Cr-Co removable partial denture treatment fabricated by selective laser melting: a case report

Ji-Hun Yim, Soo-Yeon Shin*

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University, Cheonan, Republic of Korea

Compared to conventional method, if metal framework of removable partial denture is fabricated by selective laser melting, various laboratory works are omitted, saving time and simplifying the process. In addition, metal framework with homogeneous density can be obtained, expecting excellent mechanical properties, especially resistance to fatigue fracture. In these cases, impression were taken using conventional methods in partial edentulous patients, master casts were fabricated and scanned to obtain digital data. After designing the metal frameworks on the scanned data, removable partial dentures were fabricated using selective laser melting methods. Through these procedure, satisfactory outcomes were achieved both in functional and esthetic aspects. (*J Dent Rehabil Appl Sci* 2021;37(1):39-47)

Key words: selective laser melting (SLM); 3D printing; removable partial denture

서론

CAD-CAM (computer aided design-computer aided manufacture) 기술의 발달로 3D printing을 이용한 보철물의 제작이 활발히 이루어지고 있으며 최근에는 의치 제작에도 그 기술이 활용되고 있다.^{1,2}

의치의 금속구조물을 3D printing 하는 경우 기존의 금속구조물 제작 방식에 비해 내화모형제작, 매몰 및 주조와 같은 여러 기공 과정이 생략되어 시간이 절약되고 간편해진다. 또한 의치의 파절 혹은 분실 시 재출력을 통하여 빠르게 동일한 금속구조물의 제작이 가능하다는 장점이 있다. 정확성 면에서도, 3D printing으로 제작한 금속구조물은 만족스러운 적합을 보였으며 주조의 방식보다 더 낫다고 보고된 바 있다.^{2,3} 금속구조물의 복잡한 형태나 얇은 구조물, 바, 클라스프는 밀링을 통해 제작 시 가공물의 굴절이 발생한다는 문제점이 발생하며,⁴ 3D

printing으로 제작할 경우 이러한 문제점이 해소가 되어 밀링 가공보다 금속구조물의 적합이 우수하다.

3D printing을 이용한 금속구조물 제작 방식에는, 1) 레진 패턴을 출력하여 매몰 및 주조하는 방식(3D printed pattern casting)과 2) selective laser melting (SLM) 기법으로 금속을 출력하는 방식이 있다. 이 중 SLM를 이용한 방식은 고강도의 레이저를 이용하여 파우더 입자를 용융시킨 후 냉각을 통해 결합시키는 방식으로, 파우더를 프린팅 베드에 도포하고 레이저 조사에 의해 특정 부분만을 선택해 가열하여 용융시킨다. 이후 온도가 낮아지면서 금속구조물이 경화된다. 레이저에 의한 선택적 소결로 인해 가공물의 정확성과 기계적 성질이 우수하다는 장점이 있으며 복잡한 구조도 묘사가 가능하다는 장점이 있다.⁵ 이와 유사한 방식인 selective laser sintering (SLS)은 비교적 낮은 에너지의 레이저를 이용하여 파우더 입자를 용융시키지 않고 소결만을 진행하는 방식으로 SLM 방

*Correspondence to: Soo-Yeon Shin
Professor, Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University, Dandaero 119, Dongnam-gu, Cheonan, 31116, Republic of Korea
Tel: +82-41-550-0256, Fax: +82-41-550-1975, E-mail: syshin@dankook.ac.kr
Received: September 7, 2020/Last Revision: December 23, 2020/Accepted: January 14, 2021

Copyright© 2021 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.
© It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

