

CEREC[®] system에서 사용하는 세라믹 소재로 가공된 CAD/CAM 전부도재관의 변연간격 비교분석

김재홍, 김기백*, 김사학

경동대학교 치기공학과, 고려대학교 보건과학연구소*

Comparison of marginal gap of monolithic CAD/CAM-generated crowns according to the ceramic materials for CEREC[®] system

Jae-Hong Kim, Ki-Baek Kim*, Sa-Hak Kim

Department of Dental Technology, School of Medical and Public Health, Kyungdong University
Institute of Health Science, College of Public Health Science, Korea University*

[Abstract]

Purpose: The purpose of this study is to evaluate the marginal gap of all-ceramic crowns fabricated by CEREC[®] in-office CAD/CAM system.

Methods: The mandibular first molar was selected as the abutment for the experiments. Thirty working models were prepared. VITA Mark II (VM) and VITA Enamic(VE), LAVA Ultimate(LU) blocks were milled using CEREC MCXL with CEREC 3D system to construct 10 crowns for each groups. To measure marginal gap, milled restorations were examined under digital microscope with scale under 160x magnifications. The results were statistically analyzed using the one-way ANOVA and Tukey's HSD test($\alpha=0.05$).

Results: There was no significant difference in the marginal gap regarding to ceramic materials($p>0.05$).

Conclusion: Single crowns fabricated using CEREC in-office CAD/CAM system provided clinically acceptable marginal gap. This confirmed that the type of ceramic material used does not determine the precision of fit of a prosthesis.

◉Key words : All-ceramic, CEREC, in-office CAD/CAM, Marginal gap

| | | | | | | | |
|------|------------|--|-----|--------------|--------|-------------------|------------|
| 교신저자 | 성명 | 김 사 학 | 전화 | 033-738-1634 | E-mail | dksh@kduniv.ac.kr | |
| | 주소 | 강원도 원주시 문막읍 견훤로 815 경동대학교 메디컬캠퍼스 치기공학과 | | | | | |
| 접수일 | 2016. 5. 3 | | 수정일 | 2016. 8. 22 | | 확정일 | 2016. 9. 9 |

I. 서 론

최근에 고정성 보철물 제작 기술의 발달로 기존의 lost wax casting technique과 더불어 자동화 시스템을 이용하여 제작하는 기술이 소개되었다. 그 중에서 가장 대표적인 기술이 computer aided design / computer-aided manufacturing(CAD/CAM) system을 이용한 방법이다. 이 system은 약 20년 전부터 치과용 제작기술로 소개되어 최근까지도 널리 사용되고 있다(Tinschert et al, 2004; Beuer et al, 2008). 이와 더불어 CAD/CAM system으로 가공할 수 있는 세라믹 재료 또한 눈부시게 발전하고 있으며, 임상의 적용에 있어 그 사용범위가 더욱 넓어지고 있는데 1990년대 이전부터 사용되어오던 leucite reinforced glass 세라믹인 IPS Empress® (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)와 compressed felspathic 도재인 VITA MK II (Vita Zahnfabrik, Germany) 등의 제품은 2000년대 초반까지 주종을 이루었지만 150 MPa 정도의 낮은 굴곡강도, 많은 치질 삭제 요구량, 높은 접착강도의 레진시멘트의 사용이 요구되는 단점들이 대두되면서 물성의 보완이 요구되었다. 이러한 단점을 보완하기 위해 glass 세라믹 기질에 lithium disilicate 필러를 넣어 강도를 보강시킨 IPS e. max (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)는 360 MPa 정도로 강도가 높아져 사용의 범위가 넓어지면서 CAD/CAM시장의 급성장으로 연결 되는 결과를 낳았다(Giordano, 2006; Fasbinder, 2012).

