

Fabrication of maxillary complete denture and mandibular implant retained overdenture using CAD-CAM system and Monolithic disc: a case report

Jaehyeok Ro, Haemin Bang, Woohyung Jang, Chan Park, Hyun-Pil Lim, Sangwon Park, Kwi-Dug Yun*
Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea

Fabrication of dentures using CAD/CAM system has the advantage of reducing the number of patient visits and reducing errors during laboratory work. After the extraction of maxillary residual teeth, this patient changed to a completely edentulous state and the stability and retention of the existing mandibular complete denture were insufficient due to the absorption of the mandibular residual ridge, so the restoration of the mandibular implant retained overdenture and maxillary complete denture were planned. By digitizing the concept of BPS (Biofunctional prosthetic system) that uses the patient's functional movement in closed mouth technique, the vertical dimension was taken by Gnathometer CAD and digital facebow transfer was performed using UTS CAD. In this case, fabrication of maxillary complete denture and mandibular implant-retained overdenture using monolithic disc and CAD/CAM system demonstrated favorable denture retention, stability, and support and the patient is satisfied with improved functions and esthetic of dentures. (*J Dent Rehabil Appl Sci* 2023;39(2):96-103)

Key words: CAD/CAM; monolithic disc; mandibular implant-retained overdenture

서론

고령 및 신체조건으로 치과에 자주 내원하기 힘든 환자의 경우 전통적인 방식의 총의치 제작에 필요한 긴 진료시간과 많은 내원 횟수로 인해 새로운 총의치 제작을 주저하는 경우가 있다. 이에 디지털 워크플로우를 이용하여 진료시간과 내원 횟수를 감소시켜 새의치 제작하는 방법을 고려할 수 있다. Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) 시스템의 발달로 금관가공의치 뿐만 아니라 CAD/CAM 시스템으로 제작한 총의치의 특성과 장점에 대한 활발한 연구가 이루어지고 있다.¹ CAD/CAM 시스템을 이용하여

의치를 제작하면 기공단계의 오차를 감소시키고 기공사와 원격으로 소프트웨어상에서 치아배열 및 의지디자인을 쉽게 수정가능하다.

1955년 Rainer strack의 연구에 기반한 BPS (Biofunctional prosthetic system) 시스템은 예비인상채득에서 최종보철물 제작에 이르기까지 환자의 생체기능을 고려하여 환자에게 편안하고 안정적인 보철물을 제공하는 일련의 과정을 뜻한다.² 폐구상태에서 환자의 기능운동을 이용해 인상채득하는 BPS 시스템을 디지털화하여 CAD/CAM 총의치를 제작하는 증례들이 보고되고 있으나 CAD/CAM 피개의치에 대한 증례는 많이 없는 실정이다. 피개의치 제작에는 재료의 물성이 중요한데 CAD/

*Correspondence to: Kwi-Dug Yun
Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University, 33 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju, 61186, Republic of Korea
Tel: +82-62-530-5638, Fax: +82-62-530-5639, E-mail: ykd@jnu.ac.kr
Received: May 16, 2023/Last Revision: June 1, 2023/Accepted: June 3, 2023

Copyright© 2023 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.
© It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

CAM 의치상 레진은 전통적인 의치상 레진보다 파괴인성, 굴곡강도 및 경도가 높은 장점이 있다.³

본 증례는 74세 여환으로 CAD/CAM 시스템과 monolithic disc를 이용하여 상악 총의치와 하악 임플란트 유지 피개의치를 제작하여 기능적, 심미적 면에서 높은 환자 만족도를 보였기에 본 증례에 대해 보고하고자 한다.

증례 보고

본 증례 환자는 만 74세 여자 환자로 상악 전치부의 동요도와 기존 하악 의치의 유지력 부족으로 새로운 틀니 제작을 위해 대학병원에 내원하였다. 20년 전에 개인 치과에서 다수 치아 발거 후 상악 전치부 6 unit bridge 및 상악 국소의치와 하악 총의치를 제작하였으나(Fig. 1) 본원 내원시 치주염증과 심한 동요도로 상악 전치부의 예후가 불량하였다(Fig. 2). 상악은 전치부 발거 후 총의치 수복을 계획하고 하악은 잔존치조제 흡수가 심한 것을

고려하여, 의치의 유지력과 지지를 증가시키기위해 임플란트 2개를 식립하여 임플란트 유지 피개의치 수복을 계획하였다. 또한, 요양병원에 입원하여 치과에 내원하기 힘든 점을 고려하여 내원횟수를 감소시키는 디지털 워크플로우로 의치제작을 계획하였다. 이에 대한 전체적인 치료과정을 그림으로 간략히 정리하였다(Fig. 3).

