

CAD-CAM을 이용하여 디자인한 금관의 치과 직업군에 따른 형태 비교

김태현¹ · 김종은¹ · 이아름^{1,2} · 박영범^{1,2*}

¹연세대학교 치과대학 치과보철학교실

²연세대학교 치과대학 구강과학연구소, BK21 플러스 통합구강생명과학사업

Comparison of crown designs of different dental occupational groups, using CAD-CAM

TaeHyeon Kim¹, Jong-Eun Kim¹, Ah-Reum Lee^{1,2}, Young-Bum Park^{1,2*}

¹Department of Prosthodontics, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Republic of Korea

²Oral Science Research Center, BK21 PLUS Project, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Republic of Korea

Purpose: Increasing use of computer aided design-computer aided manufacturing (CAD-CAM) system and number of design software made design of restoration easy and quick. Outcome of restoration has been dependent on dental technician's wax up proficiency, dentists can design restoration for themselves now. This study aims to investigate the outcome of restoration designs, according to handling skill of CAD-CAM design tool. **Materials and methods:** A patient's mandibular right 1st molar was prepared. After taking impression, stone model was made, scanned the stone model with 3 shape intra-oral scanner, stereolithography (STL) file was extracted. With 3shape dental designer, one dental technician with more than 5 years work experience (designer 0) and three dental technicians with less than 2years work experience (designer 1, 2, 3-group DT) and 4 1st year residents (designer 4, 5, 6, 7-group RT) designed gold crown on the same STL file. Designed crown's MD (mesio-distal) and BL (bucco-lingual) diameter, height of crown, inter-cuspal distance, number of occlusal contact points were compared. Statistical analysis was carried out, test of normality within each group, using independent t-test. Number of contact points were compared, using Wilcoxon signed-rank test. **Results:** There was no significant difference between group DT and group RT. Number of contact points also resulted in no significant difference. **Conclusion:** The outcome of each designed crowns showed no statistical differences, in values which can be expressed as numbers. Subjective factors were different. With increasing proficiency in handling designing software, fabrication of restorations according to each designer's occlusal concept can be made easy. (*J Korean Acad Prosthodont* 2016;54:234-8)

Keywords: Computer aided design-computer aided manufacturing (CAD-CAM); Design software; Proficiency

서론

CAD-CAM (Computer aided design-computer aided manufacturer) 시스템은 1957년 자동차, 항공 산업 분야에 처음 이용되기 시작하였다. CAD-CAM은 컴퓨터의 발전과 함께 발달하였고, 1987년 Mörmann과 Brandestini가 CEREC 시스템을 처음 개발 함에 따라 치과 분야에 소개되었다. Dental CAD-CAM 시스템은 1980년 이후로 세라믹 크라운과 고정성 보철물 제작의 주요한 흐름이

되어왔다.¹ 치과 재료의 발전도 CAD-CAM 시스템의 발전을 가속화 하였는데, 1996년 Y-TZP Zirconia의 등장으로 영역이 더욱 확대되었으며, 1997년 CEREC2 시스템에서 처음으로 단일 금관을 제작할 수 있게 되었다.

최근 연구에 따르면 CAD-CAM 시스템으로 제작된 수복물은 전통적인 방법으로 제작한 수복물에 비해 대합치와의 간극이 적고, 교합면의 형태를 더 자연치와 가깝게 재현할 수 있다.^{2,3}

*Corresponding Author: Young-Bum Park

Department of Prosthodontics, Oral Science Research Center, Yonsei University College of Dentistry, 50 Yonsei-ro, Sedaemun-gu, Seoul 03722, Republic of Korea

+82 (0)2 2228 3164; e-mail, drybpark@yuhs.ac

Article history: Received December 14, 2015 / Last Revision April 25, 2016 / Accepted April 27, 2016

© 2016 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.

※ 본 연구는 보건복지부 보건 의료 기술 진흥 사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(과제번호: HI15C0904).

