적절한 전방 유도 재현을 위해 수정된 Dahl 원리 및 CAD/CAM 복제 기법을 이용하여 전치부의 기능 및 심미성을 개선한 보철 수복 증례

김성호 · 최유성*

단국대학교 치과대학 치과보철학교실

Functional and esthetic improvement through reconstruction of anterior guidance using the modified Dahl principle and copy-milled technique of CAD/CAM system: A case report

Sung-Ho Kim, Yu-Sung Choi*

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

The anterior guidance is one of the important factors in prosthodontic treatment of anterior teeth. The lingual surface shape of anterior restorations is so critical that small errors of treatment procedure can cause discomfort of the patient and disharmony of the dentition. If the anterior restorations are achieved harmonious anterior guidance through the fabrication and adjustment of provisional restorations, it is important to accurately reproduce the lingual surface shape of provisional restorations as the final prosthesis. In this case report, it was used the modified Dahl principle and copy-milled technique of computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) system for systematic diagnosis and treatment. Therefore, we tried to reconstruct the restoration shape more precisely by setting the appropriate anterior guidance and superimposing the digital image of the abutment teeth and the provisional restorations. Thus, by promoting functional and esthetic recovery, this case report demonstrates satisfying results to both the patients and dentist. (*J Korean Acad Prosthodont* 2019;57:160-70)

Keywords: Dahl principle; Computer-aided design/computer-aided manufacturing; Anterior guidance; Anterior teeth restorations; Occlusion

서론

치과 보철물의 제작시 기계적, 심미적, 생물학적 요소가 복합적으로 조화롭게 작용하도록 고려할 필요가 있다. 특히, 상악 전치부와 같은 기능 및 심미성의 개선이 요구되는 부위의 치료 시에는 다른 부위보다 더 많은 지식과 기술을 필요로 한다. 부적절한 전치부 치아 보철물 수복 치료 후 치아 배열에 변화가 발생하고, 구순과 혀의 위치가 변화하며, 전방 유도 및 교합의 변화로 인해 여러가지 문제점이 유발될 수 있으므로 이에 대한 체계적인 진단 및 치료 과정에 대한 전반적인 고려가 필요하다고 보고된

다.¹ 전체 교합의 안정성은 전치의 위치와 외형에 영향을 주는 모든 동적, 정적 힘과 조화로운 전방 유도(anterior guidance)를 확립하는데 달려있다고 보고된다.²

상악 전치부 보철 수복 치료 과정에 있어서 설면 외형의 형성을 부적절하게 시행한다면 적절한 전방 유도를 설정할 수 없어 하악의 기능 운동로와 부조화를 이루게 되며, 이는 환자의 기능적인 불편감, 전체 치열의 불안정 및 하악 대합치의 마모 등의 부작용을 야기할 수 있다.³ 상악 전치부 보철물 제작 후 합병증이 발생한 환자의 전치부 재수복 치료 시 상실된 전방 유도를 회복하는 것은 구치부의 즉각적인 이개로 인하여 구치부 마모의 급

*Corresponding Author: Yu-Sung Choi

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Dankook University,
119, Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan, Choongnam 31116, Republic of Korea
+82 (0)41 550 1979; e-mail, ys997695@naver.com

Article history: Received September 18, 2018 / Last Revision November 19, 2018 / Accepted November 28, 2018

©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.

※이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2017R1C1B5076594).

속한 진행을 저지시키는데 매우 중요하다.^{4,5} 상악 전치부 설면 형태에 따른 적절한 전방 유도를 재현하기 위한 여러가지 방법 중 하나로 Magne 등⁶은 중심위(centric relation)와 수정된 Dahl 원리(modified Dahl principle)를 결합하여 사용하는 접근법을 제시하였다. 이러한 중심위와 수정된 Dahl 원리를 적절히 응용하면 전방유도와 조화를 이루는 전치부 치아의 진단 wax-up 및 임시 수복물의 제작을 효율적으로 시행할 수 있다고 보고된다.⁷ 이 접근법은 우선 최대 교두간 접촉위(maximal intercuspal position)와 중심위 사이의 차이가 하악을 부드럽게 유도함으로써 존재하는지 확인하는 과정을 포함한다. 정상적인 상, 하악 전치부 치아의 설면 위치관계와 비교시 마모된 전치부 치아의 경우 설면 위치관계가 전, 상방으로 변위되면서 깊은 수직 피개(deep bite) 현상을 보이는 결과를 유발시킬 수 있다 (Fig. 1A, B). 이러한 경우 수정된 Dahl 원리는 상, 하악 전치부 보철물 수복시에 진단 wax-up 및 임시 수복물의 제작과정에서 원래의 치아 형태로 상악 설면 및 하악 절단연의 외형을 회복시키기 위하여 상악 치아 설면을 삭제하지 않고 적절한 수복용 재료를 추가하여 설면 외형을 하악 전치 절단연과 견고하게 접촉될 수 있도록 형성함으로써 하악 전치가 정확하게 안착이 가능한 형태로 제작하고, 하악 전치 절단연 외형을 마모 전의 정상적인 외형으로 회복함으로써 적절한 전방 유도를 설정하는데 도움을 줄 수 있다고 보고된다 (Fig. 1C).^{6,7} 또한, 이 접근법은 필요한 경우 교정치료나 약 4 - 6 개월 동안 전방 교합 장치를 통해 구치부를 분리함으로써 부분적인 전치부 마모 치료에 공간을 형성할 것을 제시하였다.^{6,7}

적절한 원리를 이용하여 전방유도를 설정한 후 임시 수복물 제작 및 조정을 통해 조화로운 전방 유도를 확보했다면 임시 수복물의 설면 외형을 최종 보철물로 정확하게 재현하는 방법에 대해 주의깊게 고려해야 할 필요가 있다. 적절한 설면 형태를 따르는 전방 유도가 설정되었다 하더라도 이에 대한 정보를 기록하고 기공사에게 정확하고 효율적으로 전달하여 최종 보철물의 형태에 반영시키기 위한 노력이 필요하다. 가장 보편적인 방법은 Dawson⁸이 제안한 맞춤형 유도판 개념(customized guidance table concept)으로 교합기 상에서 형성된 전방 유도를 기반으로 보철물을 제작한 후 구강 내에서 조절하는 방식이다. 이 외에도 진단모형 상에서 채득한 실리콘 putty index를 활용하여 전방 유도를 재현하고자 하는 방법 및 stone index와 자가중합 레진 패턴을 이용하는 방법 등이 보고되고 있다.^{9,10} 그러나, 이러한 방법들은 사용되는 재료의 오차를 막을 수 없으며 추가적인 제작 과정과 재료의 사용이 요구되고, 기공소로 전달 및 제작되는 과정에서 기공사의 기술 의존성이 필연적일 수밖에 없다.

