

CAD/CAM으로 제작된 monolithic zirconia crown의 시적 전후 교합양상에 대한 비교

용기훈 · 심준성*

연세대학교 치과대학 치과보철학교실

Comparison of occlusal aspects in monolithic zirconia crown before and after occlusal adjustment during intraoral try-in: a case report

Ki-Hoon Yong, Jun-Sung Shim*

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Republic of Korea

In case of prosthesis fabrication by CAD/CAM, location, area and contour of occlusal contacts can be adjusted so more functional occlusion can be acquired. Also, errors in a manufacturing process is reduced compared to cast metal prostheses and porcelain fused metal prostheses fabricated by conventional methods such as casting and porcelain build up. Therefore, prostheses by CAD/CAM show superior occlusion accuracy. Recently, virtual articulator function has been introduced to CAD/CAM system, which reproduces mandibular movement against maxilla. Thus, it is possible to consider occlusal interference in anterior/lateral movement as well as closing movement. There have been many studies on the marginal and internal fit of prostheses using zirconia but the occlusal fit of zirconia crown fabricated by CAD/CAM has not been researched as much. In this case report, 7 zirconia crowns were designed and fabricated by CAD/CAM for total 5 patients. The models of zirconia crowns before and after occlusal adjustment during intraoral try-in were scanned for occlusal contacts, which were compared to evaluate accuracy of prostheses and understand patterns of occlusal adjustment. Most of the occlusal adjustments were done on functional cusps and slopes of zirconia crown, and the magnitude of occlusal adjustment ranged from 15 μ m to 60 μ m. In the zirconia crown fabricated with CAD/CAM systems, the occlusal adjustment is a necessary procedure, so additional procedures will be needed for compensating reduced mechanical properties. (*J Korean Acad Prosthodont 2014;52:246-51*)

Key words: CAD CAM; Zirconia crown; Occlusal adjustment

서론

지르코니아는 'white metal' 이라 불릴 정도로 강도가 높으며, 정형외과 영역에서는 고관절의 대퇴골두(Head of femur) 등에도 이용되고 있다.¹ 치과영역에서 이용되는 이트리아계 지르코니아는 알루미늄 등에 비하여 강도 및 인성 등 기계적 물성이 뛰어나다.² 그러나 자연치가 지닌 반투명성 등 광학적인 특성을 심미적으로 부여하기에는 한계가 있고, 이를 위한 기술 개발이 필요한 실정이다. 무엇보다도 소결 후의 표면 조절이 지르

코니아의 기계적인 물성과 장기적인 임상 성적에 미치는 영향 또한 알려져 있지 않다.

그러므로 지르코니아 크라운의 조정의 필요성을 최소화하기 위한 보철물의 설계 및 제작이 전제되어야 할 것이다. CAD/CAM 기술의 발전은 이와 맥락을 같이 할 수 있다. 현재 세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 치과용 CAD 프로그램인 3-Shape사의 Dental System™ Premium, 2013, Version 2.8.8.8 (3-Shape, Copenhagen, Denmark)의 경우 CAD 과정에서의 설계 자유도는 넓은 편이다. 교합 접촉점의 위치, 면적, 형태를 원하는 대로 조절

*Corresponding Author: Jun-Sung Shim

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Yonsei University,
50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, 120-752, Republic of Korea
+82 2 2228 3157; e-mail, jfshim@yuhs.ac

Article history: Received 23 June, 2014 / Last Revision 7 July, 2014 / Accepted 16 July, 2014

© 2014 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/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

할 수 있으므로 술자가 원하는 기능적인 교합의 형성이 가능하다. 더불어 최근 소개되고 있는 CAD/CAM system에는 가상 교합기 기능이 추가되어 단일 수복물의 설계에서도 상악에 대한 하악의 운동을 재현함으로써 폐구 운동 뿐만 아니라 전/측방 운동시의 교합간섭을 고려할 수 있게 되었다.³ 그러나 하악의 운동을 교합기로 옮겨 재현하고 교합기상에서 교합면의 형태적 요소들을 결정해온 전통적인 과정을 CAD로 옮겨 재현하는 과정은 아직 개발 검증단계로 평가되고 있다.

