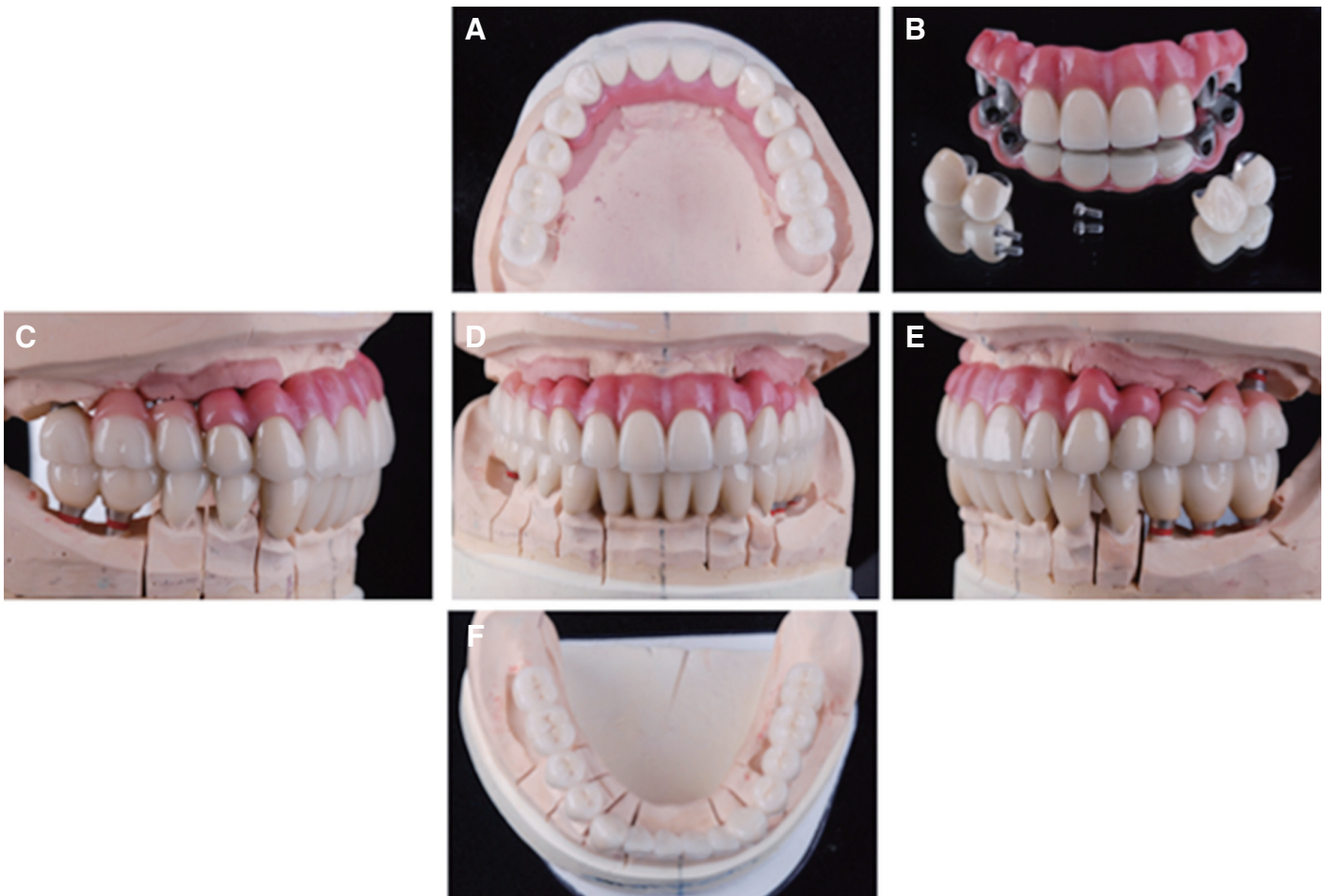


Fig. 8. Final prosthesis. (A) Upper occlusal view, (B) Canines and 1st premolars cement retained type crowns, (C) Right view, (D) Frontal view, (E) Left view, (F) Lower occlusal view.



