적층가공을 이용한 임시의치 제작 및 기존방식의 임시의치와의 비교 증례

김현아 · 임현필* · 강현 · 양홍서 · 박상원 · 윤귀덕

전남대학교 치의학전문대학원 보철학교실

Fabrication of additive manufacturing interim denture and comparison with conventional interim denture: A case report

Hyun-Ah Kim, Hyun-Pil Lim*, Hyeon Kang, Hongso Yang, Sang-Won Park, Kwi-Dug Yun

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea

With development of digital dentistry, the 3-dimensional (3D) manufacturing industry using computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) has grown dramatically in recent years. Denture fabrication using digital method is also increasing due to the recent development of digital technology in dentistry. The 3D manufacturing process can be categorized into 2 types: subtractive manufacturing (SM) and additive manufacturing (AM). SM, such as milling is based on cutting away from a solid block of material. AM, such as 3D printing, is based on adding the material layer by layer. AM enables the fabrication of complex structures that are difficult to mill. In this case, additive manufacturing method was applied to the fabrication of the resin-based complete denture to a 80 year-old patient. During the follow-up periods, the denture using digital method has provided satisfactory results esthetically and functionally. (*J Korean Acad Prosthodont* 2019;57:483-9)

Keywords: 3-dimensional manufacturing process; Computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM); Additive manufacturing; Complete denture

서론

20여 년 전 디지털 방식의 총의치 제작이 소개된 이후,¹ 디지털 치의학의 발달과 함께 computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) 방식의 총의치가 하나의 옵션으로 자리매김하고 있다.²⁻⁴ CAD/CAM 방식은 환자의 구강내 스캔을 시행하거나 인상체, 모델 등을 스캔함으로써 3차원적 형태의 데이터(3-dimensional morphologic data)를 얻는다. CAD 소프트웨어를 통해 의치 베이스를 디자인하고 인공치아를 배열하여 최종적인 의치의 3차원적 정보를 얻을 수 있다.^{5,6} 최종적으로 디자인된 의치 정보는 3D 가공 방식(3-dimensional manufacturing process)으로 제작될 수 있다. 3D 가공 방식에는 밀링을 이용한 절삭가공방식과 3D printing과 같은 적층가공방식이 있으며, 그

중 적층가공방식은 보다 복잡한 구조에 적용 시 효율적으로 사용될 수 있다. 3D printing 제작방법은 적층가공법의 일종으로, 다양한 방법이 소개되지만 digital laser processing (DLP), stereo lithography (SLA) 방식이 주로 사용되고 있다.^{7,8}

이러한 디지털 방식의 의치 제작은 기존의 의치 제작 방식과 비교하여 CAD 소프트웨어를 이용해 술자의 지식이 동반된 정밀한 디자인이 가능하며 가공 과정의 단순화, 저장된 데이터파일을 이용한 재제작의 용이성, 내원 간격의 단축 등의 이점을 가지고 있다.⁹ 그러나 전통적인 제작 방식에 비해 적합도 평가 및 장기간의 예후에 대한 고찰이 부족한 한계점이 있다.

본 증례에서는 기존 의치의 불량, 잔존 치아의 발치 등에 의해 최종 의치 제작 전 장기간 사용할 임시 의치 제작이 필요한 상황에서 CAD 소프트웨어를 통한 의치 디자인 및 3D printing 시행

*Corresponding Author: Hyun-Pil Lim

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University,
33 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 61186, Republic of Korea
+82 (0)62 530 5638; e-mail, mcnihil@daum.net

Article history: Received July 25, 2019 / Last Revision September 23, 2019 / Accepted September 27, 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.

하여 의치 제작하였고, 기능적, 심미적으로 만족할 만한 결과를 얻어 이에 대해 보고하고자 한다.

증례

본 증례 환자는 80세 남자 환자로, 상·하악 가철성 국소 의치 사용 중이셨으나 상악 기존 의치의 적합도 불량, 상악 지대치의 파절로 인한 발치 및 그에 따른 총의치로의 전환을 원하는 주소로 내원하였다. 의과적 병력으로는 고혈압, 당뇨로 약물치료 중이었고, 치과적 병력으로는 2년 전 상하악 가철성 국소의치를 제작하였으나 기존 의치의 지대치로 사용된 상악의 좌측 견치 및 제2소구치가 파절되어 잔존치근 상태였다 (Fig. 1, Fig. 2).