CAD/CAM system은 3D 스캐너로 인상을 채득하여 컴퓨터 프로그램으로 블록형태의 재료를 절삭하여 보철물을 제작하는 방법으로 정밀성과 시간효율성이 뛰어난 새로운 보철제작 방법이다. 현대인들은 기존의 금합금보다 심미성과 경제적인 세라믹 수복물을 더 선호하는 경향이 있지만 세라믹의 경우 파절 및 치아 삭제량이 문제가 되어 왔으며, 이를 보강하기 블록을 절삭하여 제작하기 위한 다양한 재료들이 개발되었다(Conrad et al, 2007; Christensen, 2009). 최근에는 두 가지 이상의 치과용 소재를 토대로 각각의 소재가 가진 유리한 물성을 이용하여 나노 사이즈 입자의 크기로 합성된 소재가 임상에서 활용되고 있다. 대표적으로 Glass ceramic이 가지는 높

은 심미성과 빛 투과성, 높은 착색저항성, 치면 세균막 침착 저항성과 composite resin의 높은 굴곡강도, 높은 미세부 재현성과 가공성(machinability)을 바탕으로 융합된 나노입자 합성소재(nano-hybrid material)가 개발되었는데 각각의 장점을 이용하여 치과 진료 목적에 부합하는 치과 보철물을 제작하고 있다(Ruse and Sadoun, 2014). 열-가압법으로 제작된 e.max Press 완전도재관의 변연적합도는 46~68 μ m 정도라고 알려져 있고(Yeo et al, 2003), CEREC 3D 를 이용한 e.max CAD 완전도재관의 변연적합도는 평균 100 μ m 이내로 임상적으로 사용 가능하다고 알려져 있다(Reich, 2011).

최근 들어 삶의 질에 대한 관심이 증가하면서 치과에서도 심미 보철에 대한 요구가 증가하게 되었고 치과용 세라믹은 이제 일반적인 보철 치료의 하나가 되었다. 하지만 실제 임상현장에서 세라믹 소재를 선택할 때 도움이 될 수 있는 실질적인 연구들은 많이 부족한 상황이다. 특히 최근에 개발된 나노입자 합성소재를 통하여 치과 보철물 제작 시 반드시 감안해야 할 가공성에 대한 평가 연구는 거의 없다.

그리하여 본 연구의 목적은 치과 보철용 재료로 사용할 수 있는 다양한 세라믹 나노입자 합성소재를 활용하여 전부도재관 제작한 후, 이들 소재 간에 변연 적합도에 차이가 있는지 알아보고자 하는 것이다. 또한 변연 적합도의 수치를 비교 평가하여 치과 진료실에서 환자에게 적용하는데 있어 임상적으로 허용이 가능한지 가능해보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 실험 재료

1) 주 모형 및 복제모형 제작

Dentiform(AG-3; Frasco GmbH, Germany)의 하악 제1대구치는 3차원 모형 스캐너(D-800; 3Shape A/S, Denmark)를 사용하여 스캔 되었다. 가상 하악 제1대구치는 full-coverage crown을 위해서 교합면과 측면부는 각각 2.0mm, 1.0mm, 변연부는 1.2mm, 360° chamfer finish line, 측면 경사도는 5°를 부여하여 삭제하였다. 날카로운 모서리가 생기지 않도록 모두 곡면으로

작업하였다(Fig. 1).

주모형은 지대치의 데이터를 바탕으로 CNC machine 을 사용하여, 스테인리스 스틸로 완성하였고, 30개의 주 모형으로부터 vinyl-polysiloxane(Degufom® Plus, Degu Dent GmbH, Germany) 인상을 채득하였다. 석고 복제 모형은 Fujirock EP®(GC Europe N.V, Belgium)

를 사용하였으며, 혼합 절차는 각 제조사의 지시사항에 따라 진행하였다. 총 30개(그룹당 10개)의 복제 모형이 제작되었으며, 제작된 복제 모형은 22±2℃의 온도와 45±5% 습도로 항온항습이 유지되는 곳에서 24시간 보관하였다.