식에 비하여 가공물의 기계적 성질은 비교적 낮다고 알려져 있다. SLM의 방식은 3D printed pattern casting보다 공정 과정이 단순화되어 오차의 발생 가능성이 적어진다.⁶ 또한 코발트-크롬 합금을 주조의 방식으로 제작한 경우와 SLM 방식으로 제작한 경우 미세구조와 기계적 성질을 비교한 연구들은 SLM 방식으로 제작할 경우 더 나은 기계적 성질을 보였다고 보고한 바 있다.⁷⁻⁹ 이는 가철성 국소의치의 금속구조물에도 적용되어, SLM 방식으로 제작하였을 경우 주조의 방식보다 균질한 밀도의 금속구조물을 얻을 수 있어 우수한 기계적 성질을 얻을 수 있고 특히 피로 파절에 대한 저항성이 높아지며 에이징 후의 생존률 또한 우수하다.^{6,10,11} Tuna 등¹²에 의하면 부식저항성 또한 주조의 방식으로 제작한 경우보다 SLS 혹은 밀링으로 제작한 경우가 더 높았다고 하였다.

Hedberg 등¹³의 연구는 phosphate buffered saline과 bovine serum albumin과 같은 생체 내 환경과 유사한 액체 내에서 SLM으로 제작한 코발트-크롬 금속과 주조를 통해 제작한 코발트-크롬 금속의 금속 누출 정도를 비교하여 생체 적합성을 확인하고자 하였다. SLM으로 제작한 코발트-크롬 금속의 경우 크롬, 코발트, 몰리브덴 모두 주조 방식으로 제작한 코발트-크롬 금속보다 더 적은 누출량을 보여, SLM 제작 방식이 생체적합성 면에서도 더 우수하다고 할 수 있다.

본 증례에서는 부분 무치악 환자에서 종래에 쓰이던 방식인 폴리비닐 실록산 인상재를 통하여 최종인상을 채득하였고 주모형을 제작하였다. 이 주모형을 스캔하여 디지털 데이터를 채득하였고 디자인 소프트웨어를 통해 데이터 상에서 금속구조물을 디자인한 뒤 SLM 방식으로 가철성 국소의치를 제작하였다. 장착 후 기능적 및 심미적으로 만족스러운 결과를 보였기에 이를 보고하는 바이다.

증례보고

증례 1

첫 번째 증례는 56세 남자 환자로서 ‘틀니가 부러졌다’는 주소로 본원에 내원하였다. 구강 검사와 방사선 사진 검사에서 하악은 #33, 34, 35, 43, 44, 45 치아가 잔존하는 부분 무치악 상태였으며 #34, 35, 44, 45는 서베이드 금관으로 수복되어 있었다(Fig. 1). 기존 사용하고 있던 의치는 #34, 35, 44, 45를 지대치로 하고 설측바가 주

연결장치인 가철성 국소의치로, 본원 내원 당시, #44, 45 치아 사이의 주연결장치가 파절된 상태였다(Fig. 2). 의치의 파절 단면에서는 내부의 다공성 구조가 관찰되어 국소의치의 파절 가능성을 줄이기 위하여 금속구조물을 SLM을 통하여 제작하기로 계획하였다. 예비 인상을 통해 얻어진 진단모형으로 기존 서베이드 금관의 삽입철거로를 확인하기 위하여 치과용 서베이어 상에서 서베잉을 진행하였다(Fig. 3). 이후 통상적인 방법으로 하악에 대한 개인 트레이를 제작하고 최종 인상(EXADENTURE,

Fig. 1. Panoramic view of patient in case 1.

Fig. 2. Fracture of major connector in case 1. (A) Fractured position in major connector, (B) Fractured facet of major connector. Note the porous surface at the facet.

Fig. 3. Surveying procedure to identify proper path of insertion using dental surveyor in case 1. Prior to digital surveying, checking the path of the surveyed crowns. (A) Surveying of premolars, (B) Surveying of canines for checking path of insertion.

Fig. 4. Definitive impression in case 1. (A) Impression was taken by polyvinyl siloxane. (B) Impression was poured with improved dental stone.

Fig. 5. 3D scan and design of metal framework in case 1. (A) Scanned master cast with determined path of insertion, (B) Designing retention grid and major connector, (C) Designing minor connector and clasp assemblies, (D) Pre-manufacturing of framework.