Fig. 1. Initial panoramic radiograph.

Fig. 2. Pre-operative intraoral photographs. Maxillary remained fractured teeth, #23,25. (A) Frontal view, (B) Maxillary occlusal view, (C) Mandibular occlusal view.

Fig. 3. Preliminary impression (Post-extraction). (A) Intraoral photograph, (B) Alginate impression, (C) Maxillary working cast.

임상검사 및 방사선 검사 결과 파절된 상악 좌측 견치 및 제2소구치의 치근단 염증 및 치근우식 관찰되어 발치 결정하였다. 하악의 경우 2년 전 제작한 기존 의치의 적합도 양호하였으며 잔존치아 상태 또한 양호하여 상악만 치료 진행하기로 하였다. 상악 기존 의치의 적합도 불량으로 발치 치아의 수리 대신 임시의치 제작 진행하기로 하였다. 최종의치의 경우 환자의 경제적인 여건을 고려해 보험 총의치로 계획하였다. 발치 후 장기간 사용할 임시의치의 제작에 CAD/CAM 제작 방식 적용하기로 하였다.

상악 잔존 치아 발치 후 알지네이트(Cavex Impressional, Cavex, Haarlem, Netherland)를 이용하여 상·하악 예비인상을 채득하여 진단모형 제작하였고 (Fig. 3), 왁스립 제작하여 안궁이전 및 수평수직 악간관계 기록 채득하여 교합기에 거상하였다 (Fig. 4). 모형 복제하여 각각 전통적인 제작 방식과 CAD/CAM 방식으로 상악 임시의치 제작 진행해 적합도 비교하기로 하였다.

진단모형 및 왁스립 바이트 상태의 모델 스캔(Freedom HD, DOF Inc., Seoul, Korea) 시행하였고, 무치악 모형과의 3점 중첩 방법을 통해 악간관계기록을 반영하여 상하악의 배열을 진행하였다 (Fig. 4).

CAD 소프트웨어(3shape Dental System, 3shape, Copenhagen, Denmark)를 이용하여 의치 디자인 시행하였다. 교합평면, 의치 변연, 언더컷을 고려한 삽입철거로 등을 설정하였고 해부학적 구조(구상절흔, 견치 부위, 절치유두)를 참고점으로 설정하여 치아배열이 이루어졌다. 배열된 인공치아 각각의 세부적인 조정

Fig. 4. Interocclusal record. (A) Intraoral photograph, (B) Facebow transfer, (C) Articulator mounting.

Fig. 5. Model scan. (A) Upper jaw, (B) Lower jaw, (C) Wax rim bite, (D) Aligning both jaws.

시행하였고 연마면 형성까지 마무리하여 최종디자인된 의치베이스와 인공치아를 각각 Stereolithography (STL) 파일로 저장하였다 (Fig. 5).

최종 디자인된 의치에 서포트를 설정하여(Flash DLPrint, FLASHFORGE, City of Industry, CA, USA) 3D 프린터(Bio3D_L12, Bio3D, Seoul, Korea) 및 3D printing용 레진(NextDent C&B/Base, NextDent, Soesterberg, The Netherlands)을 이용하여 베이스 및 인공치아의 출력 진행하였다 (Fig. 6, Fig. 7).

제조사의 지시에 따라 광중합 시행하였고, 아크릴릭 콤포지트 레진(G-aenial Universal Flo, GC corporation, Tokyo, Japan)을 이용하여 베이스와 인공치아의 접착 시행하였다. 연마 통해 최종

제작 마무리하였다 (Fig. 8). 기공실에서 제작된 기존 방식의 임시 의치와 비교 시 임상적으로 적절한 적합도를 얻었다 (Fig. 9). 발치 후 두 달 간의 임시치치로 사용되었으며, 그 기간동안 환자는 심미적, 기능적으로 만족하였으며, 안정적으로 유지되었다.

고찰

디지털 치의학의 발달과 함께 고정성 보철물에서 가철성 보철물에 이르기까지 전반적인 치과영역에서 CAD software의 활용 및 3D manufacturing 제작방식이 널리 이용되는 추세이다.¹⁰ 가철성 의치 제작에 있어 디지털 영역이 점점 확대되어 활용될 것으

Fig. 6. CAD design process (3Shpa Dental Sysytem, 3shape, Copenhagen, Denmark). (A) Occlusal plane, (B) reference point, (C) Borderline, (D) Path of insertion, (E) Artificial tooth selection, (F) Aligning artificial teeth, (G) Individual tooth adjustment, (H) Tooth arrangement, (I) Polished surface, (J) Final denture design.