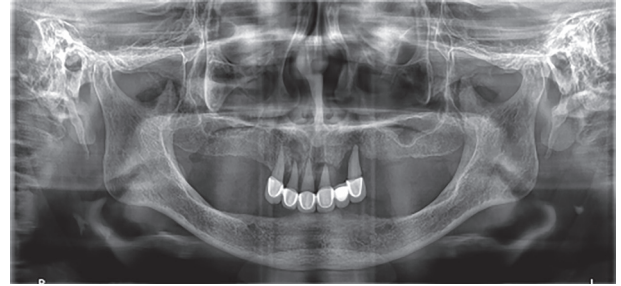


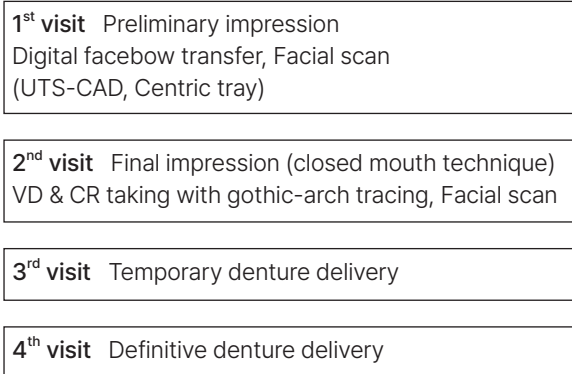
Fig. 1. Initial panoramic radiograph.



Fig. 2. Initial intraoral photographs. (A) Frontal view, (B) Maxillary occlusal view, (C) Mandibular occlusal view.

Treatment progress

• Clinical workflow •



• Laboratory workflow •

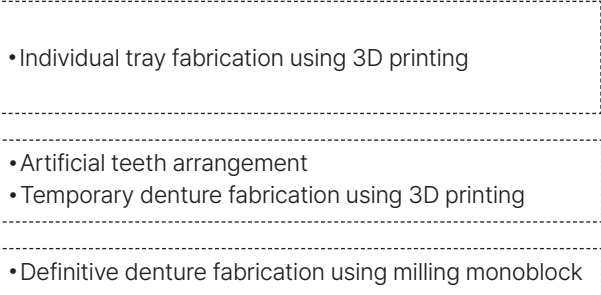


Fig. 3. Flow-chart of the treatment progress.

모델 스캐너(Metit T-510, Medit, Seoul, Republic of Korea)로 기존 하악 총의치를 스캔하고 3D 프린터(Asiga max, Sydney, Australia / Mazic[®] D Temp, Chuncheon, Korea)를 이용하여 프린팅하였으며 이를 진단용 방사선 스텐트로 사용하였다. 이 스텐트를 수술용 가이드로 변형하여 #32번 치아와 #33번 치아 사이, #42번 치아와 #43번 치아 사이에 임플란트(i42, i43: 3.5 × 10.0 mm, TSIII, Osstem, Seoul, Korea)를 식립하였다(Fig. 4).

임플란트 수술 후 첫 번째 내원시 기성 무치악 트레이와 흐름성이 다른 2가지 종류의 알지네이트(AccuDent XD, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Germany)로 조직에 최소한의 압력을 가하여 예비인상을 채득하였다. 이를 통해 구강내 움직이는 조직과 움직이지 않는 조직을 예비인상체에서 구별하였다. 이후 잠정적인 교합고경 측을 위해 Centric tray (Ivoclar Vivadent)로 안정위 상태의 교합고경을 채득하고(Fig. 5) UTS CAD (Ivoclar Vivadent)를 이용한 예비 안궁 이전을 시행하였다(Fig. 6). CAD 소프트웨어(3Shape, Copenhagen, Denmark)에서 동공간선과 비익이주선에 평행하게 배치하여 얻은

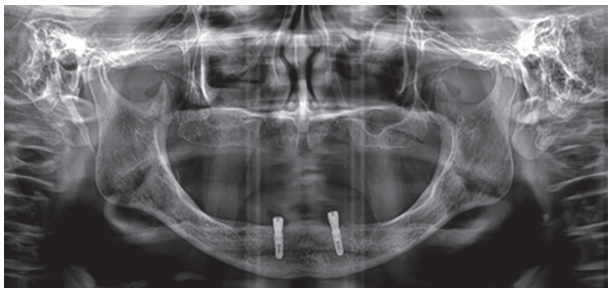


Fig. 4. Panoramic radiograph after insertion of two implants in the mandible.