CAD-CAM 시스템은 3가지 단계로 구성되어 있다. 1. 지대치 형성된 치아와 주변의 구조물들을 가상 모형 형태로 데이터를 수집 하는 단계, 2. 가상 모형 상에 가상 수복물을 디자인하고, 밀링 매개변수를 설정하는 단계, 3. 고형 블록을 디자인된 형태에 따라 밀링하는 단계로 구성되어 있다.^{4,5}

데이터 수집 단계와 가상 수복물 디자인은 CAD 단계, 고형 블록 밀링은 CAM 단계로, 1단계는 구강내 스캐닝(intra oral scanning)과 인상체 스캐닝(impression scanning), 모형 스캐닝(model scanning) 방식이 있으며, 세 방식 모두 기존의 방식에 비해 기공 단계를 줄임으로써 오차의 발생 가능성을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 2단계의 경우 최근 치과용 디지털 소프트웨어의 tool의 다양화와 직관적인 디자인 tool의 발전에 따라 치아의 빠르고 정확한 디자인이 가능해졌다.⁶ Cerec system의 등장과 함께 구강내 스캐닝과 밀링이 가능해졌으며, 컴퓨터를 이용한 디자인과 클리닉 내에서 밀링을 하게 됨에 따라 치과 기공소를 거치지 않는 당일 보철물 수복도 가능해졌다.⁶ 또한 임상가의 기공 과정에의 참여 또한 용이해지고 있다.⁷ 따라서 본 연구에서는 가상 수복물 디자인 단계에서 치과 기공사와 임상가의 CAD-CAM 디자인 소프트웨어를 이용한 보철물 디자인의 차이를 알아보고자 한다.

재료 및 방법

한 환자의 하악 우측 제1대구치를 금관 지대치 형성한 후 폴리이써(Impregum Penta, 3M ESPE AG, Seefeld, Germany)로 통상적인 방법으로 인상을 채득하였다. 초경석고(Moldastone CN, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany)를 이용하여 석고 모형을 만든 후 Trios intra-oral scanner (3shape, Copenhagen, Denmark)로 석고 모형과 대합치를 스캔 한 후 교합관계를 스캔 하였다. 동일한 가상 인상 모형상에 5년 이상의 CAD-CAM 디자인 경력을 가진 1명의 치과 기공사(Designer 0), 2년 이하의 경력을 가진 3명의 치과 기공사(Designer 1, 2, 3), 4명의 보철과 1년차 전공의(Designer 4, 5, 6, 7)가 3shape dental designer (3shape, Copenhagen, Denmark)를 이용하여 단일 금관을 디자인 하였다.

디자인 한 금관의 STL (stereolithography) 파일을 추출하였다. 3shape dental designer 상에서 각 금관 디자인의 M-D diameter (MD) 및 B-L diameter (BL), 치관의 높이(CH), inter-cuspal distance (CD)를 측정하였다 (Fig. 1).

Designer 0의 측정값을 기준으로 각 designer의 금관 측정치의 차이를 구하였다 (Table 1). 치과 기공사 3명의 그룹을 group DT, 보철과 전공의 1년차 그룹 4명을 group RT로 하여 각 측정값의 차이의 평균을 구하고 (Table 2), SPSS 통계 프로그램(version 10,