GC, Tokyo, Japan)을 채득하였다(Fig. 4). 얻어진 주모형을 3D 스캔(E4, 3Shape dental system, Copenhagen, Denmark)하여 국소의치의 금속구조물을 CAD software (3Shape dental system) 상에서 디자인하였다(Fig. 5). 지대치 하방의 조직부 언더컷이 존재하고 국소의치의 기능운동으로 인한 #35, 45 치아에 가해지는 경사력을 최소화하기 위하여 조합형 클라스프를 사용하였으며 제작 시에 금속부분이 노출되지 않기를 원하셨기에, 심미성을 위하여 #33, 43 치아에는 클라스프를 부여하지 않았다. 디자인된 데이터를 STL file로 변환한 후, 3D printer (NCL-M2150T, CHAMLION, Nanjing, China)에 입력

Fig. 6. Cut-off facet of metal framework fabricated by SLM in case 1. Note the dense surface at the facet showing more density than fractured porous surface.

Fig. 7. Restoration of final denture in case 1. Showing proper adaptation of framework and comfort for patients.

하였으며, SLM 과정에서 사용된 3D printer는 레이저 파워 500 W, 스캔 간격 40 μm , 스캔 속도 7 m/s, 레이어 두께 30 μm 의 공정 조건 하에서 금속구조물을 출력하였다. 3D printing에 사용된 파우더는 코발트(65%), 크롬(27%), 몰리브덴(6%), 망간(1%), 실리콘(1%)로 이루어진 코발트-크롬 합금이 사용되었다. 출력된 금속구조물을 절단시켜 절단면을 관찰 시 내면은 다공성의 구조가 없이 균질한 밀도로 내부가 채워져 있는 것을 확인하였다(Fig. 6). 이후, 종래의 방법대로 기록상과 교합제를 통하여 교합고경을 확인 후 최종의치를 수복하였다(Fig. 7).

증례 2

두 번째 증례는 66세 여자 환자로서 ‘틀니를 넣을 때 피가 나서 혼자 틀니를 조절하다가 부러졌다’는 주소로 본원에 내원하였다. 환자는 기존의 I-bar에 의하여 조직부 손상이 있었다고 하여 의치 재제작시 I-bar는 설계를 원하지 않았다. 구강 검사 시 하악은 #36, 37, 46, 47 치아가 상실된 부분 무치악 상태였으며, #34, 35, 44, 45는 서베이드 금관으로 수복되어 있었다(Fig. 8). 기존에 사용하고 있던 의치는 #45 지대치에 삽입되는 I-bar 클라스크가 파절된 상태였다(Fig. 9). 디지털 서베이 과정을 통하여 언더컷의 위치 재설정하여 적절한 유지력을 얻고 I-bar 클라스크에 의한 연조직 손상을 방지하고 지대치에 가해지는 경사력을 줄이기 위하여 조합형 클라스크로 재제작하기로 계획하였다. 디지털 서베이 전, 환자 구내 상태의 진단을 위하여 치과용 서베이어 상에서 서베이를 진행하였다(Fig. 10). 종래의 방법으로 하악 부분 무치악에 대한 최종인상을 진행하였으며 이를 통해 얻어진 주모형을 3D 스캔하여 CAD software 상에서 언더컷의 양을 확인한 후 금속구조물을 디자인하였다(Fig. 11). 디자인된 금속구조물은 SLM을 통하여 제작되었으며 통상적 방법에 따라 교합고경 확인 후 최종의치를 수복하였다(Fig. 12).

Fig. 8. Panoramic view of patient in case 2.

Fig. 9. Fractured facet of I-bar in case 2. The I-bar is entirely cut off from removable partial denture resulting from improper soft tissue undercut.

Fig. 10. Surveying procedure to identify proper path of insertion and undercut of soft tissue using dental surveyor in case 2. Prior to digital surveying, checking the path of the surveyed crowns.