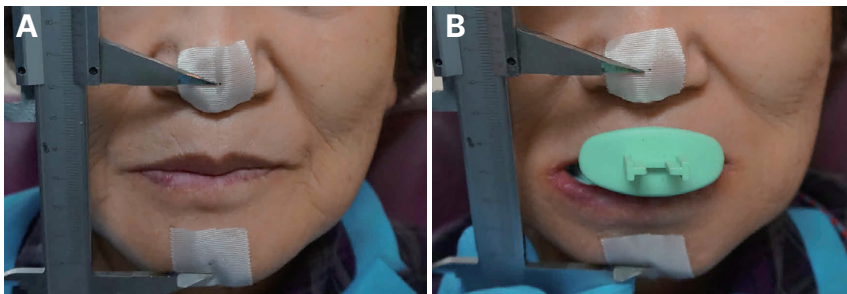


Fig. 5. Existing vertical height transfer. (A) Existing vertical height, (B) Preliminary bite with centric tray.

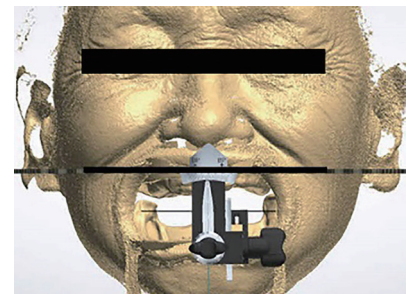


Fig. 6. Digital facebow transfer using UTS CAD was performed arranging UTS-CAD parallel to the pupillary line and the alar tragus line.

UTS CAD 수치를 이용하여 교합평면을 설정하고 Gnathometer CAD (Ivoclar Vivadent)를 부착가능한 개인트레이를 디자인하여 프린팅하였다.

두 번째 내원시에 프린팅한 상하악 개인 트레이의 적합도 확인 후 접착제(Adhesive for exahiflex, exafine, examixfine, exafast & fusion; GC Corp., Tokyo, Japan)를 프린팅한 트레이 변연부에 얇게 도포하고 일반적인 실리콘 인상재보다 점도와 경화 후 경도가 높은 변연형성용 실리콘 인상재(Exahiflex Tray Type, Tokyo, Japan)를 이용하여 변연형성하였다. 변연형성 후, 실리콘 인상재(Exadenture, Tokyo, Japan)를 이용하여 폐구법으로 정밀인상채득하며 환자가 사전에 연습한대로 기능운동을 하게 하였다. 인상채득한 개인트레이에 Gnathometer CAD를 부착하여 수직교합고경 설정 후 고딕 아치 묘기법을 이용하여 중심위 교합을 기록하였다(Fig. 7). 상악 개인트레이 순면에 T자형 resin index들을 부착 후 안면스캐너(Think 3D Archer, Beijing, China)를 이용해 안면 스캔 데이터를 얻고 상하악 인상체를 모델스캐너로 스캔하였다. 인상체 스캔 파일과 안면스캔 파일을 AI 기반 CAD 프로그램(3Dme studio, Imagoworks Inc., Seoul, Korea)에서 T자형 resin index들을 기준으로 정합시켰다(Fig. 8). 정합된 파일을 CAD 소프트웨어의 Stratos 가상 교합기에 마운팅하여 치아배열시 안면 스캔 데이터를 이용하여 상하악 치열의 정중선을 안면의 정중선과 일치시켰고, 교합평면이 동공간선에 평행하게 배치하며 비익간 폭경을 참고하여 보다 심미적으로 치아배열하였다(Fig. 9).