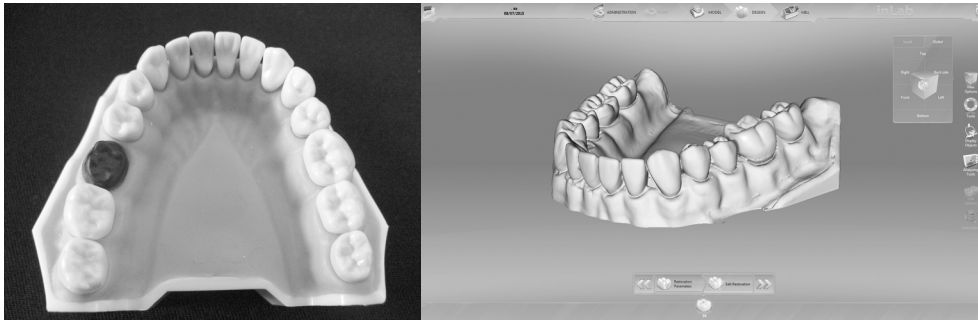


Fig. 1. Master cast

2) CEREC® System을 이용한 전부도재관 제작 모형 스캐너(CEREC® inLab EOS X5, Sirona Dental system GmbH, Germany)를 이용하여 복제모형의 지대치와 인접치의 광학인상을 채득한 후, CEREC® 3D system을 이용하여 수복물의 형태를 설계하고 조정하였

다. 최종 디자인한 데이터를 milling unit인 CEREC MCXL(CEREC® inLab EOS X5, Sirona Dental system GmbH, Germany)로 전송하여 VITA Mark II, VITA Enamic, LAVA Ultimate를 사용하여 crown을 제작하였다(Table 1)(Fig. 2).

Table 1. Materials used in this study

| Group | Brand name | Composition | Manufacturer |
|-------|---------------|------------------------------------|--------------------------|
| VM | VITA Mark II | Feldspathic | VITA Zahnfabrik, Germany |
| VE | VITA Enamic | Fine ceramic network(86wt%) -PMMA | VITA Zahnfabrik, Germany |
| LU | LAVA Ultimate | Nanoparticle cluster(80wt%)- resin | 3M ESPE, USA |

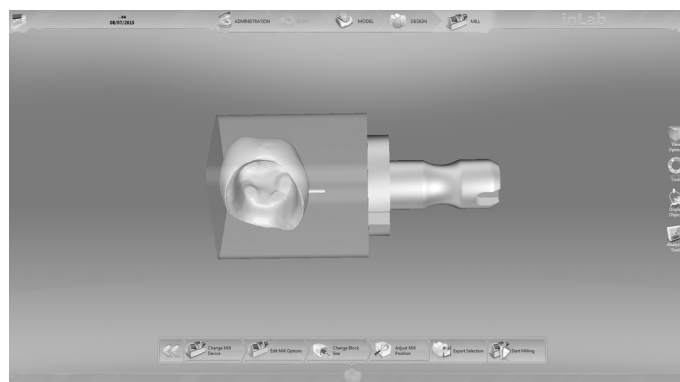


Fig. 2. Adjust mill position

2. 실험 방법

1) 변연 간격의 정의

변연 간격을 측정하기 위하여 측정단면을 협측, 설측, 근심측, 원심측 총 4부위로 구분하여 협-설, 근-원심측 각각 5 포인트를 측정하여 시편 당 20포인트가 되도록 하였다(Fig. 3). 변연 간격은 Holmes 등(1989)의 연구기준에 따라 모든 측정부위는 지대치 모형으로부터 시편까지 수직적인 거리로 변연 간격을 정의하여 측정하였다.