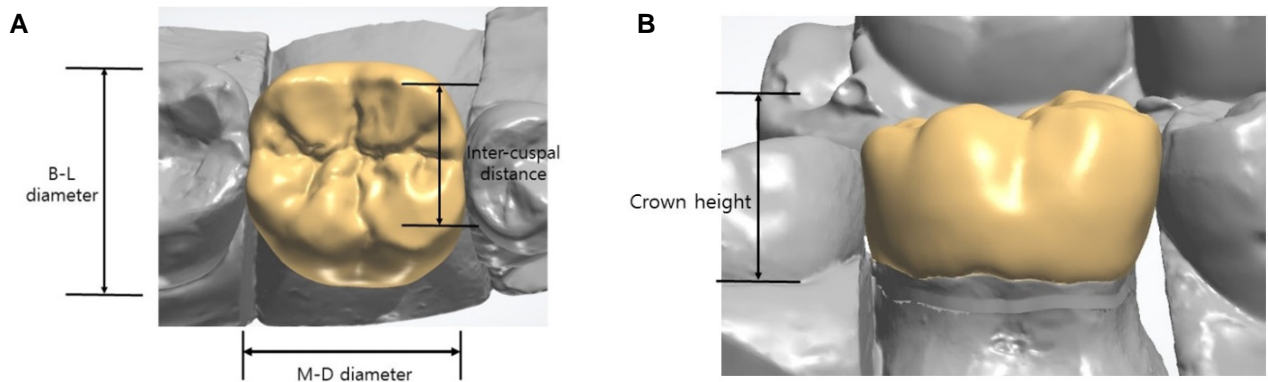


Fig. 1. M-D (mesio-distal) diameter, B-L (bucco-lingual) diameter, inter-cuspal distance was measured in occlusal view (A) and crown height was measured in buccal view (B) on 3shape dental designer.

Table 1. Difference in MD, BL, CH, CD among designer1-7 relative to designer 0 (mm)

	Designer 1	Designer 2	Designer 3	Designer 4	Designer 5	Designer 6	Designer 7
D0-MD	0.04	0.21	0.19	0.24	0.08	0.23	0.03
D0-BL	0.40	0.13	0.92	0.31	0.58	0.23	0.43
D0-CH	0.11	0.565	0.721	0.569	0.114	1.245	0.435
D0-CD	0.501	1.28	0.97	1.224	1.381	0.237	1.062

MD (mesio-distal diameter), BL (bucco-lingual diameter), CH (crown height), CD (inter-cuspal distance), D0 (designer 0's crown measurement value)

Table 2. Mean of difference between value from MD, BL, CH, CD of group DT and group RT and that of designer 0 (mm)

	Group DT	Group RT
D0MD-MD	0.147	0.145
D0BL-BL	0.483	0.388
D0CH-CH	0.465	0.591
D0CD-CD	0.917	0.976

Group DT (dental technician group), group RT (resident group), D0MD (mesio-distal diameter of designer 0's design), D0BL (bucco-lingual diameter of designer 0's design), D0CH (cusp height of designer 0's design), D0CD (inter-cuspal distance of designer 0's design)

SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 이용하여 그룹간의 정규성 및 등분산성을 검정 하였다. Shapiro-Wilk test 결과 group DT와 group RT 간에 MD, BL, CH, CD는 유의수준 0.05 하에 모두 정규분포 및 등분산을 이루었으며, 이에 student's t-test를 시행하였다.

결과

Designer 0을 기준으로 한 MD, BL, CH, CD의 차이는 Table 1과 같았다. 다른 결과들에 비해 D0-CD가 전반적으로 큰 경향을 보였다. Table 1의 수치를 group DT와 group RT로 나누어 평균값을

Table 3. P-value of difference between group DT and group RT and that of designer 0

	P-value
D0MD-MD	.9836
D0BL-BL	.6729
D0CH-CH	.7124
D0CD-CD	.8759

P value, using Student's t test.