그 동안 지르코니아를 이용한 보철물의 변연 및 내면 적합도에 대한 연구는 많이 이루어졌으나⁴ CAD/CAM을 이용해 설계된 지르코니아 크라운의 교합 적합도에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 본 증례에서는 총 5명의 환자에서 7개의 지르코니아 크라운을 대상으로 Dental System™ Premium, 2013, Version 2.8.8.8 (3-Shape, Copenhagen, Denmark)을 이용하여 설계된 지르코니아 크라운 데이터와 조정과정을 거쳐 구강 내 장착 후 인상채득된 모델을 스캔하여 획득한 삼차원 이미지를 중첩한 뒤 비교하여, 보철물 설계의 정확도를 평가하고 교합조정의 양상을 파악해 보고자 하였다.

증례

1. 분석 방법

최초 설계된 지르코니아 크라운은 숙련된 한 명의 기공사에 의해 D700 Scanner (3Shape, 2013, Copenhagen, Denmark)로 scanning 후 Dental System™ Premium, 2013, Version 2.8.8.8 (3-Shape, Copenhagen, Denmark) CAD 프로그램으로 설계되었고 Cercon®ht (DeguDent, Hanau-Wolfgang, Deutschland)를 이용하여 Trione Z (Dental Plus, 2013, Seongnam, Gyeonggi-do, Korea)로 제작되었다. 제작된 지

르코니아 크라운은 한 명의 숙련된 치과의사에 의해 교합조정 후 구강 내에 합착되었으며 1주일 뒤 검사일에 알지네이트 (Palgat™, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)를 이용해 인상을 채득한 뒤 경석고(Hi-Koseton, Maruishi Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 연구모형을 제작하였다. 연구모형은 광학식 Scanner (MyScan Specification, RaphaBio, Seoul, Korea)로 스캐닝 되었으며 두 Data를 중첩하여 교합면의 형태학적 변화를 정량적으로 분석했다. 분석은 MyD Software (RaphaBio, Seoul, Korea)를 이용하여 각 Data에서 가장 근접해 있는 공통된 vertex들을 찾아 정렬시키는 방법을 이용하였으며, 두 시료 Data의 중첩의 정확도를 높이기 위하여 비교분석 대상체를 제외한 나머지 부분은 편집하였다. 또한 MyD Software (RaphaBio, Seoul, Korea)를 이용하여 정렬된 두 비교대상간의 편차를 색상 지도(Color map)을 통해 검증하였고, 허용 오차 범위(± 0.02), 최대 오차 범위(+0.1), 최소 오차 범위(-0.1) 등을 입력하여 비교할 두 대상의 vertex간 최대 오차 및 평균 오차를 측정하여 Dental System™ Premium, 2013, Version 2.8.8.8 (3-Shape, Copenhagen, Denmark) Data를 기준으로 MyD Software (RaphaBio, Seoul, Korea) Data에서 감소된 양을 파란색으로 표현하였다. 인상 채득, 경석고 모델 제작 과정 중에서 발생할 수 있는 오차는 고려하지 않았으며, 교합조정의 경향 및 대략적인 양을 파악할 수 있었다.

2. 증례 1

61세 여성이 치주적 원인으로 하악 좌측 제1대구치를 발거 후 임플란트 식립하였으며 최종보철물은 지르코니아 크라운으로 제작하였다. 주요 교합조정양상은 근심 협측 교두정 부위에서 40 - 50 μm, 협측 교두정 부위, 원심 설측 교두의 협측사면 부위에서 20 - 40 μm로 나타났다(Fig. 1).