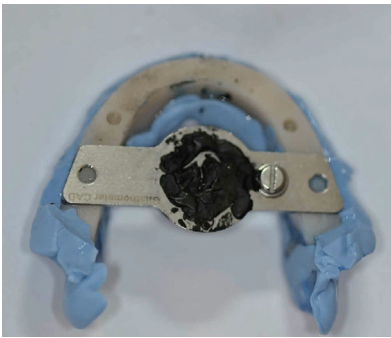


Fig. 7. Centric relation was recorded using the gothic arch technique after setting the vertical dimension by attaching the Gnatometer M CAD to the individual tray (Gnatometer M CAD, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Germany).

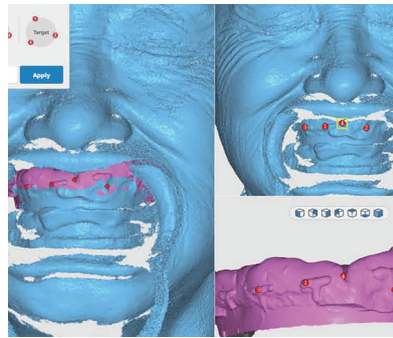


Fig. 8. After attaching the T-shaped resin index to the individual tray, a facial scan was acquired with a Thunk 3D Archer scanner, and facial scan and impression scan were superimposed in the ai based software that is 3Dme studio program (3Dme studio, Imagoworks Inc., Seoul, Korea).

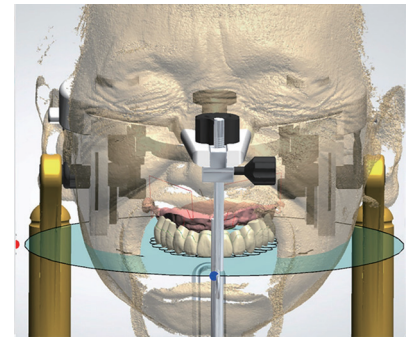


Fig. 9. Artificial teeth were arranged on a virtual articulator and try-in dentures were designed in CAD software.

세 번째 내원시에 프린팅한 상하악 시적의치를 장착하여 정중선, 교합평면 및 적합도를 평가하였다(Fig. 10). 의치의 적합도와 교합이 양호하여 시적의치의 디자인과 동일하게 monolithic disc (Ivotion, Ivoclar Vivadent)를 Milling machine (PrograMill PM7, Ivoclar Vivadent)으로 밀링하여 상악 총의치와 하악 임플란트 유지 피개의치를 제작하였다(Fig. 11).

네 번째 내원시에 밀링한 상악 총의치와 하악 임플란트 유지 피개의치를 장착하고 적합도 및 교합을 확인하였다(Fig. 12). 가상교합기에서 의치의 양측성 균형교합을 부여하고 밀링하였지만 미세한 교합간섭이 있어 치료실 재부착을 시행하였다(Fig. 13). 치료실 재부착을 시행하기 전 의치와 치료실 재부착하여 실물교합기상에서 교합조정을 시행한 의치를 모델스캐너로 스캔하여 CAD

프로그램(3Dme studio, Imagoworks Inc., Seoul, Korea)에서 중첩하고 교합조정양을 관찰하였다(Fig. 14). 2주 후, 하악 임플란트에 Locator[®] abutment (Zest Anchors, Escondido, USA)를 구강 내에 연결한 후, spacer와 processing cap을 장착하고 bis-acryl attachment processing resin (Chairside resin, Zest dental solutions, California, USA)으로 하악 의치에 접착하였다. 3 lb retention male 인 pink nylon을 연결하여 하악 임플란트 유지 피개의치의 안정과 유지를 향상시켰다(Fig. 15). 환자에게 구강위생관리 교육을 하고 3개월마다 임플란트와 의치의 교합 및 적합성 등을 주기적으로 점검한 결과 구강내 위생관리가 양호하여 임플란트 주위 염증이 없고 의치의 유지력과 적합성이 양호하고 양측성 균형 교합 상태를 유지하였다.



Fig. 10. Anterior view of the try-in dentures made by 3d printing.



Fig. 11. Monolithic disc (Ivotion, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).



Fig. 12. Definitive completed dentures made by milling of monolithic disc. (A) Right lateral view, (B) Frontal view, (C) Left lateral view.