*Significantly higher ratings

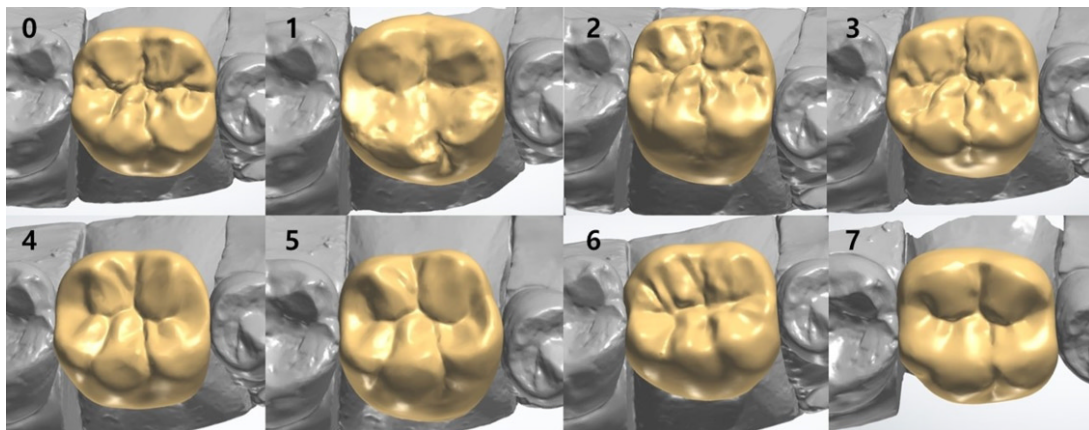
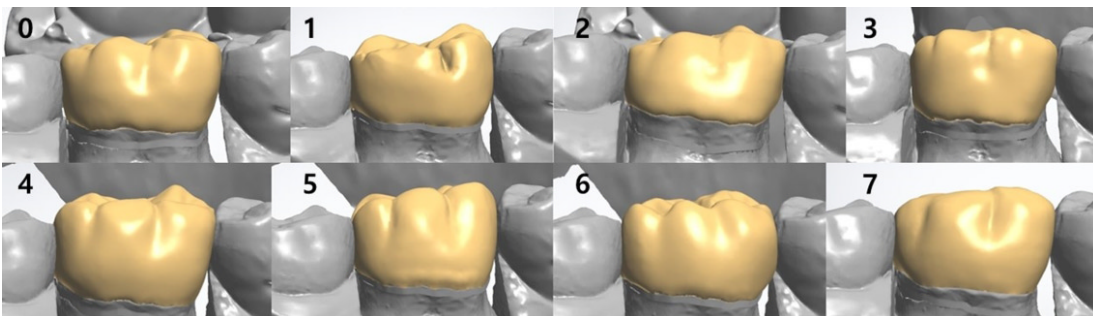
Group DT (dental technician group), group RT (resident group), D0MD (mesio-distal diameter of designer 0's design), D0BL (bucco-lingual diameter of designer 0's design), D0CH (cusp height of designer 0's design), D0CD (inter-cuspal distance of designer 0's design)

낸 결과 D0CD-CD가 다른 결과들이 비해 큰 경향을 보였다 (Table 2).

Student's t test 시행 결과 group DT와 group RT의 MD, BL, CH, CD는 모두 통계적으로 유의할만한 차이가 없었다 (Table 3).

디자인된 금관을 교합면에서 보았을 때 구의 깊이의 명확성이나 교두의 형태가 잇줄의 group DT가 밑줄의 group RT와 형태적으로 차이가 있다 (Fig. 2).

CH는 유의할만한 차이가 없으나 디자이너들간에 차이를 보이고 있다. 보철물의 변연 부위는 지대치형성된 경계면을 따라 비슷한 형태를 보이고 있다 (Fig. 3).

**Fig. 2.** Occlusal view of designed crown. 0, 1, 2, 3: Crown design of group DT. 4, 5, 6, 7: Crown design of group RT.**Fig. 3.** Buccal view of designed crown. 0, 1, 2, 3: Crown design of group DT. 4, 5, 6, 7: Crown design of group RT.