Fig. 11. 3D scan and design of metal framework in case 2. (A) Scanned master cast with determined path of insertion, (B) Designing retention grid and major connector, (C) Designing minor connector and clasp assemblies, (D) Pre-manufacturing of framework.

Fig. 12. Restoration of final denture in case 2. The patient showed satisfaction with new removable partial denture.

증례 3

세 번째 증례는 68세 남자환자로 ‘위, 아래 틀니가 부러졌다’는 주소로 본원을 내원하였다. 구강 검사 시 상악은 Kennedy class III 부분 무치악, 하악은 Kennedy class I 부분 무치악의 상태였다. 기존에 사용하던 의치를 관찰한 결과, 상악에서는 #26 치아에 삽입되는 클라스프 유지암의 파절, 하악에서는 #46 치아의 부연결장치 및 레스트의 파절이 나타났다(Fig. 13). 제작과정에서 나타나는 금속구조물의 결함을 최소화하기 위하여 SLM 방식으로 금속구조물을 제작하기로 하였다. 예비 인상을 통해 얻어진 진단모형 상에서 서베잉을 하였고(Fig. 14), 상, 하악을 종래의 방법대로 인상을 채득하였으며(Fig. 15) 제작된 주모형을 3D 스캔 후 금속구조물을 3D 디자인 하였다(Fig. 16). 상악은 치아지지 국소의치 #12, 17, 22, 26 지대치에 환상형 클라스프를 설계하였으며 하악은 최후방 지대치인 #35, 46에 조합형 클라스프를 설계하였다. SLM을 통하여 금속구조물을 제작하여 환자에게 최종의치를 수복하였다(Fig. 17).

Fig. 13. Fractured metal framework in case 3. (A) Fracture at retentive arm in maxillary removable partial denture (#26), (B) Fracture at minor connector and rest in mandibular removable partial denture (#46).

Fig. 14. Surveying procedure to identify proper path of insertion and undercut of pre-existed surveyed crowns and natural teeth in case 3. (A) Surveying of maxilla, (B) Sureveying of mandible.

Fig. 15. Definitive impression in case 3. Impression was taken by polyvinyl siloxane. (A) Impression of maxilla, (B) Impression of mandible.

Fig. 16. 3D scan and design of metal framework in case 3. (A) Scanned master cast with determined path of insertion, (B) Designing retention grid and major connector, (C) Designing minor connector and clasp assemblies, (D) Pre-manufacturing of framework.

Fig. 17. Restoration of final denture in case 3. (A) Maxilla, (B) Mandible. Kennedy class III case in maxillary restoration and short tissue supported area in mandibular restoration resulted in great stability and patient's satisfaction.

고찰

CAD-CAM 기술은 가철성 국소의치의 제작 과정을 단순화시킬 수 있는 장점이 있다. 언더컷을 분석하고 삽입철거로를 결정하는 디지털 도구들은 종래에 쓰이던 치과용 서베이어보다 정확하다.¹⁴ 본 증례에서는 의치의 삽입철거 시 연조직에 상처가 생긴 환자에서 디지털 서베이를 통해 한 번 더 삽입철거로를 확인한 후 국소의치의 금속구조물을 제작하였다.

Takaichi 등⁹은 SLM의 방식으로 제작한 코발트-크롬 합금의 미세 구조와 기계적 성질을 연구한 바 있으며, 광학 현미경과 주사 전자 현미경 하에서 주조 방식보다 고밀도의 금속을 얻을 수 있다는 것을 발견하였다. 또한 SLM 방식으로 제작한 코발트-크롬 합금의 경우 0.2 % 항복강도가 562 ± 96 MPa, 연신율은 $4.5 \pm 1.0\%$ 이고, 주조 금속의 경우보다 더 높은 기계적 성질을 가진다고 하였다. ISO 22674 분류에 따르면 가철성 국소의치에 사용하는 금속은 Type 4 혹은 Type 5로 분류되며 이를 위한 최소 항복강도는 각각 360, 500 MPa이며 최소 연신율은 두 Type 모두 2%이다. Takaichi 등의 연구는 SLM 방식으로 제작한 코발트-크롬 합금이 ISO 규격에 맞추어 가철성 국소의치의 금속구조물에 사용될 수 있다는 것을 입증하였다. 기계적 성질을 연구한 또 다른 연구에서는, SLM 방식으로 제작한 코발트-크롬 합금의 비커스 경도는 371 ± 10 Hv로, 주조의 경우인 320 ± 12 Hv 보다 더 높은 수치를 보였다.¹⁵ 클라스프 복합체에서도 이와 상응하는 결과 값을 보였다. Kajima 등¹⁶은 항복강도와 인장강도는 주조 방식으로 제작된 클라스프보다 SLM으로 제작된 클라스프가 유의한 차이로 더 높았으며 연신율은