현재 Duret과 Preston이 치과용 computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM)을 최초로 개발한 이후부터 다양하게 치과 치료에서 활용되고 있다.¹¹ CAD/CAM은 정보를 획득하는 digitizing, 디자인을 시행하는 CAD, 보철물을 제작하는 CAM 과정으로 구성되며, 이 과정들은 전통적인 치과 보철물 제작 방법에 접목하여 적절하게 활용될 수 있다.¹² 최근에는 지대치의 디지털 이미지와 임시 수복물의 디지털 이미지

를 중첩시켜 보다 정확하게 최종 보철물 형태를 복제하는 방법(copy-milled)이 보고되고 있다.¹³⁻¹⁷

그리하여 본 증례에서는 상악 전치부 보철물 제작 후 기능적인 불편감, 전체 치열의 불안정 및 하악 대합치의 마모 등의 부작용이 발생된 환자에서 체계적인 진단 및 치료를 위하여 수정된 Dahl 원리 및 CAD/CAM 시스템의 복제 기법을 이용하여 적절한 전방 유도를 설정하고 진단 wax-up 및 임시 수복물을 제작한 후, 지대치의 디지털 이미지와 임시 수복물의 디지털 이미지를 중첩시켜 보다 정확하게 보철물 형태를 재현하고자 하였다. 이에 기능적, 심미적 개선을 도모하여 환자와 술자 모두에게 만족스러운 치료 결과 및 예후를 얻었기에 진단 및 보철적 치료 과정을 설명하고 전치부 치아 수복 시 고려사항을 보고하는 바이다.

증례

1. 증례 1

본 증례는 49세 남성 환자로 특이할 만한 내과적 병력은 없었고, 치과적 병력으로는 상악 좌, 우측 중절치를 발치하고 상악 좌, 우측 측절치를 지대치로 한 4-unit bridge를 제작하여 장착한 후, 지속적인 보철물의 도재 파절 및 비심미성으로 인하여 제작한 상악 보철물을 제거하고 임시치아를 장착한 상태에서 본원에 내원하였다. 상기 환자는 상악 전치부 보철물의 재제작 및 치아 마모로 인한 하악 전치부의 비심미성 개선을 원하였다. 초진 시 구강 내 검진과 방사선학적 검사 결과 약 8년 전 제작한 상악 좌, 우측 측절치를 지대치로 상악 보철물로 인해 하악 전치부에 중등도의 교합면 마모를 나타내고 있었고, 구치부에도 전반적인 경미한 교합면 마모를 관찰할 수 있었다 (Fig. 2, Fig. 3). 하악 전치부는 치조골의 보상성 정출이 동반된 절단연 마모와 오래 전 상실된 하악 좌측 중절치로 인한 치간 이개 및 치아 변위가 관찰되었으며, 상, 하악 전치부 모두 비정상적인 폭/길이 비율로 인하여 전체적으로 짧은 임상적 치관 길이를 나타내고 있었다. 전반적인 치은연하 소파술을 만성 치주염의 치료를 위해 시행하였으며, 기능적, 심미적 개선을 위하여 상악 좌, 우측 중절치와 하악 좌측 중절치의 보철적 수복이 필요할 것으로 사료되었다. 이를 위해 상악 좌, 우측 측절치 및 견치를 지대치로 한 6-unit bridge와 하악 좌측 측절치 및 우측 중절치, 측절치를 지대치로 한 4-unit bridge 및 하악 좌, 우측 견치의 crown을 계획하였고 체계적인 진단을 선행하기로 하였다.

치아 마모로 인한 수직 고경(vertical dimension)의 감소 여부를 평가하기 위해 측방두부규격 방사선 사진 촬영 후 분석 및 교합면간 거리(interocclusal distance)의 측정을 시행하였다. 측방두부규격 방사선 사진 분석 결과에서 FMA, SUM(S-A-G), SN-GoGn 등의 수치는 대부분 정상치보다 작은 값을 나타내어 수직 고경 감소의 가능성을 보였지만, 정상치보다 크게 작은 Gonial angle 수치를 고려했을 때 수직 고경이 감소했다고 판단할 수 없었으며 추가적인 평가를 시행하기로 하였다 (Fig. 4).¹⁸ 추가적인

Fig. 1. Modified Dahl principle. (A) Normal anterior relationships, (B) An anterior-superior slide of the mandible in a deeper bite by anterior tooth erosion, (C) Anterior tooth contour repositioned by diagnostic wax-up according to modified Dahl principle.

Fig. 2. Initial intraoral examination. (A) Maxillary occlusal view, (B) Mandibular occlusal view, (C) Maxillary frontal view, (D) Mandibular frontal view.

Fig. 3. Panoramic view at first visit.

Fig. 4. Analysis of cephalometric projection. (A) Lateral cephalometric radiograph, (B) Tracing of lateral cephalometric radiograph.

수직 고경 평가를 위해 교합시와 안정위시의 고경의 차이를 측정한 교합면간 거리 평가 결과, 약 2 mm로 정상 수치(정상치 2 - 4 mm)에 해당하였으므로 수직 고경의 증가는 필요하지 않다고 판단되었다. 따라서 전치부 치아의 심미적인 개선을 위하여 수직 고경의 증가없이 치관 연장술을 시행하기로 계획하였으며, 치관/치근 비(crown/root ratio), 생물학적 폭(biologic width), 부착 치은의 양을 고려하여 치관 연장 길이를 결정하였다. 결정된 길이를 반영하여 진단 wax-up 제작을 시행하기 위해 안궁 이전 후 반조절성 교합기(KaVo PROTARevo 7, KaVo Dental, Biberach/Riß, Germany)에 진단모형을 장착하였다.

