

치과용 캐드캠 시스템으로 제작된 고정성 보철물의 품질 분석

김 원 수, 한 만 소, 정 재 관, 김 기 백
대전보건대학교 치기공과

Analysis of quality for fixed prostheses fabricated by dental CAD-CAM system

Won-Soo Kim, Man-So Han, Jae-Kwan Jung, Ki-Baek Kim
Department of Dental Laboratory Technology, Daejeon Health College

[Abstract]

Purpose: The purpose of this study was analysis of quality of fixed prostheses fabricated by dental CAD/CAM system.

Methods: The ten same cases of stone models were manufactured by dental scannable model, and stone models were scanned using the dental scanner for changing digital model. Ten digital models were completed. The design of zirconia core for zirconia based all-ceramic crown was conducted by the dental CAD program. The samples were fabricated using the pre-sintered zirconia block by dental milling machine. Marginal gaps were analyzed using by silicone replica technique at the eight parts for quality analysis of samples. One-way ANOVA was used for statistical analysis($\alpha=0.05$).

Results: The mean for marginal gaps were 93.2-99.1 μm at the eight parts. One-way ANOVA didn't show significant differences($p=0.089$).

Conclusion: The fixed dental prostheses fabricated by dental CAD/CAM were within clinically acceptable range.

○Key words : Dental CAD-CAM, Marginal gap, Quality analysis, Zirconia core

교신저자	성명	김 기 백	전화	042-670-9180	E-mail	kimkb@korea.ac.kr	
	주소	대전광역시 동구 충정로 21					
접수일	2014. 8. 8		수정일	2014. 9. 15		확정일	2014. 9. 23

I. 서 론

최근 치과용 캐드캠 시스템의 보급이 증가하면서 고정성 보철물의 제작 방법이 변화되고 있다. 고정성 보철물이라 함은 인레이, 크라운, 브릿지, 금속도재관 등을 일컫는데, 이들 보철물들의 제작을 위한 재료로서 그동안은 치과용 합금이 주로 이용되었다. 합금을 이용하여 보철물을 제작할 경우 정밀주조법의 일종인 lost wax technique이 이용되었는데(Anusavice, 2003), 이 방법은 정밀하긴 하지만, 제작 과정이 다소 복잡하다. 또한 제작과정이 완전한 수작업으로 이루어지며, 술자의 숙련도에 따라 보철물의 완성도가 좌우되며, 금속으로 제작된 보철물의 경우 심미적이지 못한 단점까지 내포하고 있다.

소비자들의 심미에 대한 불만족 해소, 치과진료의 편의성 추구, 보철물의 표준화와 대량 생산화 등을 목적으로 치과용 캐드캠 시스템이 개발되고, 보급된 이후 고정성 보철물 또한 많은 변화를 겪고 있다. 고정성 보철물의 주재료였던 합금이 보다 심미적인 재료인 지르코니아로 대체가 되고 있다. 또한 제작과정도 조각부터 매몰, 소환 그리고 주조까지 모두 수작업으로 이루어졌던 종전의 방법과는 달리 치과용 캐드캠 시스템을 이용하면 단순히 컴퓨터에 의존한 자동화 제작이 가능해졌다(Thinschert J et al, 2001; Miyazaki T et al, 2009). 이는 앞서 설명한 전통적인 고정성 보철물의 제작 방식의 단점들을 보완하여 주었다. 노동집약적이었던 종전의 제작방식의 문제점을 개선하여 주었으며, 술자의 숙련도에 의존하였던 경험 의존적인 문제점 또한 개선하여 주었다. 치과용 캐드캠 시스템의 경우 컴퓨터를 이용하여 정해진 경로를 따라 순차적으로 보철물을 설계하고, 가공하면 보철물이 완성되는 만큼 술자의 숙련도에 종전의 방식만큼 의존하지 않아도 된다(Christensen 2009; Rekow 1993). 치과 주조용 합금을 이용하여 제작된 고정성 보철물들이 환자들에게 하여금 심미적으로 불만족스럽거나 금속 알리지 반응 등의 문제점들을 야기하였다면 치과용 캐드캠 시스템을 이용한 고정성 보철물의 경우 지르코니아를 이용하므로, 이런 문제점들을 개선시켜 주었다.