두 방식으로 제작된 클라스프에서 유의한 차이가 나타나지 않아 물리적 성질에서 우월하며 지대치에 의해 얻어지는 유지력에는 크게 차이가 없음을 발견하였다. 본 연구에서는 환자가 기존에 쓰던, 주조 방식으로 제작된 의치의 금속구조물의 파절을 확인하였고, 파절에 대한 저항성을 개선하기 위해 SLM 방식의 제작을 통하여 금속구조물의 강도 개선을 도모하였다. 주조 방식으로 제작된 금속구조물은 주조과정에서 내부 다공성 구조가 형성될 가능성이 있으며 SLM의 방식은 이러한 가능성을 최소화할 수 있다고 사료된다.

Tregerman 등¹⁷은 9명의 환자에 대하여 아날로그 방식으로 인상채득 후 왁스패턴을 매몰, 주조한 국소의치의 금속구조물, 아날로그와 디지털 방식을 조합하여 인상채득 후 얻어진 모형을 디지털 스캔하여 CAD software 상에서 디자인 후 SLM 방식으로 제작한 금속구조물, 그리고 구내 스캔을 통하여 아날로그의 인상채득을 대신하고 디지털 방식으로 금속구조물을 디자인 후 SLM 방식으로 제작할 경우, 금속구조물의 적합에 대하여 비교를 한 바 있다. 아날로그와 디지털 방식을 조합한 방식이 가장 적합도가 떨어졌으며, 반면 완전 디지털 방식으로 제작한 경우 가장 적합도가 우수하다는 결론을 내렸다. 본 연구에서는 적합도보다는 주조과정상 내부의 다공성 문제를 해소하여 금속의 기계적 성질을 개선하기 위하여 SLM 제작 방식을 선택하였다. 또한 구내 스캔으로 인상채득을 대신할 경우 선택적 가압인상을 채득할 수 없는 단점이 존재하여 하악 Kennedy class I 혹은 II 증례와 같이 선택적 가압을 통한 지지의 개선이 필요한 증례에서는 구내 스캔은 부적절하다고 할 수 있다. 또한 연조직의 전정과 같이 좁은 영역은 기능적으로 구내 스캔하기가 매

우 어렵다.¹⁸ 이에 적합도가 좋지 않다는 연구 결과에도 불구하고 본 증례에서는 아날로그와 디지털 방식을 조합하여 일반적인 방법으로 인상채득 후 SLM 방식으로 금속구조물을 제작하였다.

한편, 클라스프 복합체와 레스트에서는 SLM, 주조, 밀링으로 제작한 방식에서의 적합성을 비교한 연구가 있었다.¹⁹ 세 가지 방식 모두 오차는 존재하였고, 오차의 방향은 각각 다르다고 결론을 내렸으며, 더불어 SLM으로 제작한 방식이 다른 두 방식에 비하여 더 정확하고 오차가 적다고 보고하였다. 이는 SLM 방식으로 제작하였을 경우 클라스프 복합체의 적합이 구강 내에서 더 좋을 것임을 시사한다.