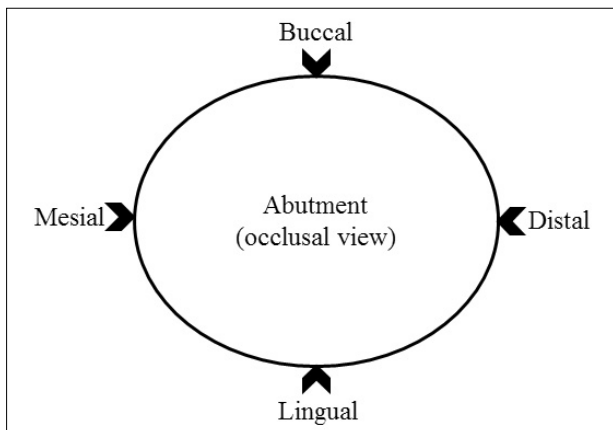


Fig. 3. Occlusal view of abutment (Arrow point: measurement part)

2) 실리кон 복제본 제작 및 변연간격 측정

측정 방법에는 실리кон 복제 기술을 사용하였으며, 이 방법은 치과 보철물 내면과 치아와의 공간을 실리кон을 이용하여 복제한 후 실리кон의 두께를 측정하는 방법으로 높은 신뢰도와 정확도는 선행 연구를 통해 이미 검증되었다(Kim et al, 2013). 가공된 보철물 내면에 연질 실리кон(Aquasil Ultra XLV, Dentsply DeTrey GmbH, Germany)을 채운 뒤, 실리кон이 경화될 때까지 치아 장축의 방향으로 힘을 가한 후, 보철물만을 제거하면 연질 실리кон은 지대치 위에 위치하게 된다. 연질 실리кон만으로는 형태 유지가 어렵기 때문에 경질 실리кон(Aquasil Ultra XLV, Dentsply DeTrey GmbH, Germany)을 이용하였다. Special tray을 제작한 후 tray안에 경질 실리кон을 채운 후 연질 실리кон이 덮여져 복제 모형을 트레이 안에 있는 경질 실리кон에 묻는 방식으로 진행하였다. 치과용 메스를 이용하여 실리кон 복제본을 총 4조각으로 절단하였으며, 측정의 신뢰성을 높이기 위하여 1명의 측정자가 측

정지점의 정의에 따라 지정된 변연 부위를 5회에 걸쳐서 모두 측정한 후 평균값을 산출하였다. 절단된 단면에서 연질 실리кон의 두께를 디지털 전자 현미경(KH-7700, HIROX, Japan)을 이용하여 160배 확대 후 적합도의 정의를 준수하여 측정하였다(Fig. 4).

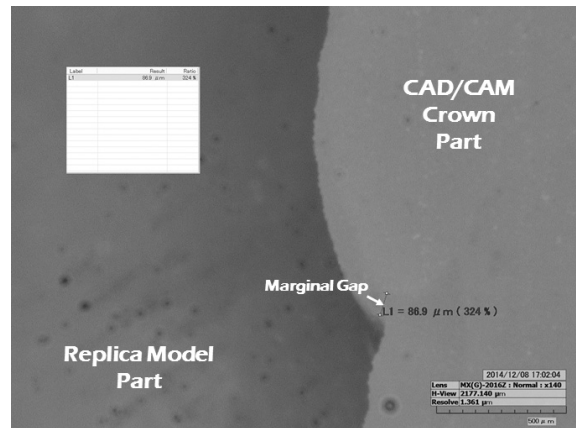


Fig. 4. Measurement of adaptation by digital microscope at 160× magnification

3. 통계분석

SPSS 20.0 for Windows 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계 분석을 실시하였다. 디지털 전자 현미경을 통해 측정된 총 30개의 시편에서 변연 간격의 평균과 표준편차를 계산하였다. 정규성 검정 결과를 토대로 모수 검정인 one-way ANOVA를 시행한 후 Tukey's HSD test를 실시하여 실험 결과를 분석하였고, 제 1종 오류수준은 0.05로 하였다.

III. 결 과

각기 다른 소재로 제작된 전부도재관의 변연 간격을 측정하였다. 측정된 결과 각 부위별 평균과 표준편차는 <Table 2>와 같다. 설측을 제외한 모든 부위에서 VE 실험군에서 제작된 전부도재관의 변연 적합도가 가장 우수하였다. 세 그룹에서 각각 측정된 4부위의 평균을 one-way ANOVA를 실시하여 분석한 결과에서는 모든 부위에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 전체적인 변연 적합도 비교를 위하여 시편의 모든 부위를 합산하여

비교한 결과, 가공 소재에 따른 전부도재관의 변연 적합도는 그룹별로 큰 차이가 없었다(p=0.131).