중심위와 수정된 Dahl 원리를 결합한 접근법 응용하여 적용하고, 맞춤 전방 유도판(customized anterior guidance table)을

제작하여 상악 전치의 설면 진단 진단 wax-up에 반영함으로써 적절한 전방 유도의 회복을 도모하고자 하였다 (Fig. 5). 먼저 하악의 순, 설면을 wax-up한 모형을 치과용 경석고(New Plastone, GC, Tokyo, Japan)로 복제한 후 맞춤 전방 유도판을 이용하여 상악 구개면을 wax-up하였으며, facial bite를 이용하여 교합기 재부착을 시행 후 상악 순면을 wax-up함으로써, 조화로운 미소선을 고려한 기능적, 심미적인 최종 진단 wax-up을 시행하였다 (Fig. 6). 최종 진단 wax-up 모형을 복제하여 임시 수복물(Luxatemp, DMG, Hamburg, Germany)을 제작하였고, 지대치 형성 후 구강 내에서 임시 수복물을 조정한 후 장착하였다 (Fig. 7). 최대 교두간 접촉위에서 모든 치아가 균일하게 접촉하며 전방 및 측방 운동 시에는 후방 구치부 교합 접촉의 즉각적인 이개를 동반할 수 있

Fig. 5. Fabrication of the custom anterior guide table. (A) Right excursion in frontal view, (B) Left excursion in frontal view, (C) Protrusive excursion in lateral view.

Fig. 6. Diagnostic wax-up in diagnostic model using the modified Dahl principle. (A) Wax-up on the mandibular anterior teeth, (B) Wax-up on the palatal surface of the maxillary anterior teeth, (C) Facial bite recording and Re-mounting according to facial bite, (D) Wax-up on the labial surface of the maxillary anterior teeth.

Fig. 7. Fabrication of the provisional restoration. (A) Full contour wax-up, (B) Provisional restoration.

는 전방 유도와 군기능(group function) 교합 양식을 부여하였다.

약 3개월 간의 임시 수복 기간 동안 측두하악관절의 불편감 등의 특이소견을 보이지 않았고 안정화된 치주 조직의 상태를 검사하였고, 기능적, 심미적 측면의 임상 검사를 시행하여 문제가 없음을 확인하였으며, CAD/CAM 시스템의 복제 기법을 이용하여 지대치의 디지털 이미지와 임시 수복물의 디지털 이미지를 중첩시켜 보다 정확하게 보철물 형태를 재현하고자 하였다.

최종 보철물 제작을 위해 부가 중합 실리콘 인상재(Honigum, DMG, Hamburg, Germany)를 이용하여 최종인상을 채득하였으며, CAD/CAM 시스템 중 CEREC AC Bluecam system S/W 3.8 (Sirona Dental Systems, Charlotte, NC, USA)과 CEREC inLab 및 CEREC Connect (both Sirona Dental Systems, Charlotte, NC, USA)의 구현하고자 하는 해부학적 형태를 복제하여 수복물 제작에 그대로 재현하는 방법인 Correlation 디자인 기능을 이용하여 상악 설면 외형을 복제하였다 (Fig. 8).¹⁴ 이를 위해 임시 수복물 장착 상태에서 금속 트레이와 알지네이트 인상재를 이용하여 인상 채득하고, 치과용 경석고(New Plastone, GC, Tokyo, Japan)로 복제할 모형을 제작하였다. 최종 인상과 임시 수복물이 장착된 상태의 모형을 CEREC 모형 스캐너를 이용하여 스캔한 후 CAD software에 의해서 석고모형과 인상체에 대한 정보를 color map의 3D 이미지로 전환하였다. 획득된 지대치 3D 이미지 데이터와 석고모형 상의 임시수복물의 3D 이미지 데이터는 상호 이미지 중첩을 거치고, 상악 전치부 최종 수복물의 디자인의 형태를 프로그램 상에서 확인하였다. 석고 모형상에 인기되었던 설측의 유도면 이미지를 reference로 설측 교합관계가 재현된 수복물을 디자인하였다. 설계된 3D 형상 데이터가 Inlab system으로 전송되어 절삭 가공 후 소결 작업을 거쳐 완성되었다.

심미 개선을 원하는 환자분의 요구와 하악 지대치의 양호한 색상을 고려하여 파절 가능성과 주의사항을 고지 후, 상악의 bridge는 강도와 long span을 고려하여 zirconia coping (IPS e.max ZirCAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)으로, 하악은 심미성과 투명도가 우수한 lithium disilicate를 이용한 IPS e.max CAD HT block (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)을 사용하여 coping을 제작하였으며, 순측에는 상, 하악 모두 우수한 심미성을 지니는 fluorapatite glass ceramic인 IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)으로 layering하여 제작하였다. 완성된 수복물은 3개월 동안 조정되어 교합관계를 완성시킨 임시 수복물의 전방 유도면 및 교합면 형태가 거의 그대로 재현되어 있었다. 구강 내에 시적 시 전방, 측방으로의 운동시에 설정해주었던 전방 유도 및 군기능 교합 양식이 임시수복물 장착 시와 동일하게 재현됨을 확인할 수 있었다.

교합상태와 환자의 만족도 확인 후 보철물은 제조사의 지시에 따라 지대치와 수복물에 표면처리를 시행하고 상악 수복물은 자가접착 레진 시멘트인 Rely X U200 (Shade A2 Universal, 3M, St. Paul, MN, USA)로, 하악 수복물은 광중합형 레진 시멘트인 Variolink N (Transparent Shade, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)을 이용하여 최종 접착 후 교합조정을 시행하였다 (Fig. 9). 치료 전후 비교 분석에서 교합 시 모든 치아가 균일하게 접촉하며 전방 및 측방 운동 시에는 후방 구치부 교합 접촉의 즉각적인 이개를 동반할 수 있는 전방 유도를 회복하여 과도한 마모로부터 구치부를 보호하도록 하였다. 약 18개월 정기 검진 시에 환자와 술자 모두 기능적, 심미적으로 만족하였으며 좋은 예후를 보이고 있다.