고찰

CAD-CAM을 이용한 보철물의 디자인과 치과 기공사가 통상적인 wax up 방식으로 제작한 보철물을 비교한 최근의 연구에 따르면 CAD-CAM을 이용한 보철물이 자연치의 외형을 재현하는데 있어 더 용이한 것으로 알려져 있다.⁸ 현재 laboratory scanning과 porcelain firing을 이용한 보철물 제작 과정은 매우 정확하고 재생 가능하며, long span & short span 고정성 보철물에서 임상적으로 적합한 결과를 보여준다.⁹ 디자인 tool은 직관적이고 다루기 쉽게 제작되어 통상적 방법인 wax up and dental casting으로 제작한 보철물과 비교했을 때 치과 기공사와 임상가의 결과물의 차이가 적어지고 있다.

본 실험의 결과로 미루어 볼 때 금관의 근원심 크기나 금관의 높이와 같이 제한된 공간 내에서 디자인 해야 하는 요소들은 큰 차이가 없고, 크기가 제한되지 않는 협설 크기 또한 큰 차이가 없다. 이는 디자인 소프트웨어의 디자인 초기 단계에서 자동으로 형성하는 형태에 의한 것으로 보인다. 교합면의 형태, 교두의 높이와 구의 깊이 등 보철물의 이용 편의성에 큰 영향을 주지만 수치화하기 어려운 요소들은 술자의 교합에 대한 개념에 따라 차이가 있다. CAD 시스템은 library에 저장된 치아의 형태를 이용하거나 자동화된 디자인으로 숙련자와 비숙련자간에 큰 차이 없이 빠른 시간 내에 이상적인 결과물을 얻어내기 위한 목적으로 만들어졌고, 비슷한 결과물을 기대할 수 있으나, 개인별로 차이가 여전히 존재하는 것을 볼 수 있다.

하지만 CAD 시스템은 소프트웨어를 다루는 숙련도가 높아진다면 디자이너가 가지고 있는 교합에 대한 개념이나 저작 효율 개선을 위한 디자인을 구현하기가 훨씬 용이하다. 통상적인 wax up의 경우 숙련도가 결과물이나 시간을 결정하기 때문에 wax up에 익숙하지 않은 임상가는 교합에 대한 지식을 구현하기가 어렵다. 현재 개발된 CAD 소프트웨어 들은 제조사에 따라 제공하는 library와 tool에 차이가 있기 때문에 제품에 따른 학습 곡선이 존재한다. 하지만 design tool 간에 호환이 가능해지고 비슷한 기능을 제공 한다면 교합에 대한 치과의사의 철학을 구현하기가 용이해짐에 따라 통상적인 wax up 기법에 비해 기능적, 심미적으로 만족스러운 보철물을 제작 할 수 있을 것이다.

결론

CAD-CAM을 이용한 단일 금관의 디자인 크기는, 치과의사와 치과 기공사간에 큰 차이가 없지만, 형태는 디자이너들간에 차이를 보인다.

ORCID

TaeHyeon Kim <http://orcid.org/0000-0002-7177-9483>

Young-Bum Park <http://orcid.org/0000-0003-4177-1947>

References

1. Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. J Am Dent Assoc 2006;137:7S-13S.
2. Ellerbrock C, Kordass B. Comparison of computer generated occlusal surfaces with functionally waxed-on surfaces. Int J Comput Dent 2011;14:23-31.
3. Atta MO, Smith BG, Brown D. A comparison of chairside and laboratory etching techniques for cast metal bridge retainers. Restorative Dent 1987;3:11-2.
4. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. J Prosthodont 2015;24:313-21.
5. van Noort R. The future of dental devices is digital. Dent Mater 2012;28:3-12.
6. Stein JM. Case report: the single-visit chairside CAD/CAM restoration. J Mass Dent Soc 2014;63:52-3.
7. Kollmuss M, Jakob FM, Kirchner HG, Ilie N, Hickel R, Huth KC. Comparison of biogenetically reconstructed and waxed-up complete occlusal surfaces with respect to the original tooth morphology. Clin Oral Investig 2013;17:851-7.
8. Litzenburger AP, Hickel R, Richter MJ, Mehl AC, Probst FA. Fully automatic CAD design of the occlusal morphology of partial crowns compared to dental technicians' design. Clin Oral Investig 2013;17:491-6.
9. Katsoulis J, Müller P, Mericske-Stern R, Blatz MB. CAD/CAM fabrication accuracy of long- vs. short-span implant-supported FDPs. Clin Oral Implants Res 2015;26:245-9.