Fig. 7. Support structures using 3D printing software (Flash DLPrint, FLASHFORGE, California, USA). (A) Artificial teeth, (B) Denture base.

Fig. 8. (A) 3D Printer (Bio3D_L12, Bio3D, Seoul, Korea), (B) Artificial teeth, (C) Denture base, (D) Final denture.

Fig. 9. Denture try-in. (A), (D) Frontal view, (B), (E) Occlusion checkpoint, (C), (F) internal adaptation using silicone material (Fit-checker, GC corporation, Tokyo, Japan).

로 기대된다.

본 증례에서는 기존의치의 불량 및 잔존치아의 발거로 의치 제작이 필요한 환자에게 예비인상채득 및 왁스 림을 이용한 악간관계 채득하여 모델 스캔 및 CAD software를 통한 의치 디자인, 적층가공방식을 이용하여 단기간에 임시의치를 제작하였다. 디지털 방식으로 제작된 의치는 구강 내에서 시적 시 기존 방식으로 제작된 임시의치와 마찬가지로 임상적으로 적절한 적합도를 나타냈으며, 별다른 조정 없이 시적되었다.

교합적 측면에서는 특정 치아에서의 조기접촉을 보여 약간의 교합 조정 시행하였다. 이는 베이스와 인공치아를 각각 제작하여 접착하는 과정에서 오차가 발생했을 것으로 생각된다. CAD/CAM 의치 제작 시 인공치아를 의치상에 접착하는 방식에 대한 연구들에서, 접착제 공간 및 인공치 형태 등에 의해 오차가 발생할 수 있다고 하였다.^{10,11} Yamamoto 등¹²은 적절한 접착제 공간(offset)의 부여, 인공치의 함요부 형성 등으로 오차를 줄일 수 있다고 하였다. 디자인적인 고려, 일체형 의치 제작 등 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 기존 방식에서의 오차 또한 존재하므로 최종 총의치의 경우 진료실재부착 등의 교합조정이 필요할 것으로 생각된다.

CAD/CAM denture 제작 시 CAD software를 통해 직접 디자인을 시행함으로써 교합과 심미적 측면에서 술자의 지식을 반영할 수 있었으며, 가공시간이 단축되어 내원간격을 줄여 환자 만족도를 증진시켰다. 또한, 디자인한 데이터를 저장하여 보관 가능해 추후 보철 재제작이 필요한 경우 술식의 반복 없이 다시 활용하여 제작 가능한 점도 디지털 방식의 의치 제작 시 갖는 장점이라고 할 수 있을 것이다.

레진 베이스의 경우 80세 고령이지만 대합되는 하악이 다수의 자연치가 잔존하는 국소의치이며 전반적인 교모 양상을 봤을 때 교합력이 적지 않았을 것으로 생각되므로 3D printing용 레진으로 제작된 총의치를 최종 의치로 사용하는 것에는 강도에 대한 고려가 필요할 것으로 생각된다. 최종의치의 디지털 방식 적용을 위해서는 CAD/CAM 이용한 Metal framework 제작 및 금속상 총의치 및 국소의치의 제작에 대한 평가 및 장기간의 예후에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

의치 제작의 디지털 방식으로, CAD software를 이용한 의치 디자인 시행 및 3D printing을 이용한 resin-based complete denture 제작하였으며, 전통적인 방식과 비교해 적합도 및 유지력이 임상적으로 양호하였다. 하지만 3d printing용 레진의 강도에 대한 고찰과 장기간의 유지관리에 대한 데이터 축적이 필요하며, resin-based 뿐만 아니라 metal-based denture 제작의 적합도 평가 및 장기적 데이터가 필요해 보인다. 디지털 기술의 발전으로 향후 보다 정확한 디지털 방식의 의치 제작이 가능할 것으로 기대된다.