많은 장점을 갖고 있는 장비인 만큼 최근 치과보철학 관련 업계에서는 치과용 캐드캠 시스템에 대한 관심이 매우

높다. 그러나 이들 장비로 제작된 보철물이 실제 임상에 사용될 수 있을 정도의 품질인지 조사하는 연구는 많이 부족한 실정이다. 본 연구에서는 치과용 캐드캠시스템을 이용하여 제작한 전부도재관의 지르코니아 코어의 변연간격에 대한 품질을 분석하였다.

II. 연구 방법

치과용 캐드캠 시스템을 이용한 고정성 보철물을 제작하고자 상악 우측 중절치를 지대치로 채택하였다(frasaco GmbH, Tettngang, Germany). 고정성 보철물 제작을 위한 지대치로 설계는 컴퓨터 프로그램을 이용하였다. 지대치 제작을 위하여 삭제 전 완전한 치아 모형을 치과용 스캐너를 이용하여 디지털 모형으로 변환하였다(Sensable, Wilmington, NC USA). 변환이 완료된 디지털 모형을 컴퓨터 프로그램을 이용하여 지대치로 설계하였다. 변연부의 형태는 Chamfer 형태로 하였으며, 삭제량은 1.2mm의 깊이로 프로그램 상에서 삭제하였다. 인접면 축벽의 각도를 나타내는 TOC(total occlusal convergence)로 6°를 부여하였다. 지대치의 설계가 컴퓨터 프로그램 상에서 완료된 후 완료된 정보를 토대로 티타늄 블록을 가공하였다. 가공이 끝난 티타늄 주모형은 <Fig. 1>과 같다.

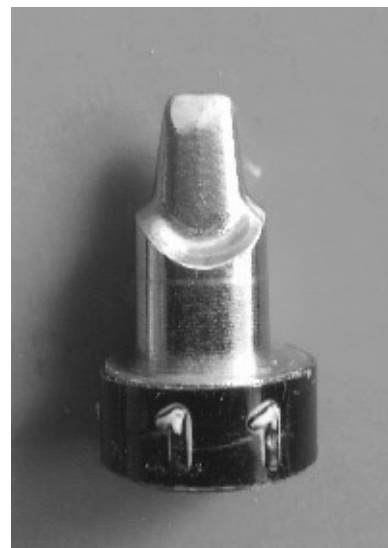


Fig. 1. The titanium master model

주모형으로 치과용 실리콘(Deguform, DeguDent GmbH, Hanau-wolfgang, Germany)을 이용하여 몰드를 10개 제작하였다. 제작이 완료된 10개의 몰드에 치과용 스캐너 전용 경석고(Everest®Rock, KaVo Dental GmbH, Biberach/Ri β, Germany)를 제조사에서 권장하는 혼수비에 준수하여 혼합한 후 몰드에 붓는 형식으로 석고 모형 10개를 제작하였다. 각각의 석고 모형을 디지털 모형으로 변환하기 위하여 치과용 스캐너(EzScan, Vatech, Hwaseong, Korea)로 스캔 작업을 수행하였다.

스캔 작업 후, 제작이 끝난 디지털 모형은 치과용 캐드 프로그램(Adres, Vatech, Hwaseong, Korea)을 이용하여 전부도재관 제작을 위한 지르코니아 코어 형태로 설계를 하였다. 설계 후 저장된 정보를 기반으로 치과용 가공 장비(SoftMill, Vatech, Hwaseong, Korea)를 이용하여 지르코니아 코어 10개를 제작하였다. 지르코니아 코어는 반 소결 지르코니아 블록(ZirCode, Vatech, Hwaseong, Korea)을 가공한 후 제작사 권장사항에 맞게 최종 소결을 거쳐 실험에 사용될 지르코니아 보철물을 완성하였다.

제작이 완료된 지르코니아 코어의 품질을 평가하고자 변연 간격을 분석하였다(Fig. 2). 변연 간격의 측정은 Fig. 3과 같이 한 시편 당 총 8군데의 변연간격을 측정하였으며, 측정 방법은 실리콘 복제 기술을 이용하였다. 이 방법에 의하면 연질 실리콘을 이용하여 시편과 모형 사이의 거리를 복제한 실리콘 복제본을 제작한 후 실리콘 복제본의 두께를 측정함으로써 변연 간격을 측정하는 방법이다.