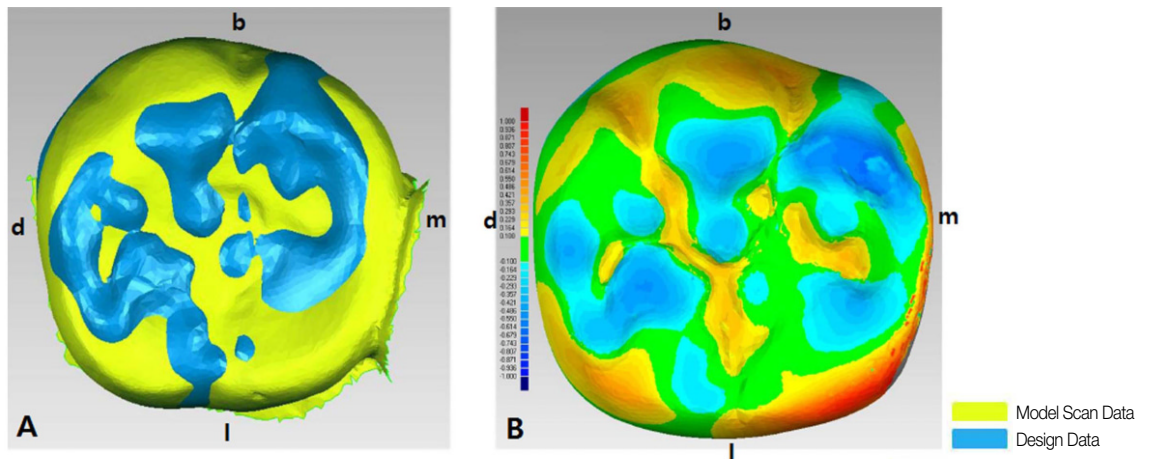


Fig. 1. The overlapped image between CAD designed image and model scanned image of left lower 1st molar. (A) The original overlapped data. (B) The color map for indicating the changed amount of occlusal surface. *m = mesial, d = distal, b = buccal, l = lingual.

3. 증례 2

57세 여성이 이차우식으로 상악 좌측 제1,2소구치의 보철물을 재제작 하였으며 최종보철물은 지르코니아 크라운으로 제작하였다. 상악 좌측 제1소구치의 주요 교합조정양상은 근심 변연능선 부위, 원심 변연능선 부위에서 약 30 μm , 구개측 교두의 협측사면 부위, 협측 교두의 설측사면 부위에서 약 20 μm 로 나타났다. 상악 좌측 제2소구치의 주요 교합조정양상은 구개측 교두정 부위에서 50 μm , 구개측 교두의 협측사면 부위, 협측

교두의 설측사면 부위에서 20-30 μm 로 나타났다(Fig. 2).

4. 증례 3

76세 남성이 치주적 원인으로 하악 우측 제1대구치를 발거 후 임플란트 식립하였으며 최종보철물은 지르코니아 크라운으로 제작하였다. 주요 교합조정양상은 협측 교두의 설측사면 부위에서 40-50 μm , 근심 설측 교두의 협측사면 부위에서 15-20 μm 로 나타났다(Fig. 3).