ORCID

Hyun-Ah Kim <https://orcid.org/0000-0002-6677-0337>
 Hyun-Pil Lim <https://orcid.org/0000-0001-5586-1404>
 Hyeon Kang <https://orcid.org/0000-0003-3999-2871>
 Hongso Yang <https://orcid.org/0000-0002-9138-4817>
 Sang-Won Park <https://orcid.org/0000-0002-9376-9104>
 Kwi-Dug Yun <https://orcid.org/0000-0002-2965-3967>

References

1. Maeda Y, Minoura M, Tsutsumi S, Okada M, Nokubi T. A CAD/CAM system for removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures. *Int J Prosthodont* 1994;7:17-21.
2. Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Baba NZ. CAD/CAM complete dentures: a review of two commercial fabrication systems. *J Calif Dent Assoc* 2013;41:407-16.
3. Bilgin MS, Erdem A, Aglarci OS, Dilber E. Fabricating complete dentures with CAD/CAM and RP technologies. *J Prosthodont* 2015;24:576-79.
4. Wimmer T, Gallus K, Eichberger M, Stawarczyk B. Complete denture fabrication supported by CAD/CAM. *J Prosthet Dent* 2016;115:541-6.
5. Goodacre CJ, Garbacea A, Naylor WP, Daher T, Marchack CB, Lowry J. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *J Prosthet Dent* 2012;107:34-46.
6. Infante L, Yilmaz B, McGlumphy E, Finger I. Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology. *J Prosthet Dent* 2014;111:351-5.
7. Park ME, Shin SY. Three-dimensional comparative study on the accuracy and reproducibility of dental casts fabricated by 3D printers. *J Prosthet Dent* 2018;119:861.e1-7.
8. Wimmer T, Eichberger M, Lümekmann N, Stawarczyk B. Accuracy of digitally fabricated trial dentures. *J Prosthet Dent* 2018;119:942-7.
9. Lo Russo L, Salamini A. Removable complete digital dentures: A workflow that integrates open technologies. *J Prosthet Dent* 2018;119:727-32.
10. Inokoshi M, Kanazawa M, Minakuchi S. Evaluation of a complete denture trial method applying rapid prototyping. *Dent Mater J* 2012;31:40-6.
11. Kanazawa M, Inokoshi M, Minakuchi S, Ohbayashi N. Trial of a CAD/CAM system for fabricating complete dentures. *Dent Mater J* 2011;30:93-6.
12. Yamamoto S, Kanazawa M, Hirayama D, Nakamura T, Arakida T, Minakuchi S. In vitro evaluation of basal shapes and offset values of artificial teeth for CAD/CAM complete dentures. *Comput Biol Med* 2016;68:84-9.

적층가공을 이용한 임시의치 제작 및 기존방식의 임시의치와의 비교 증례

김현아 · 임현필* · 강현 · 양홍서 · 박상원 · 윤귀덕

전남대학교 치의학전문대학원 보철학교실

디지털치의학의 발달과 함께 computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM)을 이용한 3D 제작산업이 최근 급격한 성장을 하고 있다. 디지털 방식을 이용한 의치 제작 또한 최근의 디지털치의학 기술의 발전으로 증가하는 추세에 있다. CAD/CAM 제작방법은 크게 두가지 타입으로 나눌 수 있다: 절삭가공, 적층가공, 밀링과 같은 절삭가공은 블록 형태의 재료를 깎아 제조하는 기술을 토대로 하며, 3D printing과 같은 적층가공은 재료를 적층 방식으로 쌓아 올려 제조하는 기술을 토대로 한다. 적층가공은 밀링이 어려운 복잡한 구조의 제작에 적용할 수 있다. 본 증례에서, 적층가공방법이 레진상 총의치 제작에 이용되었다. 디지털방식을 적용한 의치의 사용기간동안 기능적, 심미적으로 만족할 만한 결과를 보여주었다. (대한치과보철학회지 2019;57:483-9)

주요단어: 3D 가공제작; Computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM); 적층가공; 총의치

*교신저자: 임현필
61186 광주광역시 북구 용봉로 33 전남대학교 치의학전문대학원 보철학교실
062 530 5638; e-mail, mcnihil@daum.net
원고접수일: 2019년 7월 25일 / 원고최종수정일: 2019년 9월 23일 / 원고채택일: 2019년 9월 27일

© 2019 대한치과보철학회
© 이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 4.0 대한민국 라이선스에 따라
이용하실 수 있습니다.