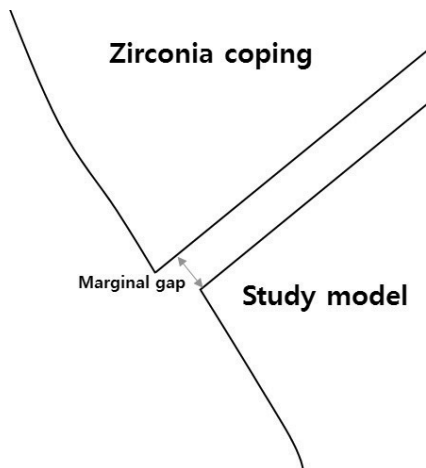


Fig. 2. Schematic illustration for the definition of marginal gap

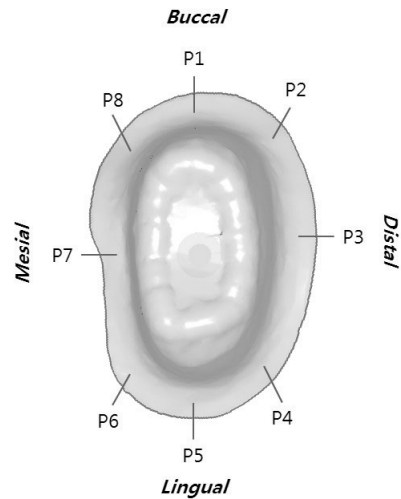


Fig. 3. Eight measurement parts

실리콘 복제본 제작을 위하여 각각의 시편 내면에 연질 실리콘(Aquasil Ultra XLV, Densply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany)을 채운 후 치아 장축 방향으로 하중을 가하였다. 연질 실리콘의 경화가 끝난 후 시편만 제거하였다. 연질 실리콘은 시편 위에 위치해놓은 상태에서 경질 실리콘(Aquasil Ultra Monophase, Densply DeTrey GmbH)을 연질 실리콘 위에 덮는 형식으로 연질 실리콘을 보강해주었다. 이 작업의 이유는 시편과 모형의 간격이 복제된 연질 실리콘의 경우 두께가 매우 얇으므로 측정에 다소 무리가 있다. 때문에 경질 실리콘을 이용하여 보강을 하게 되면 측정에 매우 편리하다. 경질 실리콘

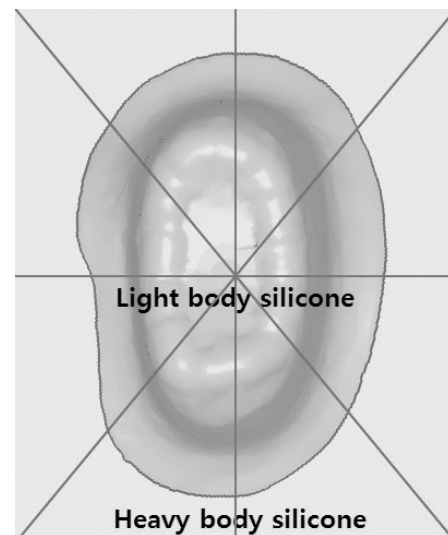


Fig. 4. Slices of silicone replica(occlusal view, red line: cutting direction)

까지 최종 경화가 끝난 후 완성된 실리콘 복제본을 근원심 방향, 협설 방향으로 절단하여 4등분 한 뒤 4조각이 된 실리콘 복제본을 다시 2등분하는 형식으로 총 8조각을 완성하였다(Fig. 4). 절단한 부위는 (Fig. 4)와 같으며, 붉은색 직선이 절단 방향이다. 절단된 8개의 단면은 디지털 전자 현미경(KH-7000, HIROX, Hackensack, NJ, USA)을 이용하여 160배율로 확대한 후 연질 실리콘의 두께를 측정하는 방식으로 변연 간격을 측정하였다(Fig. 5).