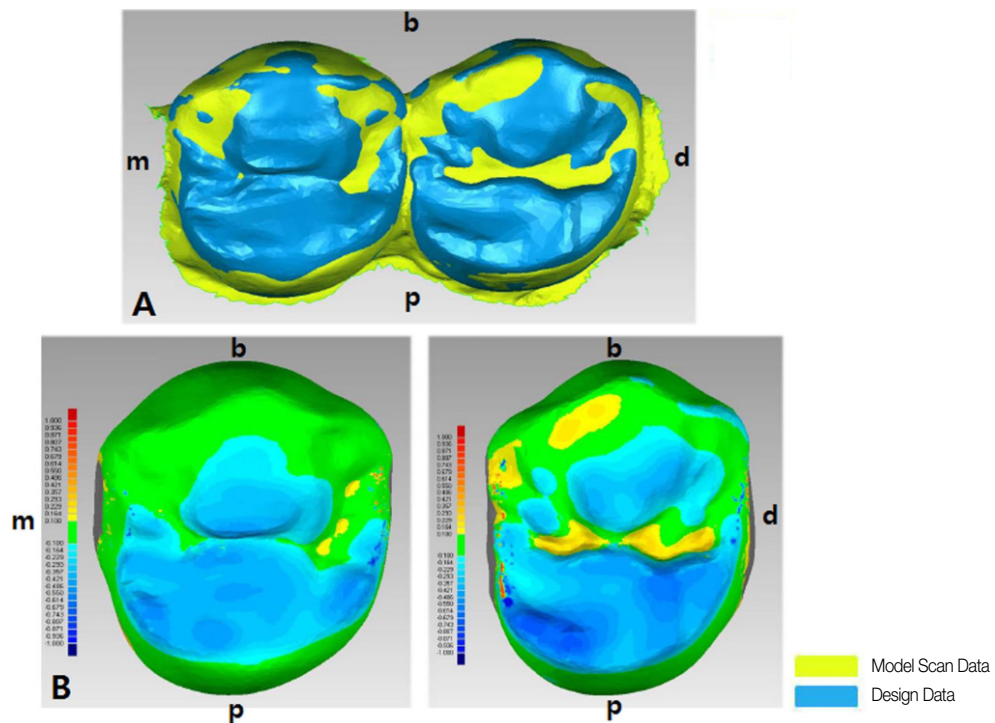


Fig. 2. The overlapped image between CAD designed image and model scanned image of left upper 1st premolar and 2nd premolar. (A) The original overlapped data. (B) The color map for indicating the changed amount of occlusal surface. *m = mesial, d = distal, b = buccal, p = palatal.

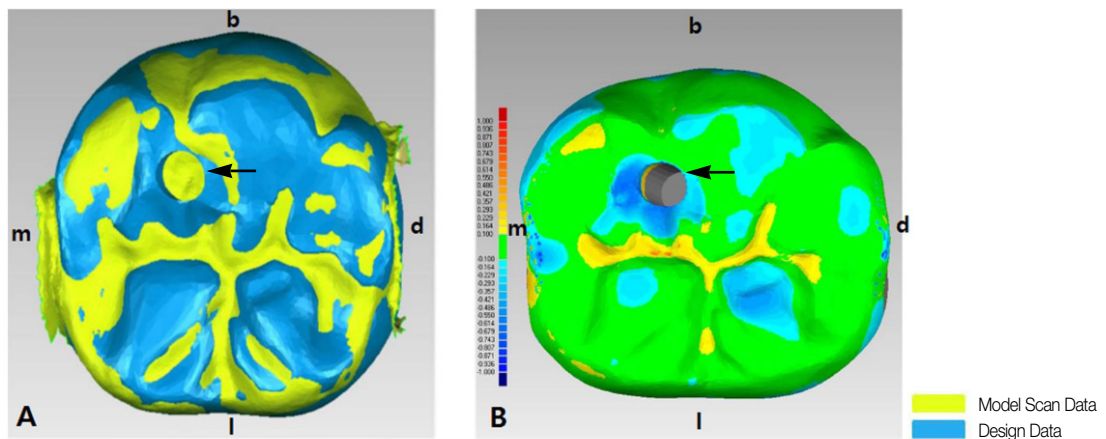


Fig. 3. The overlapped image between CAD designed image and model scanned image of right lower 1st molar. (A) The original overlapped data. (B) The color map for indicating the changed amount of occlusal surface. *m = mesial, d = distal, b = buccal, l = lingual, arrow = implant screw hole.

5. 증례 4

48세 남성이 치아우식으로 하악 좌측 제1대구치를 근관 치료 후 보철 치료 진행하였으며 최종보철물은 지르코니아 크라운으로 제작하였다. 주요 교합조정양상은 협측 교두정, 원심 변연능선 부위에서 50-60 μm 로 나타났다(Fig. 4).

6. 증례 5

66세 여성이 치주적 원인으로 하악 우측 제1,2대구치를 발거 후 임플란트 식립하였으며, 최종보철물은 지르코니아 크라운으로 제작하였다. 하악 우측 제1대구치의 주요 교합조정양상은 원심 설측 교두정에서 30-40 μm , 근심 설측 교두의 교두정 및 협측 사면에서 15-20 μm 로 나타났다. 하악 우측 제2대구치의 주