Fig. 13. Bilateral balanced occlusion reproduced on virtual articulator and real articulator. (A) Right lateral view on virtual articulator, (B) Left lateral view on virtual articulator, (C) Right lateral view on real articulator, (D) Left lateral view on real articulator.

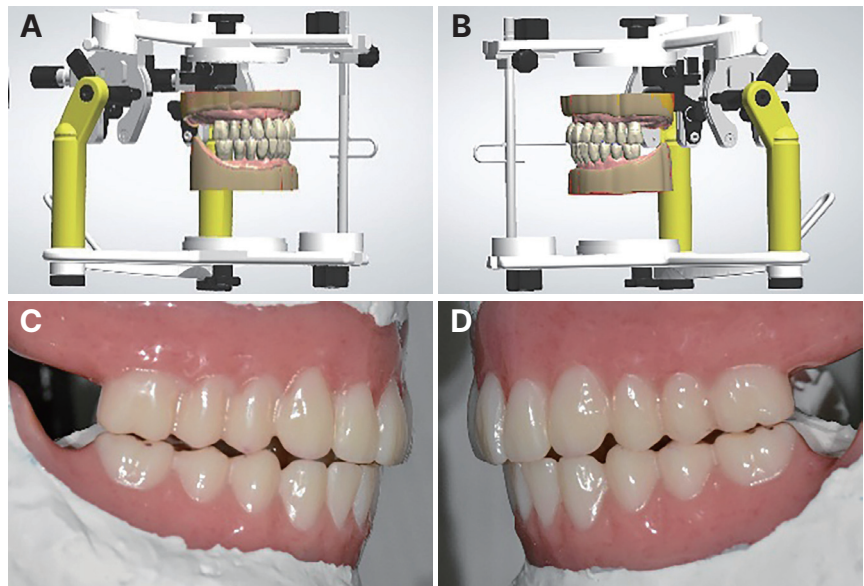


Fig. 14. Superimposing the scan data of milling denture before clinical remounting and the scan data of milling denture after clinical remounting occlusion adjustment (3Dme studio, Imagoworks Inc., Seoul, Korea).



Fig. 15. Basal view of the mandibular implant-retained overdenture equipped with intermediate retention inserts (pink nylon).



고찰

전통적인 의치 제작 과정은 술자 및 기공사의 기술의 의존도가 높고, 제작 단계마다 기공 오차가 발생할 수 있으며 재제작 시간이 긴 단점이 있다. 이를 개선하는 방법으로 Maeda 등은 CAD/CAM 시스템을 이용한 의치 제작 방법을 제안하였고,⁴ Kattadiyil와 AlHelal은 CAD/CAM 시스템으로 술자 지식 기반의 의치 디자인이 가능하며 저장된 데이터파일로 의치 재제작이 용이하고, 레진의 중합 수축 오차가 없는 이점을 가지고 있다고 보고하였다.¹

현재 다양한 CAD/CAM denture 시스템이 존재하지만 정확도가 높고 재료의 물성이 좋은 시스템을 선택해야 한다. Steinmassel PA는 현재 이용가능한 4가지 CAD/CAM denture 시스템을 소개하였는데 인상체나 구강을 스캔하여 CAD 소프트웨어에서 치아배열한 디자인을 프린팅하거나 밀링하여 레진상 총의치를 제작하는 방식이 대표적이다.⁵ CAD/CAM denture 시스템 중에 더욱 정밀하고 물리적 특성이 개선된 의치 제작을 위한 기법으로 밀링방식으로 총의치를 제작하는 방법이 제안되고 있다. Reem Abualsaud 등은 열중합된 Polymethyl methacrylate (PMMA)와 비교하여 밀링을 이용한 절삭 가공방식의 PMMA의 굴곡강도가 더 높다고 하였다.⁶ 또한, Goodacre의 연구에서는 밀링방식으로 제작한 의치상과 전통적인 방식으로 제작한 의치상의 정확성에 대한 평가시 밀링의치 베이스의 정확도와 재현성이 유의하게 더 높음을 보고하였다.⁷ 따라서, 본 증례에 다양한 CAD/CAM denture 시스템 중 밀링방식으로 최종의치를 제작하기로 계획하였다.