CAD-CAM을 이용하여 디자인한 금관의 치과 직업군에 따른 형태 비교

김태현¹ · 김종은¹ · 이아름^{1,2} · 박영범^{1,2*}

¹연세대학교 치과대학 치과보철학교실

²연세대학교 치과대학 구강과학연구소, BK21 플러스 통합구강생명과학사업

목적: 최근 치과 영역에서 CAD-CAM (computer aided design-computer aided manufacturer) 시스템의 이용과 디자인 소프트웨어가 늘어남에 따라 쉽고 빠른 수복물의 디자인이 가능해졌다. 과거에는 치과 기공사의 wax up 기술의 숙련도에 따라 금관의 외형이 결정 되었으나, CAD-CAM 시스템에서는 디자인 소프트웨어에 대한 숙련도가 더 중요한 요인이 되어가고 있다. 이에 치과 기공사와 치과의사간의 결과물의 차이를 알아보고자 한다.

재료 및 방법: 대합치와 인접치가 양호한 환자의 하악 우측 제1대구치를 금관 지대치 형성 한 후 polyether로 인상채득 하였다. 인상재에 초경석고를 이용하여 모형을 제작 하였으며, Trios 구강내 스캐너를 이용하여 STL (stereolithography) 파일을 추출하였다. 3shape dental designer 상에서 5년 이상 경력의 치과 기공사 1명, 2년 이하 경력의 치과 기공사 3명, 4명의 보철과 1년차 전공의가 동일한 STL 파일을 이용하여 금관을 디자인 하였다. CAD-CAM 시스템 경력이 가장 오래된 기공사의 디자인을 기준으로 하여 치과 기공사 그룹 3명(group DT)과 1년차 전공의 그룹 4명(group RT)의 금관 외형을 비교하였다. 디자인된 금관의 근원심폭, 협설폭, 높이, 교두간 거리, 대합치와의 접촉점의 수를 측정, 비교 하였다. 독립표본 t검정을 시행하여 그룹간의 차이를 비교하였고, 대합치와의 접촉점의 수는 Wilcoxon signed-rank test 를 이용하였다.

결과: 정규성 검정 결과 근원심폭, 협설폭, 높이, 교두간 거리는 정규분포를 보였다. Group DT와 group RT의 금관 디자인상에서 근원심폭, 협설폭, 높이, 교두간 거리에서 통계적으로 유의할만한 차이가 없었다. 대합치와의 접촉점 수는 정규분포를 보이지 않았으며, wilcoxon signed-rank test 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

결론: 금관의 외형의 크기에 있어서는 group DT와 group RT 사이에 통계학적으로 유의할만한 차이가 없었지만 수치화하기 어려운 금관의 해부학적 형태나 주변 치아와의 형태적 유사성 등은 차이가 있었다. 디자인 소프트웨어에 대한 숙련도가 높아진다면 각 술자가 가지고 있는 교합에 대한 개념을 더 구현하기 쉬울 것이다. (대한치과보철학회지 2016;54:234-8)

주요단어: 캐드캠; 디자인 소프트웨어; 숙련도

*교신저자: 박영범

03722 서울 서대문구 연세로 50 연세대학교 치과대학 치과보철학교실

02 2228 3164: e-mail, drybpark@yuhs.ac

원고접수일: 2015년 12월 14일 / 원고최종수정일: 2016년 4월 25일 / 원고채택일:

2016년 4월 27일

© 2016 대한치과보철학회

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

※ 본 연구는 보건복지부 보건 의료 기술 진흥 사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(과제번호: HI15C0904).