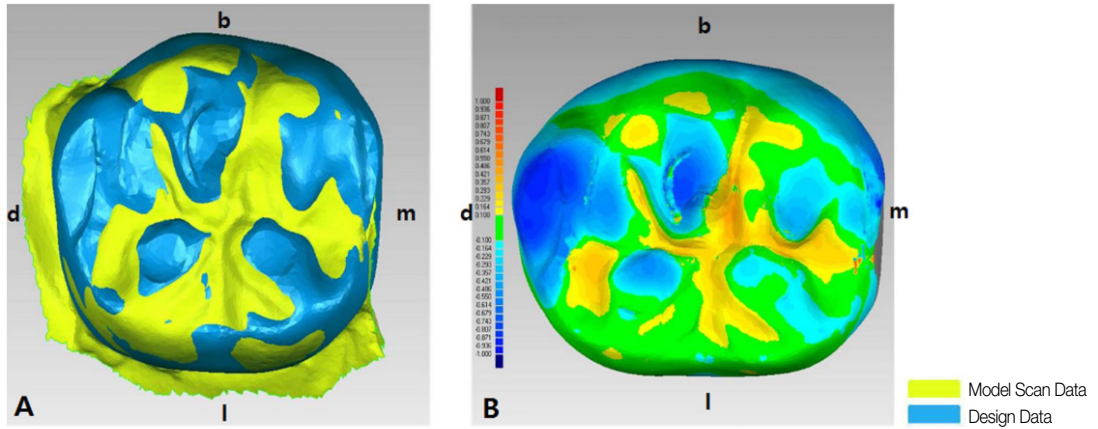


Fig. 4. The overlapped image between CAD designed image and model scanned image of left lower 1st molar. (A) The original overlapped data. (B) The color map for indicating the changed amount of occlusal surface. *m = mesial, d = distal, b = buccal, l = lingual.

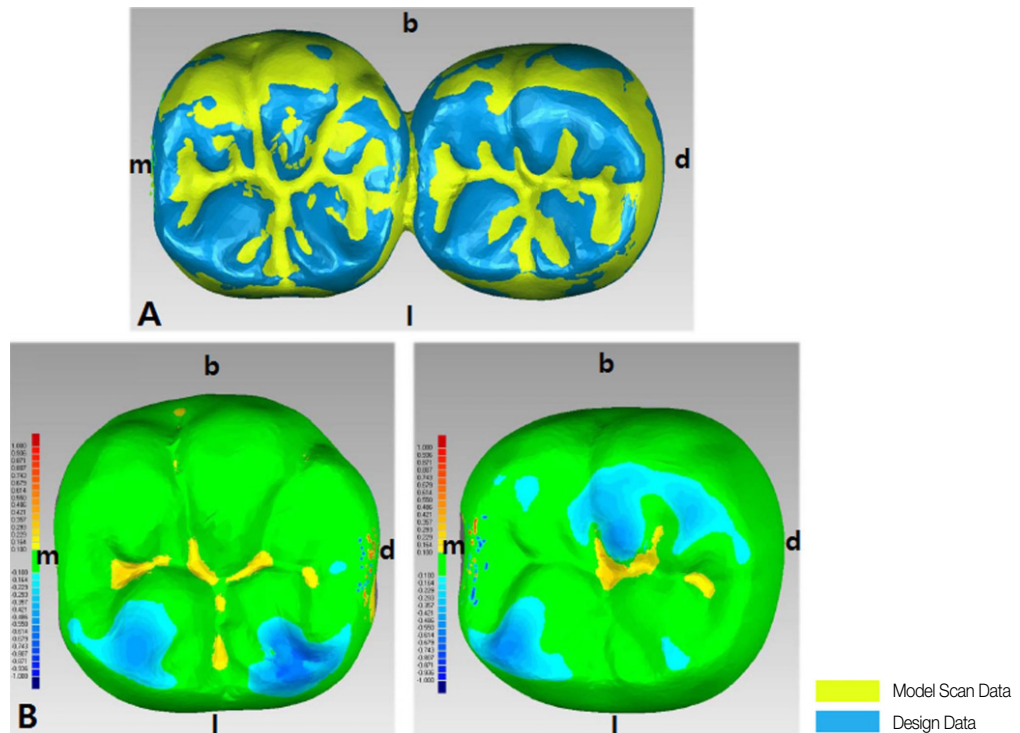


Fig. 5. The overlapped image between CAD designed image and model scanned image of right lower 1st molar and 2nd molar. (A) The original overlapped data. (B) The color map for indicating the changed amount of occlusal surface. *m = mesial, d = distal, b = buccal, l = lingual.

요 교합조정양상은 근심 설측 교두정에서 40 - 50 μm , 원심 협측 교두의 설측사면에서 15 - 20 μm 로 나타났다(Fig. 5).