CAD/CAM denture 시스템에서 환자에게 시적의치 단계 없이 바로 최종의치를 제작할 수도 있지만 시적 의치 단계를 진행하여 예지성 있는 결과를 강조한 Steinmassel 등의 보고를 기반으로 시적의치를 제작하기로 하였다.⁵ 환자의 구강이 왜소하여 하악 제2대구치가 후구치 삼각용기가 시작되는 경사면에 배열되는 문제가 있어 상하악 제1대구치까지만 치아배열하여 상하악 시적의치를 프린팅하였다. 시적의치 사용시 구순지지도를 비롯한 심미성과 변연적합성 및 교합관계가 양호하여 시적의치 디자인대로 최종의치를 제작하기로 하였다. 본 증례에서 시적의치는 프린팅으로 제작하고 최종의치는 밀링으로 제작한 한계점이 있지만 추후 밀링방식으로 의치 제작이 더 상용화된다면 시적의치도 밀링방식으로 제작하여 더 정밀한 시적의치의 평가가 가능할 것으로 생각된다. 시

적의치 시적단계를 시행하여도 CAD/CAM 의치 제작과정에서 폐구인상과 중심위채득을 동시에 진행함으로 전통적인 의치 제작단계보다 내원횟수를 감소시켜 치과에 내원하기 어려운 환자에게 편리함을 제공하였다. CAD/CAM 의치 제작과정에 익숙하지 않아 진료시간은 길었지만 CAD/CAM 의치제작과정에 숙달된다면 전통적인 의치제작과정보다 진료 시간이 단축될 것이라 사료된다.

한편, Sayed 등은 전통적인 상악 총의치 온성시 발생하는 수축으로 인해 0.08 - 0.40 mm의 인공치아 변위량을 보고하였다.⁸ CAD/CAM을 이용해 인공치아와 의치상 레진을 각각 밀링한 것을 접착할 경우에도 인공치아와 의치상 레진 사이의 계면 영역에서의 접착 실패 가능성이 있고 인공치아의 변위가 평균적으로 0.05 - 0.15 mm가 발생하여 교합의 부정확성을 초래한다.^{9,10} 본 증례에서 밀링의치 제작을 위해 사용한 monolithic disc는 인공치아와 의치상이 하나로 가교결합되어있는 PMMA로 인공치아와 의치상을 접착했던 방식과 비교해 인공치아 변위가 작고 의치상의 적합성이 개선된 물리적 특성을 가져¹¹ 상악총의치와 하악 임플란트 유지 피개의치 제작에 monolithic disc를 적용하였다.

본 증례에서 monolithic disc를 밀링한 최종의치 교합의 정확도를 평가하기 위해 치료실 재부착 진행 전 의치 스캔데이터와 치료실 재부착 진행 후 실물교합기상에서 교합조정이 완료된 의치 스캔데이터를 CAD 프로그램에서 중첩하였다. 그 결과 구치부 비기능교두에서 교합간섭이 있어 교합조정이 수행된 것을 보였지만 교합조정량은 0.1 mm 이하로 교합오차가 작음을 확인하였다. 본 증례의 추적관찰기간동안 교합상태가 양호하게 유지되고 임플란트 주변의 방사선학적 골흡수는 관찰되지 않았지만 장기적으로 양호한 상태를 유지하기 위해서 구강위생관리를 거듭 강조하고 임플란트 사이 응력을 분산시키기 위한 주기적인 교합 체크가 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 환자는 상악 잔존치 발거에 따라 완전무치악 상태가 된 환자로, 하악 잔존치조제의 흡수로 기존 하악 총의치의 유지와 안정이 부족하여 하악 임플란트 유지 피개의치와 상악 총의치로 수복하였다. CAD/CAM 시스템과 monolithic disc를 이용한 의치를 제작하여 환자의 내원 횟수와 전통적인 의치제작 방식에서 발생하는 기공오차를 감소시켰다. 전반적으로 의치는 적절한 안정과 유

지를 보였고 심미적으로도 만족스러운 결과를 얻었다.