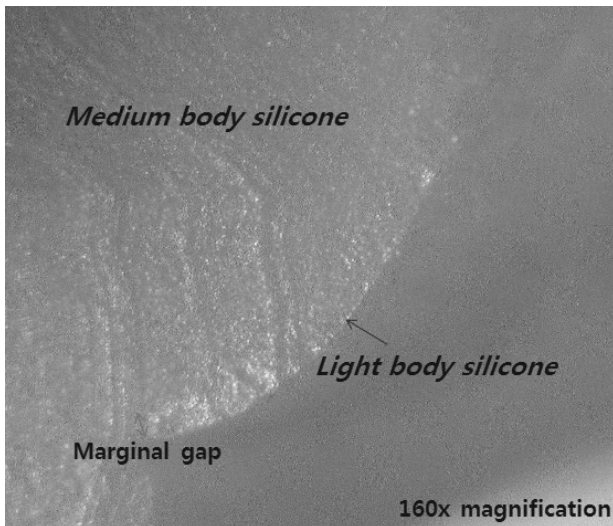


Fig. 5. Scanning electron micrographs of marginal gap

측정된 변연 간격은 평균과 표준편차로 산출되었고, 측정된 8군데에서의 각각의 변연 간격은 통계적으로 유의한지 알아보기 위하여 일원분산분석을 이용하여 분석하였다(제1종 오류수준= 0.05) 모든 통계분석은 IBM SPSS statistics 20 프로그램을 이용하였다.

III. 결 과

지르코니아 코어에서 측정된 8군데의 변연 간격의 평균(표준편차)은 (Fig. 5)와 같다. P1은 95.5(29.5) μm , P2 93.2(18.4) μm , P3 96.9(31.3) μm , P4 99.1(27.2) μm , P5 98.9(19.1) μm , P6 94.8(27.9) μm , P7 97.3(23.4) μm 이었고, 끝으로 P8은 94.8(22.6) μm 이었다. 8부위에서 측정된 변연 간격들은 통계적으로 유의한지 알아보기 위하여 실시한 일원분산 분석결과에서는 서로 유의하지 않은 것으

로 조사되었다(P=0.089).

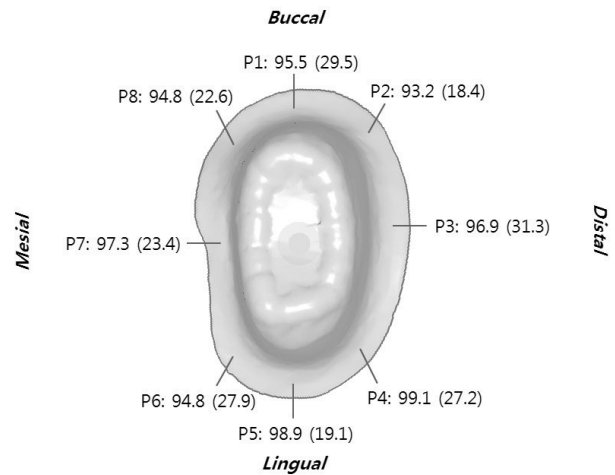


Fig. 6. Mean (SDs) of marginal gaps of zirconia cores at eight parts (unit: μm), (n=10)

IV. 고 찰

치과용 캐드캠 시스템을 이용하여 제작된 고정성 보철물의 품질을 분석해보고자 본 연구에서는 고정성 보철물 중에 하나인 지르코니아 코어를 제작하였다. 고정성 보철물의 품질을 결정하는 요소에는 여러 가지가 있겠으나 그 중 가장 중요한 하나는 변연 간격이다(Bindl and Mormann, 2005; Coli and Karlsson 2004). 때문에 본 연구에서는 지르코니아 코어의 변연 간격을 분석하여 봄으로써 치과용 캐드캠 시스템으로 제작된 고정성 보철물의 품질을 분석하여 보았다. 그 결과 McLean과 von Fraunhofer가 제시한 변연 간격의 임상적 허용 한계치 내에 존재하는 것으로 조사된 점을 근거로 치과용 캐드캠 시스템으로 제작된 지르코니아 코어의 경우 변연 간격의 품질이 우수한 것으로 조사되었다.

본 연구에서는 신뢰성 높은 변연 간격을 조사하고자 다양한 부위 총8부위에서 변연 간격을 조사하였는데, 93.2~99.1 μm 로 임상적으로 문제가 되지 않음을 알 수 있었다. 고정성 보철물의 변연 간격이 클 경우 음식물의 잔해 및 플라그의 침착하기 쉬운 환경이 되어 그만큼 보철물의 수명이 짧아진다. 반면 변연 간격이 작을 경우 이와 반대로 보철물의 수명이 제 수명을 유지할 수 있는 환경

이 되어 예후가 만족스럽다. 이에 대한 연구로서 선행연구에서는 120 μ m를 임상적 허용 수치로 제시하였다 (McLean JW and von Fraunhofer JA, 1971). 구강 내 시적되는 고정성 보철물이라면 적어도 120 μ m 미만의 변연 간격을 갖고 있어야 보철물이 제 기능을 한다고 보고하였다. 이와 같은 선행 연구 결과에 본 연구 결과를 비추어 볼 때 치과용 캐드캠 시스템으로 제작된 고정성 보철물은 임상적으로 허용이 가능한 범위 내의 변연 간격을 갖고 있는 것으로 조사되었다.