Fig. 8. Duplicated final temporary bridge fabrication by copy-milled technique of CAD/CAM system. (A) Frontal view of maxillary temporary bridge image, (B) Frontal view of maxillary prosthesis, (C) Occlusal view of maxillary temporary bridge image, (D) Occlusal view of maxillary prosthesis.

Fig. 9. Final prosthesis setting of mandibular anterior teeth in frontal view.

2. 증례 2

본 증례는 46세 남성 환자로 특이할 만한 내과적 병력은 없었고, 약 5년전 치주적인 문제로 상악 우측 중절치를 발치하고 상악 좌측 중절치 및 우측 측절치를 지대치로 한 3-unit bridge 보철물을 제작하여 장착한 후 보철물 파절, 하악 대합치 마모 및 지속적인 불편감을 주소로 본원에 내원하였다. 상기 환자는 증례 1과 유사하게 상악 전치부 보철물의 재제작 및 치아 마모로 인한 하악 전치부의 비심미성 개선을 원하였다. 초진 시 구강 내 사진과 방사선학적 검사 결과 기존에 제작한 상악 보철물로 인해 하악 전치부에 중등도의 교합면 마모를 나타내었다. 하악 전치부는 치조골의 보상성 정출이 동반된 절단면 마모가 관찰되었으며, 상, 하악 전치 모두 비정상적인 폭/길이 비율로 인하여 전체적으로 비정상적인 짧은 치관 길이를 나타내고 있었다. 상악 좌측 측절치는 치관 파절 및 통증으로 근관치료를 시행하였고, 전반적인 치은연하 소파술을 만성 치주염의 치료를 위해 시행하였으며, 기능적, 심미적 개선을 위하여 상악 좌, 우측 중절치와 하악 좌측 중절치의 보철적 수복이 필요할 것으로 사료되었다. 이를 위해 상악 우측 측절치, 좌측 중절치 및 측절치를 지대치로 한 4-unit bridge와 하악 좌, 우측 중절치 및 측절치를 지대치로 한 4-unit bridge 및 하악 좌, 우측 견치의 crown을 계획

하고 체계적인 진단을 시행하였다.

치아 마모로 인한 수직 고경의 감소 여부를 평가하기 위해 증례 1과 동일하게 측방두부규격 방사선 사진 촬영 후 분석 및 교합면간 거리의 측정을 시행하였다. 측방두부규격 방사선 사진 분석 결과 수직 고경이 감소했다고 평가할 수 없었으며 추가적인 평가를 위하여, 추가적인 수직 고경 평가를 위해 교합시와 안정위시의 수직 고경의 차이를 측정하는 교합면간 거리 분석 결과, 약 2.5 mm로 정상 범주에 해당하였고 따라서 수직 고경의 증가는 필요하지 않다고 판단되었다.¹⁸ 따라서 수직 고경의 증가 없이 하악 전치부 치아의 심미성 개선을 위하여 치관 연장술을 계획하였으며, 치관/치근 비, 생물학적 폭, 부착 치은의 양을 고려하여 연장이 필요한 길이를 결정하였다. 결정된 치관부 연장 길이를 반영한 진단 wax-up 제작을 위하여 안궁 이전 후 진단 모형을 반조절성 교합기(Hanau Modular Articulator, Whip Mix, Louisville, KY, USA)에 장착하였다 (Fig. 10). 중심위와 수정된 Dahl 원리를 결합한 접근법 응용하여 적용하고, 맞춤 전방 유도판을 제작하여 상악 설면 진단 wax-up에 반영함으로써 적절한 전방 유도의 회복을 도모하고자 하였다 (Fig. 11). 먼저 하악의 순, 설면을 wax-up한 모형을 치과용 경석고(New Plastone, GC, Tokyo, Japan)로 복제한 후 맞춤 전방 유도판을 이용하여 상악 전치 구개면을 wax-up하였으며, facial bite를 이용하여 교

Fig. 10. Semi-articulator mounting procedures. (A) Mounting the diagnostic model to an articulator in frontal view, (B) Mounting the diagnostic model to an articulator in lateral view.

Fig. 11. Fabrication of the custom anterior guide table. (A) Left excursion in frontal view, (B) Protrusive excursion in lateral view.

Fig. 12. Diagnostic wax-up in diagnostic model using the modified Dahl principle. (A) Wax-up on the mandibular anterior teeth, (B) Wax-up on the palatal surface of the maxillary anterior teeth, (C) Wax-up on the labial surface of the maxillary anterior teeth.

합기 재부착을 시행 후 상악 순면을 wax-up함으로써, 조화로 운 미소선을 고려한 기능적, 심미적인 최종 진단 wax-up을 시행하였다 (Fig. 12). 최종 진단 wax-up 모형을 복제하여 임시 수복물(Luxatemp, DMG, Hamburg, Germany)을 제작하였고, 지대치 형성 시행 후 임시 수복물을 구강 내에서 조정한 후 장착하였다. 최대 교두간 접촉위에서 모든 치아가 균일하게 접촉하며 전방 및 측방 운동 시에는 후방 구치부 교합 접촉의 즉각적인 이개를 동반하는 전방 유도과 견치 유도(canine guidance)교합 양식을 부여하였다. 임시 수복물 장착 동안 하악의 전, 측방 운동시의 견치 유도를 지속적으로 확인하고 조정하여 교합관계를 설정하였다.