고찰

CADCAM을 통한 지르코니아 보철물의 제작은 비교적 우수한 정확도와 적합도를 보이으나 실제 임상에서는 어느 정도의 교합조정이 필요한 상황이다. 교합조정 과정은 여러 가지 회전절삭기구를 통해 이루어지며 이때 Stabilized zirconia 내부로 외력이 가해진다면, 미세균열(crack line)이 발생되고 주변으로 결정핵이 형성되면서, 안정화된 tetragonal zirconia는 monoclinic phase로 상전이가 일어나게 된다. 이 과정 중 부피 팽창에 의해서 crack line은 compressive stress, 즉 압박을 받아 에너지를 흡수하게 되며, 더 이상 앞으로 진행하지 못하게 된다. 그리하여, zirconia는 보다 더 강한 파절저항성을 보이게 되고, 더 단단하게 그 구조를 유지할 수 있게 되는데, 이 원리를 transformation toughening이라한다.⁶

그러나 Zirconia는 수분이 존재하는 환경에 노출되었을 때, tetragonal phase에서 monoclinic phase로 상전이가 표면에서 시작되어 내부로 진행되면서 균열이 발생하여 물리적 성질 등이 저하될 수 있는데, 이를 low temperature degradation (LTD, 저온열화현상) 혹은 zirconia의 aging이라고 한다. 1981년 Kobayashi 등에 의해 처음 보고되었으며, 200 - 300 $^{\circ}\text{C}$ 의 범위에서 가장 호발하며, grain pull-out을 동반한 표면 붕괴, 미세 누출 등의 형태로 나타날 수 있다.⁶

따라서 교합조정 과정은 지르코니아의 물성 저하 유발할 수 있으며 이로 인한 문제가 발생할지 여부에 대해서는 추가적인 연구가 필요하나 되도록 조정과정 없이 환자에게 제공되는 것이 좋을 것이다.

본 연구에서는 CAD/CAM으로 제작된 zirconia crown의 3D image 비교 분석에 의해 시적 전후의 교합에 대한 개연성을 얻고자 하였다. 시편 개수가 부족하여 직접적인 관련성을 논하기는 어렵지만 대부분의 교합 조정은 기능교두 및 변연능선, 기능교두의 사면에서 일어났다. 측방운동시 교합 간섭이 일어날 수 있는 부위에서 대부분의 교합조정이 일어났음을 유추할 수 있다.

CAD/CAM을 기반으로 제작되는 지르코니아 크라운의 교합 조정은 불가피한 점이 있기 때문에 조정 후 글레이징 과정을 거치는 등 거칠어진 표면의 물성을 회복하기 위한 방안이 필요하다.⁷ 또한 CAD상에서 제공되는 가상 교합기 기능이 발전되어 실용성이 확립된다면 교합오차를 줄이는데 도움이 될 수 있을 것이다.³ 향후 연구는 위에 언급한 바와 같이 교합조정 후의 물성처리를 하는 방법, 교합오차 자체를 줄이는 방향으로 진행되어야 할 것이다.

데이터 중첩 과정상의 오차를 줄이기 위해 알지네이트 인상재가 아닌 실리콘 인상재를 이용하여 보다 정확한 연구모형을 제작하고 제작 전후의 교합접촉점을 분석하여 교합조정과의 연관성을 탐구할 필요도 있다. 그리고 보다 많은 시편을 확보하고 지속적 연구를 통해 환자의 교합양식과 교합조정의 관련성을 탐구하고 교합조정 전후 교합면의 형태학적 변화를 분석한다면 CAD 작업시 이용 가능한 참고기준을 수립할 수 있을 것으로 기대하는 바이다.

결론

CAD/CAM으로 제작된 지르코니아 크라운의 교합 조정은 대부분 기능교두 및 변연능선, 기능교두의 사면에서 일어났다. 측방 기능운동시 교합 간섭이 일어날 수 있는 부위에서 대부분의 교합조정이 일어났으며 교합조정은 불가피한 과정임을 유추할 수 있다. 따라서 교합조정으로 일어날 수 있는 표면 거칠기의 변화, 미세 균열의 발생 등 지르코니아 크라운의 물성 변화를 보완하기 위한 추가적인 연구가 필요하다.