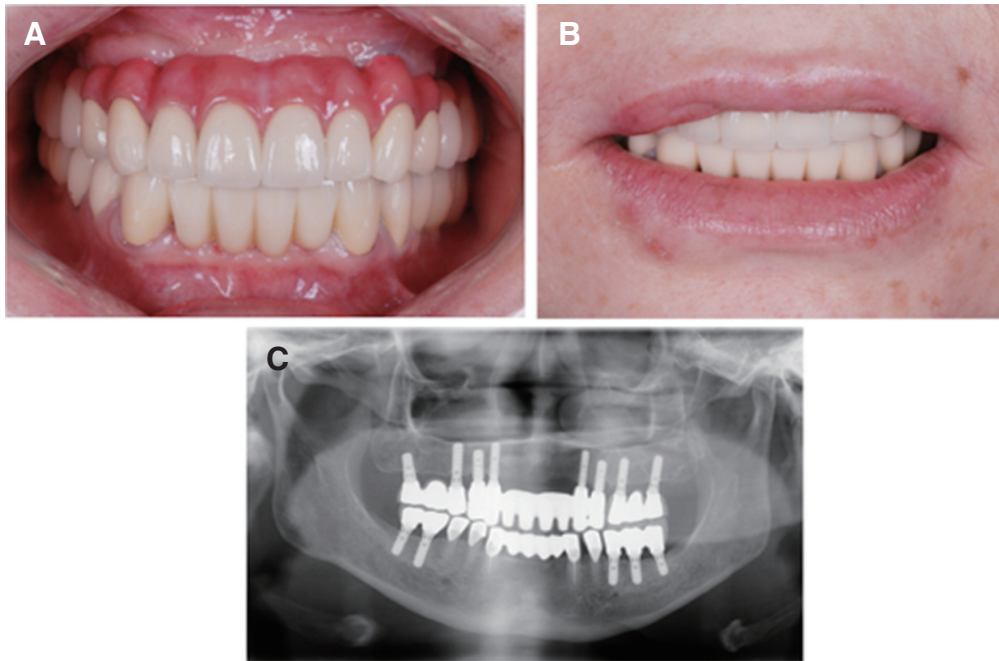


Fig. 9. Final prosthesis setting. (A) Intraoral photograph, (B) Smile photograph, (C) Panoramic radiograph after treatment.

## 고찰

임플란트 지지 보철물을 제작하는 과정의 모든 단계는 최종보철물과 임플란트 사이의 적합도에 영향을 미친다.<sup>9</sup> 전통적인 방식의 주조 방식에서, 금속 구조물은 주조 수축 변형으로 인해 필연적으로 오차가 발생한다.<sup>3</sup> 그럼에도 불구하고 금속과 금속합금은 무치악 환자의 광범위한 임플란트 보철물에 가장 빈번하게 쓰여진다. 티타늄과 금합금이 금속구조물의 제작에 가장 많이 사용되어 왔지만, 코발트-크롬 합금이 저렴한 가격과 훌륭한 기계적 특성으로 새로운 대체 재료 등장했다.<sup>10</sup> 재료 뿐만 아니라 새로운 제작 방식들도 나타났는데 CAD/CAM을 이용한 레이저 소결, 밀링 방식들이 그것이다. 이 방식들은 주조 수축이 없어 전통적 주조 방식의 가장 큰 문제였던 수축 변형을 최소화 할 수 있다. 여러 비교 실험들은 전통방식의 주조 금속구조물에 비해 밀링하여 제작된 금속구조물이 더 높은 적합도를 보인다는 것을 보고하였다.<sup>11,12</sup>

본 증례는 상악 무치악과 하악 구치부에 광범위한 고정성 임플란트 보철물을 수복한 증례로 금속구조물 제작 오차를 최소화하고 디지털로 설계한 최종보철물의 외형을 구현하기 위해 CAD/CAM 레이저 소결 적층가공과 밀링 가공을 사용하였다. 상악 전치부의 경우 보철물의 탈착용이성을 위하여 나사 유지형 임플란트 보철물을 계획했다. 나사유지형 임플란트 보철물의 삽입철거로 허용 각도의 확대와 정확한 위치 재현을 위해 나사 유지형 지대주를 사용하여 external connection type으로 platform을 변환하였다. 다수의 고정성 가공의치가 연결된 나사 유지형

임플란트 상부구조물은 정확한 제작을 통한 passive fit의 확보가 중요한데,<sup>10</sup> CAD/CAM 밀링제작을 이용하여 이를 해결할 수 있었다. 구치부의 경우 기성 시멘트 유지형 지대주를 사용하였고, CAD로 설계한 최종보철물의 외형을 구현하기 위해 적층가공으로 금속도재관의 금속구조물을 제작했다. 적층가공은 잔여 분말로 인한 오차 발생 가능성이 있어 코핑 제작에 사용하였고 높은 적합도를 요하는 상악 전치부의 상부구조물은 밀링 가공으로 제작하였다. 완성된 보철물의 내면 적합도는 분말형 에어로솔 스프레이로 확인한 결과 만족스러웠고 상악 전치부의 상부구조물의 적합도도 임상적, 방사선학적 검사 결과 양호한 적합도를 보였다. CAD/CAM을 사용한 임플란트 보철물의 제작은 전통적인 주조방식보다 더 나은 정확도를 보여주었지만, 적층가공법과 밀링가공법 모두 보다 정확한 보철물의 제작을 위해 향후 기술의 추가적인 발전이 필요하다.