임시 수복물 장착 4개월 후 측두하악관절의 불편감 등의 특이 소견 보이지 않았고 안정화된 치주 조직의 상태를 검사하였고, 기능적, 심미적 측면의 임상 검사를 시행하여 문제가 없음을 확인하였으며, CAD/CAM 시스템의 복제 기법을 이용하여 지대치의 디지털 이미지와 임시 수복물의 디지털 이미지를 중첩시켜 보다 정확하게 보철물 형태를 재현하고자 하였다. 최종 보철물 제작을 위해 부가 중합 실리콘 인상재(Honigum, DMG, Hamburg, Germany)를 이용하여 최종 인상채득 하였으며, CAD/CAM 시스템 중 CEREC AC Bluecam system S/W 3.8 (Sirona Dental Systems, Charlotte, NC, USA)과 CEREC inLab 및 CEREC Connect (both Sirona Dental Systems, Charlotte, NC, USA)의 Correlation 기능을 이용하여 증례 1과 동일한 방법으로 상악 설면 외형을 복제하였다.¹⁴

심미 개선을 원하는 환자분의 요구와 하악 지대치의 양호한 색상을 고려하여 파절 가능성과 주의사항을 고지 후, 상악의 bridge는 강도와 long span을 고려하여 zirconia coping (IPS e.max ZirCAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, Leichtenstein)으로, 하악은 심미성과 투명도가 우수한 lithium disilicate를 이용한 IPS e.max CAD HT block (Ivoclar Vivadent, Schaan, Leichtenstein)을 사용하여 coping을 제작하였으며, 순측에는 상, 하악

모두 우수한 심미성을 지니는 fluorapatite glass ceramic인 IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Leichtenstein)으로 layering하여 제작하였다 (Fig. 13). 완성된 수복물은 임시 수복물의 전방 유도면 및 교합면 형태가 그대로 재현되어 있었고, 구강 내에 시적 시 전방, 측방으로의 운동시에 설정해 주었던 견치 유도가 임시수복물 장착 시와 동일하게 재현됨을 확인할 수 있었다. 교합상태와 환자의 만족도 확인 후 보철물은 제조사의 지시에 따라 지대치와 수복물에 표면처리를 시행하고 상악 수복물은 자가 접착 레진 시멘트인 Rely X U200 (Shade Translucent, 3M, St. Paul, MN, USA)로, 하악 수복물은 광중합형 레진 시멘트인 Variolink N (Transparent Shade, Ivoclar Vivadent, Schaan, Leichtenstein)을 이용하여 최종 접착 시행 후 교합조정을 시행하였다. 치료 전후 비교 분석에서 교합 시 모든 치아가 균일하게 접촉하며 전방 및 측방 운동 시에는 후방 구치부 교합 접촉의 즉각적인 이개를 동반하는 적절한 전방 유도를 회복하여 과도한 마모로부터 구치부를 보호하도록 하였다. 약 24개월 정기 검진 시에 환자와 술자 모두 기능적, 심미적으로 만족하였으며 좋은 예후를 보이고 있다.

고찰

본 증례는 상악 전치부 보철물 제작 후 기능적인 불편감, 전체 치열의 불안정 및 하악 대합치의 마모 등의 부작용이 발생된 환자에서 수정된 Dahl 원리 및 CAD/CAM 시스템의 복제 기법을 이용하여 적절한 전방 유도를 설정하고 진단 wax-up 및 임시 수복물을 제작한 후, 구강내에서 장착한 임시 수복물을 조절하여 적절한 전방 유도가 형성된 상태에서 제작한 석고 모형을 가공실에서 digitizing 과정을 통해 임시치판 형태를 복제하여 상악 설면 형태를 재현하여 최종 보철물을 제작하고 수복한 증례이다. 본 증례 보고를 통해 기존의 전통적인 방법보다 적절하게 전방 유도를 설정하고 정밀하게 임시치아를 복제함으로써 기존에 완

Fig. 13. The abutments and duplicated final bridge coping fabrication by copy-milled technique of CAD/CAM system. (A) Frontal view of the abutment, (B) Frontal view of maxillary and mandibular prosthesis.

성된 교합 상태를 그대로 재현하여 전치부 보철물 장착 후 발생 가능한 합병증을 최소화할 수 있는 방법을 고려해보고자 하였다.

치아의 마모는 일생에 걸쳐 다양한 원인에 의해 일어난다고 보고된다. 정상적인 수준의 생리적 마모는 조정을 필요로 하지 않지만, 다른 추가적인 다양한 원인에 의해 치아 경조직의 상실 속도가 비정상적으로 빠르게 발생하는 경우에는 수직 고경의 감소, 저작 효율의 감소 및 지각 파면 등의 부적절한 현상이 발생할 수 있으며, 특히 전치부 치아 마모의 경우 심미, 발음 등의 부가적인 문제가 동반될 수 있다고 보고된다.^{1,3} 상악 전치부 보철물 제작 후 대합치의 마모 등의 합병증이 발생한 환자의 전치부 재수복 치료 시 상실된 전방 유도의 회복은 구치부의 즉각적인 이개를 도모함으로써 급속하게 진행되는 구치부 마모를 저지하는데 매우 중요한 역할을 한다.^{4,5} 이러한 경우, 지속적인 마모의 진행을 방지하고 기능과 심미를 회복하기 위해 전방 유도, 교합 상태, 수직 고경의 평가 등 종합적이고 체계적인 진단과 보철적 치료 계획의 수립이 필요하다. 본 증례에서 수직 고경의 평가에는 측방 두부규격 방사선 사진 촬영 후 분석 및 교합면간 거리의 측정 방법을 사용하였다.¹⁸ 측방 두부규격 방사선 사진 분석 시에 FMA, SUM(S-A-G), SN-GoGn의 수치는 각각 22.70°, 32.81°, 390.20°가 평균 수치로 보고되고 있으며 이 수치보다 작은 경우 수직 고경이 감소되었을 가능성이 있다고 평가할 수 있다. 그러나 위 수치의 측정 시 수직 고경과 직접적인 연관이 없는 Gonial angle 수치가 포함되어 있으므로 하악각이 발달하여 작은 Gonial angle 수치를 갖는 환자의 경우 수직 고경 평가가 추가적으로 필요할 수 있다. 안정위 시 교합면간 거리의 정상 범주는 약 2 - 4 mm로 보고되며, 약 6 mm 이상의 경우 수직 고경이 감소되었다고 평가할 수 있고 수직 고경을 증가시키는 것이 고려되어야 한다고 보고된다.¹⁸