순수 티타늄과 티타늄 합금은 재료의 다재다능함과 생체친화성으로 가철성 국소의치의 금속구조물에 대한 잠재적인 재료로서 생각되어 왔다. 그러나 티타늄과 티타늄 합금은 종래까지 주조 과정상의 한계로 인하여 국소의치의 금속구조물에는 잘 쓰이지 않는 재료였다. SLM의 방법을 통하여 티타늄 합금으로 국소의치 금속구조물을 제작할 경우 주조 과정에서 나타나는 문제점이 해소될 수 있다. Kanazawa 등²⁰은 상악 총의치의 레진상 내부에 금속구조물을 티타늄으로 제작하였으며 기계적 성질과 미세구조가 임상적으로 적절하다고 밝힌 바 있다. 이는, 후에 가철성 국소의치를 또한 티타늄 금속구조물로 제작할 수 있는 가능성을 시사한다고 사료된다.

결론

본 증례는 SLM 방식을 이용하여 제작한 가철성 국소의치 금속구조물로 부분 무치악 환자를 수복한 증례이다. 매몰 및 주조 방법으로 제작한 금속구조물은 숙련도나 제작 환경에 따라 오차의 가능성이 있다. SLM 방식으로 금속구조물을 제작할 경우 그 밀도가 주조 방식에 비해 상당히 증가하는 것으로 보고되어 이에 따라 기계적 성질의 개선을 기대할 수 있으며 향후 이에 대한 장기적인 예후에 대하여 연구가 필요할 것으로 보인다.

ORCID

Ji-Hun Yim <https://orcid.org/0000-0002-3893-4568>

Soo-Yeon Shin <https://orcid.org/0000-0001-6160-7277>

References

- Williams RJ, Bibb R, Rafik T. A technique for fabricating patterns for removable partial denture frameworks using digitized casts and electronic surveying. *J Prosthet Dent* 2004;91:85-8.
- Williams RJ, Bibb R, Eggbeer D, Collis J. Use of CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework. *J Prosthet Dent* 2006;96:96-9.
- Eggbeer D, Bibb R, Williams R. The computer-aided design and rapid prototyping fabrication of removable partial denture frameworks. *Proc Inst Mech Eng H* 2005;219:195-202.
- Smith S, Dvorak D. Tool path strategies for high speed milling aluminum workpieces with thin webs. *Mechatronics* 1998;8:291-300.
- Dizon JRC, Espera AH, Chen Q, Advincula RC. Mechanical characterization of 3D-printed polymers. *Addit Manufac* 2018;20:44-67.
- Tasaka A, Shimizu T, Kato Y, Okano H, Ida Y, Higuchi S, Yamashita S. Accuracy of removable partial denture framework fabricated by casting with a 3D printed pattern and selective laser sintering. *J Prosthodont Res* 2020;64:224-30.
- Zhou Y, Li N, Yan J, Zeng Q. Comparative analysis of the microstructures and mechanical properties of Co-Cr dental alloys fabricated by different methods. *J Prosthet Dent* 2018;120:617-23.
- Kim HR, Jang SH, Kim YK, Son JS, Min BK, Kim KH, Kwon TY. Microstructures and mechanical properties of Co-Cr dental alloys fabricated by three CAD/CAM-based processing techniques. *Materials* 2016;9:596.
- Takaichi A, Nakamoto T, Joko N, Nomura N, Tsutsumi Y, Migita S, Doi H, Kurosu S, Chiba A, Wakabayashi N, Igarashi Y, Hanawa T. Microstructures and mechanical properties of Co-29Cr-6Mo alloy fabricated by selective laser melting process for dental applications. *J Mech Behav Biomed Mater* 2013;21:67-76.
- Schweiger J, Güth JF, Erdelt KJ, Edelhoff D, Schubert O. Internal porosities, retentive force, and survival of cobalt-chromium alloy clasps fabricated by selective laser-sintering. *J Prosthodont Res*