## 결론

본 증례는 상악 무치악과 하악구치부의 광범위한 임플란트 고정성 보철 수복 증례로, 가철성 임시 수복물을 통해 수직 교합과 경의 거상과 심미를 평가하였고 적절한 임플란트 식립 위치를 결정하였다. 임플란트 식립 후, 임플란트 고정성 임시 보철물을 제작하였고 이를 통해 최종 심미와 기능을 평가 하였다. 수정 완료된 임시 보철물을 참고하여 CAD로 최종보철물과 금속구조물을 디자인하였고 금속구조물은 레이저 소결 적층 방식과 밀링 방식으로 제작되었다. 그 후 도재 축성을 통해 최종 보철물이 완성되

었다. 일련의 치료과정을 통해 기능적, 심미적인 임플란트 보철물을 설계할 수 있었고 CAD/CAM 방식을 사용하여 높은 적합도의 임플란트 보철물을 제작하여 만족스러운 결과를 얻을 수 있었다.

## ORCID

Taeyoon Kim <https://orcid.org/0000-0002-8215-3072>

Jun-Suk Lee <https://orcid.org/0000-0002-5881-8687>

Seoung-Jin Hong <https://orcid.org/0000-0002-7460-8487>

Hyeong-Seob Kim <https://orcid.org/0000-0002-0964-0288>

Kung-Rock Kwon <https://orcid.org/0000-0002-9777-8980>

## References

1. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc* 2006;137:1289-96.
2. Jemt T, Lekholm U. Measurements of bone and frame-work deformations induced by misfit of implant superstructures. A pilot study in rabbits. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:272-80.
3. Carr AB, Stewart RB. Full-arch implant framework casting accuracy: preliminary in vitro observation for in vivo testing. *J Prosthodont* 1993;2:2-8.
4. Turner KA, Missirlan DM. Restoration of the extremely worn dentition. *J Prosthet Dent* 1984;52:467-74.
5. Willis FM. Features of the face involved in full denture prosthesis. *Dent Cosmos* 1935;77:851-4.
6. Kwon KR, Woo YH, Choi DG. The study of relationship between sagittal condylar guide angle and incisal guide angle during mandibular protrusion in normal Korean. *J Korean Acad Prosthodont* 1989;27:11-36.
7. Schuyler CH. The function and importance of incisal guidance in oral rehabilitation. *J Prosthet Dent* 1963;13:1011-29.
8. Riedy SJ, Lang BR, Lang BE. Fit of implant frameworks fabricated by different techniques. *J Prosthet Dent* 1997;78:596-604.
9. Phillips KM, Nicholls JI, Ma T, Rubenstein J. The accuracy of three implant impression techniques: A three-dimensional analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:533-40.
10. Sertgöz A. Finite element analysis study of the effect of superstructure material on stress distribution in an implant-supported fixed prosthesis. *Int J Prosthodont* 1997;10:19-27.
11. Ortorp A, Jemt T, Bäck T, Jälevik T. Comparisons of precision of fit between cast and CNC-milled titanium implant frameworks for the edentulous mandible. *Int J Prosthodont* 2003;16:194-200.
12. Takahashi T, Gunne J. Fit of implant frameworks: an in vitro comparison between two fabrication techniques. *J Prosthet Dent* 2003;89:256-60.

## 밀링 및 3D 프린팅 방법으로 제작된 임플란트 보철물을 이용한 심한 우식 환자의 완전 구강 회복 증례

김태운 · 이준석 · 홍성진 · 김형섭 · 권궁록\*

경희대학교 치과대학 치과보철학교실

임플란트 지지 보철물의 ‘passive fit’은 보철물의 장기적인 성공과 합병증의 최소화에 핵심적인 요소이다. 그리고 이 요소는 보철물의 제작과정에 의해 대부분 결정된다. 전통적인 주조 방식은 금속의 수축 변형이 발생하여 광범위한 임플란트 보철물에 적용하는데 제한이 있었다. 그러나 Computer-aided design/Computer-aided manufacture (CAD/CAM) 밀링 방식과 3D 프린팅 방식을 사용하면 이러한 한계점을 극복할 수 있다. 본 증례는 광범위한 임플란트 보철물을 사용한 완전 구강 회복 증례이다. 가철성 임시 보철물을 제작하여 심미와 기능을 평가하고 임플란트 식립을 위한 가이드로 사용하였다. 임플란트 식립 후, 임플란트 고정성 임시 보철물이 장착되었다. 추가적인 평가와 조정 후, 최종 보철물이 CAD를 사용하여 설계되었고, CAM을 사용하여 제작되었다. 전치부 임플란트의 나사 유지형 상부구조물은 밀링되어 제작되었고, 전치부 및 구치부 금속도재관의 금속구조물은 3D 프린팅되어 제작되었다. 보철물은 양호한 적합도를 보였고 술자와 환자 모두 증례의 최종 결과에 심미적, 기능적으로 만족하였다. (대한치과보철학회지 2019;57:288-95)

**주요단어:** 광범위한 임플란트 고정성 보철물; CAD/CAM; 밀링; 3D 프린팅

\*교신저자: 권궁록

02447 서울 동대문구 경희대로 26 경희대학교 치과대학 치과보철학교실

02 958 9340: e-mail, krkwon@khu.ac.kr

원고접수일: 2019년 4월 22일 / 원고최종수정일: 2019년 5월 23일 / 원고채택일: 2019년 5월 24일

© 2019 대한치과보철학회

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