전방유도는 정상적인 악간 거리를 유지하여 양측 과로와 함께 전방 및 측방 운동이나 비중심위를 유도하기 위한 전방 결정 요소로, 하악의 운동 방향을 결정하기 위한 하악 전치 절단과 상악 전치 설면의 접촉으로 인하여 발생하는 유도 작용으로 정의된다.^{5,10} 상, 하악 전치부 보철물 제작시 심미, 저작, 발음과 연관된 교합에 있어서 전방 유도는 중요한 요소로 작용하며, 전방유도의 재설정시 견치유도 교합 양식이 더 효과적인 방법이라고 보고되고 있다.¹⁹ 본 증례에서 수직 고경을 유지하기로 치료 계획을 결정하여 추가적인 구치부의 보철적인 수복은 시행하지 않았으므로, 전방 유도시 적절한 후방 구치부의 보호를 위해서 정밀한 전방 유도 형성이 요구되었고 이를 위해 맞춤 전방 유도판을 제작하여 구치부의 마모를 방지하고자 하였다.⁸

추가적으로 전방유도와 조화를 이루는 상악 전치부 설면 형태를 정확하게 재현하기 위하여 전치부 치아의 진단 wax-up 및 임시 수복물의 제작 시에 Magne 등⁶이 제시한 중심위와 수정된 Dahl 원리를 결합하여 사용하는 접근법을 응용하여 사용하였다. 이러한 중심위와 수정된 Dahl 원리를 적절히 응용하면 전방 유도와 조화를 이루는 전치부 치아의 진단 wax-up 및 임시 수복물의 제작을 효율적으로 시행할 수 있다고 보고된다.⁷ 이 접근법

은 우선 최대 교두간 접촉위와 중심위 사이의 차이가 하악을 부드럽게 유도함으로써 존재하는지 확인하는 과정을 포함한다. 수정된 Dahl 원리는 상, 하악 전치부 보철물 수복시에 진단 wax-up 및 임시 수복물의 제작과정에서 원래의 치아 형태로 상악 설면 및 하악 절단연의 외형을 회복시키기 위하여 상악 치아 설면을 삭제하지 않고 적절한 수복용 재료를 추가하여 설면 외형을 하악 전치 절단연과 견고하게 접촉될 수 있도록 형성함으로써 하악 전치가 정확하게 안착이 가능한 형태로 제작하고, 하악 전치 절단연 외형을 마모 전의 정상적인 외형으로 회복함으로써 적절한 전방 유도를 설정하는데 도움을 줄 수 있다고 보고된다.^{6,7} Dahl은 필요한 경우 추가적인 교정치료나 약 4 - 6 개월 동안 전방 교합 장치를 통해 구치부를 분리함으로써 부분적인 전치부 마모 치료에 공간을 형성할 것을 제시하였다.^{6,7,20} 구치의 수동적 맹출과 전치 함입의 결합으로 기존의 수직 고경을 유지하면서 후방 폐쇄를 재개할 수 있다고 보고하였다.²¹ Dahl은 구치를 분리하기 위해 전치부에 주조 금속 장치를 사용하였으나, 중심위와 수정된 Dahl 원리를 결합하여 응용하는 경우 임시 레진 수복물이나 수복용 복합레진을 사용하여 설면형태를 형성하였다.^{6,7} 레진은 작은 두께에서도 복원력과 조작 용이성 때문에 설면 외형을 정확하게 재현하는 데 이상적인 재료라고 보고된다. 루시아 지그(Lucia jig)나 nociceptive trigeminal inhibition (NTI)와 같은 전방 재위치 장치법이 필요한 경우 이 단계를 용이하게 하기 위해 사용될 수 있다고 보고된다.^{6,7} 중심위와 수정된 Dahl 원리를 결합하여 응용하는 경우 원래의 Dahl 원리보다 수직 고경을 유지하면서 전방유도시 상악 설면의 외형을 효율적으로 형성할 수 있다고 보고되지만, 맞춤 전방 유도판에 맞게 왁스업 및 임시 수복물 제작을 시행하고 적절한 교합 관계를 확인하는 과정에서 시행착오가 발생할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 상악 전치부 보철물 제작 후 대합치의 마모 등의 합병증이 발생한 환자의 전치부 재수복 치료 시 상실된 전방 유도의 완전한 회복은 단기간 내에 이루어질 수 없으며, 보철물 재제작만으로는 어려울 수 있으므로 더 좋은 장기적 예후를 위해 정기적인 검진 및 교합 안정을 위한 추가적인 치료가 필요할 수 있을 것으로 사료된다.

또한 구강내에서 임시 수복물에서 전방유도를 정확하게 설정한 후 이를 교합기에 정확하게 구현하기 위해서는 임시치아를 통상적인 방법으로 복제하여 전방유도를 재현한 인덱스를 이용하여 설면을 인기한 후 최종 보철물을 제작하는 방법도 가능하지만, 최근에는 CAD/CAM을 이용하여 조금 더 효율적이고 정밀하게 설면 형태를 인기한 방법도 사용될 수 있다.^{13-17,22} CAD/CAM을 이용한 보철 수복 치료는 전통적인 치료 방법과 비교하여 수복물의 제작 공정이 간결하고 효율적이며, 제작 시간이 단축되며 기공 환경이 개선되는 등의 장점이 있다. 또한, 적절하게 조절된 재료를 사용함으로써 재료 자체의 오차가 거의 발생하지 않고, 저장되어 있는 데이터를 활용하여 재현성 있는 치료가 가능하다고 보고된다.^{12,23} 특히, 본 증례처럼 임시 레진 판의 설면 치아 외형을 그대로 인기한 필요가 있을 때, 광범위하지 않은 보철물과 같은 경우에는 추가적인 교합조정 과정이 다

소 줄어들어 진료 시간이 단축 가능하다. 그러나, CAD/CAM 시스템의 한계로써 디지털 인상 채득 과정이 전통적인 채득 방법보다 정밀하거나 비슷하다는 연구가 보고되기도 하지만, 실제로는 보철물의 정밀성이 제대로 재현되지 않는 경우도 많다.^{24,25} 이는 치아 삭제 과정에서 스캐너가 감지하지 못하는 치아외형을 형성하는 경우, 날카로운 절단면이나 좁은 변연이 가공기계(milling machine)에 의해 정확하게 재현되지 않는 경우 등이 해당된다.²³ 따라서, 술자는 사용하는 스캔 장비와 가공 기계의 구현 가능한 수준을 정확하게 파악할 필요가 있다.