ORCID

Jaehyeok Ro <https://orcid.org/0000-0002-3851-8564>
Haemin Bang <https://orcid.org/0000-0002-6883-4111>
Woohyung Jang <https://orcid.org/0000-0001-8077-6877>
Chan Park <https://orcid.org/0000-0001-5729-5127>
Hyun-Pil Lim <http://orcid.org/0000-0001-5586-1404>
Sangwon Park <https://orcid.org/0000-0002-9376-9104>
Kwi-Dug Yun <http://orcid.org/0000-0002-2965-3967>

References

1. Kattadiyil MT, AlHelal A. An update on computer-engineered complete dentures: A systematic review on clinical outcomes. *J Prosthet Dent* 2017;117:478-85.
2. Abe J. Difference of preliminary impression takings between conventional mandibular complete denture and the mandibular complete denture intended with effective suction. *Pract Prosthodont* 2010;43:510-24.
3. Pacquet W, Benoit A, Hatège-Kimana C, Wulfman C. Mechanical Properties of CAD/CAM Denture Base Resins. *Int J Prosthodont* 2019;32:104-6.
4. Maeda Y, Minoura M, Tsutsumi S, Okada M, Nokubi T. A CAD CAM system for removable denture. Part 1: Fabrication of Complete denture. *Int J Prosthodont* 1994;7:17-21.
5. Steinmassel PA, Klaunzer F, Steinmassel O, Dumfahrt H, Grunert I. Evaluation of currently available CAD/CAM Denture system. *Int J Prosthodont* 2017;30:116-22.
6. Abualsaud R, Gad MM. Flexural Strength of CAD/CAM Denture Base Materials: Systematic Review and Meta-analysis of In-vitro Studies. *J Int Soc Prev Community Dent* 2022;12:160-70.
7. Goodacre BJ, Goodacre CJ, Baba NZ, Kattadiyil MT. Comparison of denture base adaptation between CAD/CAM and conventional fabrication techniques. *J Prosthet Dent* 2016;116:249-56.
8. Sayed ME, Swaid SM, Porwal A. Effect of Cast Modification on Linear Dimensional Change of Acrylic Tooth Position Following Maxillary Complete Denture Processing. *J Prosthodont* 2017;26:659-63.
9. 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.
10. Yamamoto S, Kanazawa M, Iwaki M, Jokanovic A, Minakuchi S. Effects of offset values for artificial teeth positions in CAD/CAM complete denture. *Comput Biol Med* 2014;52:1-7.
11. Ciocca L, Maltauro M, Cimini V, Breschi L, Montanari A, Anderlucci L, Meneghello R. Analysis of the trueness and precision of complete denture bases manufactured using digital and analog technologies. *J Adv Prosthodont* 2023;15:22-32.

CAD-CAM 시스템과 Monolithic disc를 이용하여 상악 총의치, 하악 임플란트 유지 피개의치를 제작한 증례

노재혁 전공의, 방혜민 전공의, 장우형 조교수, 박찬 부교수, 임현필 교수, 박상원 교수, 윤귀덕* 교수
전남대학교 치의학전문대학원 보철학교실

CAD/CAM 시스템을 이용한 의치 제작은 환자의 내원 횟수를 감소시키고 가공과정에서 발생하는 오차를 감소시키는 장점이 있다. 본 환자는 상악 잔존치 발거에 따라 완전무치악 상태가 된 환자로, 하악 잔존치조제의 흡수로 기존 하악 총의치의 유지와 안정이 부족하여 하악 임플란트 유지 피개의치 및 상악 총의치 수복을 계획하였다. 폐구상태에서 환자의 기능운동을 이용해 인상채득하는 BPS (Biofunctional prosthetic system) 개념을 디지털화하여 Gnathometer CAD로 수직교합고경을 설정하고 고딕아치로 중심위를 인기하였으며 UTS CAD로 디지털 안궁이전하였다. CAD/CAM 시스템과 monolithic disc를 이용하여 제작한 상악 총의치, 하악 임플란트 유지 피개의치의 유지, 안정, 지지가 양호하며 환자는 향상된 의치 기능과 심미성에 만족하였기에 보고하는 바이다.

(구강회복응용과학지 2023;39(2):96-103)

주요어: CAD/CAM; monolithic disc; 하악 임플란트 유지 피개의치

*교신저자: 윤귀덕
(61186) 광주광역시 북구 용봉로 33 전남대학교 치의학전문대학원 보철학교실
Tel: 062-530-5638 | Fax: 062-530-5639 | E-mail: ykd@jnu.ac.kr
접수일: 2023년 5월 16일 | 수정일: 2023년 6월 1일 | 채택일: 2023년 6월 3일