- 2020;64:210-16.
11. Lapcevic AR, Jevremovic DP, Puskar TM, Williams RJ, Eggbeer D. Comparative analysis of structure and hardness of cast and direct metal laser sintering produced Co-Cr alloys used for dental devices. *Rapid Prototyp J* 2016;22:144-51.
  12. Tuna SH, Pekmez NÖ, Kürkçüoğlu I. Corrosion resistance assessment of Co-Cr alloy frameworks fabricated by CAD/CAM milling, laser sintering, and casting methods. *J Prosthet Dent* 2015;114:725-34.
  13. Hedberg YS, Qian B, Shen Z, Virtanen S, Wallinder IO. In vitro biocompatibility of CoCrMo dental alloys fabricated by selective laser melting. *Dent Mater* 2014;30:525-34.
  14. Mansour M, Sanchez E, Machado C. The use of digital impressions to fabricate tooth-supported partial removable dental prostheses: A clinical Report. *J Prosthodont* 2016;25:495-7.
  15. Al Jabbari YS, Koutsoukis T, Barmpagadaki X, Zinelis S. Metallurgical and interfacial characterization of PFM Co-Cr dental alloys fabricated via casting, milling or selective laser melting. *Dent Mater* 2014;30:79-88.
  16. Kajima Y, Takaichi A, Nakamoto T, Kimura T, Yogo Y, Ashida M, Doi H, Nomura N, Takahashi H, Hanawa T, Wakabayashi N. Fatigue strength of Co-Cr-Mo alloy clasps prepared by selective laser melting. *J Mech Behav Biomed Mater* 2016;59:446-58.
  17. Tregerman I, Renne W, Kelly A, Wilson D. Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques. *J Prosthet Dent* 2019;122:390-5.
  18. Ye H, Ning J, Li M, Niu L, Yang J, Sun Y, Zhou Y. Preliminary clinical application of removable partial denture frameworks fabricated using computer aided design and rapid prototyping techniques. *Int J Prosthodont* 2017;30:348-53.
  19. Tasaka A, Kato Y, Odaka K, Matsunaga S, Goto TK, Abe S, Yamashita S. Accuracy of Clasps Fabricated with Three Different CAD/CAM Technologies: Casting, Milling, and Selective Laser Sintering. *Int J Prosthodont* 2019;32:526-9.
  20. Kanazawa M, Iwaki M, Minakuchi S, Nomura N.

Fabrication of titanium alloy frameworks for complete dentures by selective laser melting. *J Prosthet Dent* 2014;112:1441-7.

Selective Laser Melting을 이용한 코발트-크롬 가철성 국소의치의 수복 증례

임지훈 대학원생, 신수연* 교수

단국대학교 치과대학 치과보철학교실

의치의 금속구조물을 selective laser melting을 통하여 제작하는 경우 기존의 제작 방식에 비해 여러 가공 과정이 생략되어 시간이 절약되고 간편해진다. 또한 균질한 밀도의 금속구조물을 얻을 수 있어 우수한 기계적 성질, 특히 피로 파열에 대한 높은 저항성을 기대할 수 있다. 본 증례에서는 부분 무치악 환자에서 기존의 방식으로 최종인상을 채득하여 주모형을 제작하였고 이를 스캔하여 데이터화 하였다. 스캔 데이터 상에서 금속구조물을 디자인한 뒤 selective laser melting 방식으로 가철성 국소의치를 제작하였으며 기능적 및 심미적으로 만족스러운 결과를 보였기에 이를 보고하는 바이다.

(구강회복응용과학지 2021;37(1):39-47)

주요어: 선택적 레이저 용융(selective laser melting); 3D printing; 가철성 국소의치

*교신저자: 신수연

(31116)충청남도 천안시 동남구 단대로 119 단국대학교 치과대학 치의학과 보철학교실

Tel: 041-550-0256 | Fax: 041-550-1975 | E-mail: syshin@dankook.ac.kr

접수일: 2020년 9월 7일 | 수정일: 2020년 12월 23일 | 채택일: 2021년 1월 14일