제작된 보철물의 조정 및 연마 과정에서도 주의가 필요하다. 특히, 지르코니아 수복물의 경우 교합 조정시 구강 내에서 치과용 핸드피스와 다이아몬드 버를 이용하여 시행할 경우 표면에 흠집이 발생할 수 있다. 이는 지르코니아 표면의 피로 파절과 잔류 응력을 형성하여 보철물의 실패를 유발할 수 있으며, 대합치 법랑질의 마모를 야기한다고 보고된다.^{26,27} 본 증례에서 상, 하악의 전치부 보철물을 동시에 제작한 후, 구강 내에 시적하고 적절한 인접 접촉 및 교합 관계를 확인하는 과정에서 적지 않은 시간과 노력이 소요되었다. 최종 접착 후에도 미세한 교합 간섭의 제거를 위해 추가적으로 교합 조정하는 과정이 필요하였다. 그러나, CAD/CAM 시스템의 복제 기법의 경우 술자의 주의깊은 치아 삭제, 임시 수복물 제작 및 보철물 마무리 과정 등이 수반된다면 보철물 제작에 효율적으로 사용될 수 있을 것이라고 사료된다.

또한 이러한 심미적인 전치부 치아 수복을 위한 재료의 지속적인 연구 및 개발로 적절한 심미성과 강도를 지닌 전부 도재관이 적절하게 사용될 수 있다.^{28,29} 전치부 보철 수복에서 금속 도재관이 오래도록 사용되어 왔지만 최근 심미적인 요구와 지속적인 재료의 연구 개발로 인하여 bridge 제작에도 적절한 심미성과 강도를 만족하는 도재 수복물의 사용이 증가하게 되었다. Lithium disilicate 전부 도재관은 심미적으로 매우 우수하여 전치부와 같이 심미성이 요구되는 치료 시에 고려될 수 있으며, 본 증례와 같이 지대치 간 길이가 긴 고정성 상악 전치부 수복을 위한 경우에는 lithium disilicate보다 높은 굴곡강도와 파괴인성을 가지는 zirconia 전부 도재관을 사용할 수 있다.^{26,27} 전부 도재관으로 보철물 수복시 대합치 마모 등의 합병증 발생을 막기 위하여 적절한 전방 유도를 형성하기 위한 세밀한 교합조정 및 연마에 주의를 기울일 필요가 있으며, 다양한 접근을 통하여 기능적, 심미적으로 만족할 만한 전치부 보철수복을 시행하는 것이 중요하다.³⁰ 또한, zirconia와 lithium disilicate 전부 도재관을 이용한 장기적인 연구가 부족하여 탈락, 파절 등의 임상적인 실패와 관련하여 지속적인 관찰 및 평가가 필요하다고 사료된다.

결론

본 증례에서는 체계적인 진단 및 치료를 위하여 수정된 Dahl 원리 및 CAD/CAM 시스템의 복제 기법을 이용하여 적절한 전방 유도를 설정하고, 지대치와 임시 수복물의 디지털 이미지를 중첩

시켜 보다 정확하게 보철물 형태를 재현하고자 하였다. 이에 기능적, 심미적 개선을 도모하여 환자와 술자 모두에게 만족스러운 치료결과 및 예후를 얻었다.

상, 하악 전치부 수복물 동시 제작시 적절하게 전방 유도를 설정하기 위하여 중심위와 수정된 Dahl 원리를 함께 응용하여 사용하면 제한된 수직 고경을 가진 환자에서 적절한 수복물 외형을 형성하는 데 도움이 된다고 사료된다. CAD/CAM 시스템의 복제 기법의 경우 체계적이고 적절한 치료과정이 수반된다면 보철물 제작에 효율적으로 사용될 수 있을 것이라고 사료된다.

상악 전치부 보철물 제작 후 대합치의 마모 등의 합병증이 발생한 환자의 전치부 재수복 치료 시 상실된 전방 유도의 완전한 회복은 단기간 내에 이루어질 수 없으며, 보철물 재제작만으로는 어려울 수 있으므로, 더 좋은 장기적 예후를 위해 정기적인 검진 및 교합 안정을 위한 추가적인 치료가 필요할 수 있을 것으로 사료된다.

ORCID

Sung-Ho Kim <https://orcid.org/0000-0002-1556-105X>

Yu-Sung Choi <https://orcid.org/0000-0003-0053-7441>

References

1. Johansson A, Johansson AK, Omar R, Carlsson GE. Rehabilitation of the worn dentition. *J Oral Rehabil* 2008;35:548-66.
2. Dawson PE. Determining the determinants of occlusion. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1983;3:8-21.
3. Berry DC, Poole DF. Attrition: possible mechanisms of compensation. *J Oral Rehabil* 1976;3:201-6.
4. Briggs P, Bishop K. Fixed prostheses in the treatment of tooth wear. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1997;5:175-80.
5. Schuyler CH. The function and importance of incisal guidance in oral rehabilitation. 1963. *J Prosthet Dent* 2001;86:219-32.
6. Magne P, Magne M, Belser UC. Adhesive restorations, centric relation, and the Dahl principle: minimally invasive approaches to localized anterior tooth erosion. *Eur J Esthet Dent* 2007;2:260-73.
7. Tunkiwala A, Chitguppi R. Conservative, functional, and esthetic rehabilitation of severe palatal erosion (Class IV) using modified dahl approach. *Compend Contin Educ Dent* 2017;38:289-294.
8. Dawson PE. Evaluation, diagnosis, and treatment of occlusal problems. 1st ed.; St. Louis; CV Mosby Co.; 1974, p. 177-8.
9. Fox CW, Abrams BL, Doukoudakis A. Principles of anterior guidance: development and clinical applications. *J Cranio-mandibular Pract* 1983-1984;2:23-30.
10. Sabek M, Trévelo A. Alternative procedure for reconstructing anterior guidance using an autopolymerizing resin pattern. *J Prosthet Dent* 1996;76:550-3.