References

1. Fukui K, Kaneuji A, Sugimori T, Ichiseki T, Kitamura K, Matsumoto T. Wear comparison between a highly cross-linked polyethylene and conventional polyethylene against a zirconia femoral head: minimum 5-year follow-up. *J Arthroplasty* 2011;26:45-9.
2. Oilo M, Kvam K, Gjerdet NR. Simulation of clinical fractures for three different all-ceramic crowns. *Eur J Oral Sci* 2014;122: 245-50.
3. Maestre-Ferrín L, Romero-Millán J, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M. Virtual articulator for the analysis of dental occlusion: an update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012; 17:e160-3.
4. Scotti R, Cardelli P, Baldissara P, Monaco C. Clinical fitting of CAD/CAM zirconia single crowns generated from digital intraoral impressions based on active wavefront sampling. *J Dent* 2011 Oct 17.
5. Kohorst P, Junghanns J, Dittmer MP, Borchers L, Stiesch M. Different CAD/CAM-processing routes for zirconia restorations: influence on fitting accuracy. *Clin Oral Investig* 2011;15: 527-36.
6. Lughì V, Sergio V. Low temperature degradation-aging- of zirconia: A critical review of the relevant aspects in dentistry. *Dent Mater* 2010;26:807-20.
7. Preis V, Behr M, Hahnel S, Handel G, Rosentritt M. In vitro failure and fracture resistance of veneered and full-contour zirconia restorations. *J Dent* 2012;40:921-8.

CAD/CAM으로 제작된 monolithic zirconia crown의 시적 전후 교합양상에 대한 비교

용기훈 · 심준성*

연세대학교 치과대학 치과보철학교실

CAD/CAM을 이용하여 보철물을 제작할 경우 교합 접촉점의 위치, 면적, 형태를 원하는 대로 조절할 수 있으므로 보다 기능적인 교합의 부여가 가능하다. 또한 전통적인 Casting 기법을 이용한 주조급속 보철물이나, Porcelain의 축성을 통해 제작된 보철물에 비하여 제작과정 중의 오차가 감소하여 우수한 교합 정확도를 얻을 수 있을 것으로 기대되고 있다. 그리고 최근 소개되고 있는 CAD/CAM system에는 가상 교합기 기능이 추가되어 단일 수복물의 설계에서도 상악에 대한 하악의 운동을 재현함으로써 폐구 운동 뿐만 아니라 전/측방 운동시의 교합간섭을 고려할 수 있게 되었다. 그동안 zirconia를 이용한 보철물의 변연 및 내면 적합도에 대한 연구는 많이 이루어졌으나 CAD/CAM을 이용해 설계된 zirconia crown의 교합 적합도에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 따라서 본 증례에서는 총 5명의 환자에서 CAD/CAM을 이용하여 제작된 7개의 지르코니아 크라운을 대상으로, 처음 설계된 zirconia crown의 교합 접촉점과 조정과정을 거쳐 구강 내 시적 후에 제작된 모델을 스캔하여 획득된 교합 접촉점을 비교하여 보철물의 정확도를 평가하고 교합조정의 양상을 파악해 보고자 하였다. 지르코니아 크라운에서 이루어진 교합조정은 대부분 기능교두 및 사면부위에서 이루어졌으며 15 - 60 μ m의 분포를 보였다. CAD/CAM을 이용하여 제작된 지르코니아 크라운에서 어느 정도의 교합조정은 불가피한 과정이며 이에 따른 물성저하를 보상하기 위한 추가적인 과정이 필요할 것이다. (*대한치과보철학회지* 2014;52:246-51)

주요단어: CAD/CAM; 지르코니아 크라운; 교합조정

* 교신저자: 심준성
120-752 서울 서대문구 연세로 50-1 연세대학교 치과대학 치과보철학교실
02-2228-3157; e-mail, jfshim@yuhs.ac

원고접수일: 2014년 6월 23일 / 원고최종수정일: 2014년 7월 7일 / 원고채택일: 2014년 7월 16일

© 2014 대한치과보철학회

이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라
이용하실 수 있습니다.