본 연구에서는 변연 간격 측정 방법으로 실리콘 복제 기술을 이용하였는데, 이 방법의 경우 시편과 모형이 파괴되지 않는 비파괴적 방법이다. 시편과 모형이 파괴되지 않는 큰 장점이 있으나 실리콘을 이용하여 보철물과 시편의 간격을 복제한 뒤 실리콘의 두께를 측정하게 되는 만큼 실리콘의 수축 등에 의해 측정 값이 영향을 받을 수 있는 단점이 있다. 또한 실리콘을 절단하므로 다양한 부위에서의 측정이 불가능하다. 그러나 이방법의 높은 정확도와 신뢰도는 이미 검증된 만큼 많은 선행 연구에서 변연 간격 평가 방법으로 널리 사용되고 있다(Kim et al, 2012; Kim et al, 2012).

비록 본 연구에서 조사된 변연 간격을 근거로 치과용 캐드캠 시스템으로 제작된 고정성 보철물의 품질이 우수한 것으로 조사되었으나, 다양한 부분에서의 분석이 계속되어야 할 것으로 사료된다. 본 연구의 제한점은 하나의 증례의 모형을 대상으로 측정하였다는 점이다. 후속으로 진행될 연구에서는 다양한 증례의 모형을 대상으로 변연 간격 및 내면 간격 또한 분석하는 연구가 진행되어 치과용 캐드캠 시스템으로 제작된 고정성 보철물의 품질 분석을 보다 정밀하게 하여야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 치과용 캐드캠 시스템으로 제작된 고정성 보철물의 품질을 분석하여 보고자 하였다. 그리하여 치과용 캐드캠 시스템의 대표적 고정성 보철물인 전부도 재관 제작을 위한 지르코니아 코어를 제작하고, 고정성 보철물의 가장 중요한 품질 중 하나인 변연 간격을 조사

하여 봄으로써 품질을 분석하여 보았다.

그 결과 측정된 변연 간격 모두에서 선행 연구에서 임상적 허용 수치로 제시된 값을 넘어서는 값이 없었으며, 이런 결과로 미루어 보았을 때 치과용 캐드캠 시스템으로 제작된 고정성 보철물의 품질이 우수한 것으로 사료된다. 그러나 변연 간격만을 가지고, 품질을 평가하기에는 다소 무리가 있으므로 추후에 진행될 연구에서는 보다 다양한 요인을 분석하여야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Anusavice KJ. Phillips science of dental materials. 11th ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 621-654, 2003.
- Bindl A, Mormann WH. Marginal and internal fit of allceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. J Oral Rehabil, 32, 441-447, 2005.
- Christensen GJ. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. J Am Dent Assoc, 140, 1301-1304, 2009.
- Coli P, Karlsson S. Precision of a CAD/CAM technique for the production of zirconium dioxide copings. Int J Prosthodont, 17, 577-580, 2004.
- Kim KB, Kim JH, Kim WC, Kim HY, Kim JH. Marginal fit evaluation of 3 unit fixed dental prostheses fabricated by rapid prototyping method. J Kor Aca Den Tec, 34, 105-111, 2012.
- Kim KB, Kim JH, Kim WC, Kim Jh. evaluation of 3 unit fixed dental prostheses fabricated by rapid prototyping method, J Kor Aca Den Tec, 34, 353-359, 2012.
- McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo

technique. *Br Dent J*, 131, 107-111, 1971.

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*, 28, 44-56, 2009.

Rekow ED. High-technology innovations and limitations for restorative dentistry. *Dent Clin North Am*, 37, 513-524, 1993.

Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Spikermann H, Anusavice KJ. Marginal fit of alumina- and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system. *Oper Dent*, 26, 367-374, 2001.