11. Duret F, Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent* 1991;1:150-4.
12. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009;28:44-56.
13. Rani S, Devi J, Jain C, Mutneja P, Verma M. Esthetic rehabilitation of anterior teeth with copy-milled restorations: A report of two cases. *Case Rep Dent* 2017;2017:2841398.
14. Bae JC, Kim WH, Jeon YC, Jeong CM, Yoon MJ, Huh JB. Reconstruction of anterior guidance using duplication technique of CAD/CAM: a case report. *J Korean Acad Prosthodont* 2014;52:121-7.
15. Ko CW, Kim MJ, Yang HS, Park SW, Park C, Yun KD. Aesthetic restoration in patients with unaesthetic maxillary anterior teeth using double scan : A case report. *J Korean Acad Prosthodont* 2018;56:166-72.
16. Lee SH, Yi YJ, Jo DW. Full-mouth rehabilitation in an amelogenesis imperfecta patient with anterior open bite using CAD/CAM system. *J Korean Acad Prosthodont* 2017;55:410-8.
17. Shin SJ, Noh KT, Kwon KR, Kim HS. Use of Digital Smile Design in esthetic restoration in anterior teeth: A case report. *J Korean Acad Prosthodont* 2017;55:164-70.
18. Turner KA, Missirlan DM. Restoration of the extremely worn dentition. *J Prosthet Dent* 1984;52:467-74.
19. Thornton LJ. Anterior guidance: group function/canine guidance. A literature review. *J Prosthet Dent* 1990;64:479-82.
20. Dahl BL, Krogstad O, Karlsen K. An alternative treatment in cases with advanced localized attrition. *J Oral Rehabil* 1975;2:209-14.
21. Dahl BL, Krogstad O. The effect of a partial bite raising splint on the occlusal face height. An x-ray cephalometric study in human adults. *Acta Odontol Scand* 1982;40:17-24.
22. Nemcovsky CE, Gross MD. Transferring provisional restorations to final master casts. *J Oral Rehabil* 1994;21:157-63.
23. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J* 2008;204:505-11.
24. Smith R. Creating well-fitting restorations with a digital impression system. *Compend Contin Educ Dent* 2010;31:640-4.
25. Ender A, Mehl A. Full arch scans: conventional versus digital impressions-an in-vitro study. *Int J Comput Dent* 2011;14:11-21.
26. Chevalier J. What future for zirconia as a biomaterial? *Biomaterials* 2006;27:535-43.
27. Mitov G, Heintze SD, Walz S, Woll K, Muecklich F, Pospiech P. Wear behavior of dental Y-TZP ceramic against natural enamel after different finishing procedures. *Dent Mater* 2012;28:909-18.
28. Suarez MJ, Perez C, Pelaez J, Lopez-Suarez C, Gonzalo E. A randomized clinical trial comparing zirconia and metal-ceramic three-unit posterior fixed partial dentures: A 5-year follow-up. *J Prosthodont* 2018 Jul 24.
29. Araujo NS, Moda MD, Silva EA, Zavanelli AC, Mazaro JV, Pellizzer EP. Survival of all-ceramic restorations after a minimum follow-up of five years: A systematic review. *Quintessence Int* 2016;47:395-405.
30. McIntyre F. Restoring esthetics and anterior guidance in worn anterior teeth. A conservative multidisciplinary approach. *J Am Dent Assoc* 2000;131:1279-83.

적절한 전방 유도 재현을 위해 수정된 Dahl 원리 및 CAD/CAM 복제 기법을 이용하여 전치부의 기능 및 심미성을 개선한 보철 수복 증례

김성호 · 최유성*

단국대학교 치과대학 치과보철학교실

상악 전치부와 같은 기능 및 심미성의 개선이 조화롭게 요구되는 부위의 치료 시에는 다른 부위보다 더 많은 지식과 기술을 필요로 한다. 특히 전방 유도(anterior guidance)를 결정하는 상악 전치부 설면 외형을 제대로 형성하지 못하면, 기능적인 불편감과 함께 전체 치열의 불안정성을 야기한다. 적절한 원리를 이용하여 전방유도를 설정한 후 임시 수복물 제작 및 조정을 통해 조화로운 전방 유도를 확보했다면 임시 수복물의 설면 외형을 최종 보철물로 정확하게 재현하는 방법에 대해 주의 깊게 고려해야 할 필요가 있다. 본 증례에서는 체계적인 진단 및 치료를 위하여 수정된 Dahl 원리(modified Dahl principle) 및 computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) 시스템의 복제 기법(copy-milled)을 이용하여 적절한 전방 유도를 설정하고, 지대치의 디지털 이미지와 임시 수복물의 디지털 이미지를 중첩시켜 보다 정확하게 보철물 형태를 재현하고자 하였다. 이에 기능적, 심미적 개선을 도모하여 환자와 술자 모두에게 만족스러운 치료결과 및 예후를 얻었기에 보고하는 바이다. (대한치과보철학회지 2019;57:160-70)

주요단어: Dahl 원리; Computer-aided design/computer-aided manufacturing; 전방유도; 전치부 수복; 교합

*교신저자: 최유성

31116 충남 천안시 동남구 단대로 119 단국대학교 치과대학 치과보철학교실

041 550 1979; e-mail, ys997695@naver.com

원고접수일: 2018년 9월 18일 / 원고최종수정일: 2018년 11월 19일 / 원고채택일: 2018년

11월 28일

© 2019 대한치과보철학회

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

※이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2017R1C1B5076594).