Table 2. Mean(standard deviation) of marginal gap for CAD/CAM all-ceramic crown(n=10) according to materials in each 4 points(unit: μm)

| Parts | Group | | | p-value |
|---------|--------------|--------------|--------------|---------|
| | VM | VE | LU | |
| Buccal | 92.83(13.24) | 77.15(15.86) | 86.92(14.67) | 0.067 |
| Lingual | 87.82(11.66) | 81.82(10.70) | 80.08(17.33) | 0.126 |
| Mesial | 81.89(13.12) | 74.09(13.83) | 79.68(11.64) | 0.107 |
| Distal | 89.01(14.80) | 72.39(12.60) | 82.07(12.23) | 0.081 |

IV. 고 찰

고정성 보철물이 구강 내에서 기능적, 심미적으로 잘 적용되기 위해서는 여러 요소를 고려해야 한다. 그 중에서는 변연의 정확성은 고정성 보철물의 장기적인 성공을 보장하는 중요한 요소이다. 보철물의 변연이 정확하지 않으면 치태의 침착을 증가시키고 구강 내 미생물의 분포의 변화를 일으켜 치주질환과 치아우식증을 유발시킬 수 있다(Lang et al, 1983). 또한 접착제의 빠른 용해를 일으킬 수 있고 이에 따른 보철물의 파절도 가져올 수 있다. 따라서 변연 적합도는 보철물의 평가 시 일차적으로 고려되어야 하는 요소이다(Mormann, 2006). 본 연구에서는 실제 임상절차를 고려하여 다양한 세라믹 소재로 단관 제작 시 보철물의 변연 간격에 미치는 영향을 지대치를 험-설, 근-원심으로 나누어 변연간격을 비교분석하였다.

〈Table 2〉와 같이 변연 간격을 비교한 결과 다른 종류의 세라믹 소재로 인한 유의한 차이는 보이지 않았다(p>0.05). 지대치의 각 부위별로 나누어 평균을 내어 분석한 결과 모든 부위에서 통계적으로 유의한 차이는 발견되지 않았다(p=0.131). 3종류의 소재를 가공된 단관 그룹의 측정값은 모두 치과용 고정성 보철물 적합도의 임상적 허용 수치인 120 μm 을 넘는 측정값은 없었다. CAD/CAM system으로 제작된 수복물의 변연 적합도에 대한 연구를 살펴보면 Procera에서 70 μm 이하, DCS 시스템에서 60.5~74 μm , LAVA시스템이 38~74 μm , Digident 시스템에서 92 μm 가 보고되었다(Tsitrou et al, 2007;

Mormann and Mormann, 2006). 또한 본 연구에서 사용하였던 장비와 유사한 CEREC 2와 CEREC 3의 변연 적합도를 각각 97.0 μm 과 47.5 μm 로 보고하였다(Ellingsen and Fasbinder, 2002). 대부분 임상적 허용치인 120 μm 이하의 변연 적합도 범위 안에 있는 것으로 보고되고 있다(Bindl and Mormann, 2003; Bindl and Mormann, 2005).

치과에서 사용되는 고정성 보철물의 적합도의 임상적 허용 수치에 있어서 기준이나 그 값에 대한 명확한 합의는 이루어지지 않고 있다. ADA specification #8은 이 범위를 25~40 μm 이라 정하였다. Ostlund(1985)는 50 μm 를 넘지 말아야 한다고 하였으나, 이 값들은 임상적으로 실현 가능성이 적은 것으로 판단된다. Gulker(1985)는 200 μm 까지도 임상적으로 받아들여질 만하다고 보고하였다. 이에 따라 120 μm 을 임상적 허용 기준으로 보았을 때 모든 그룹의 변연 간격은 임상적으로 허용 가능한 한계 내에 존재하였다.

하지만 본 연구에서는 변연부의 단일 디자인이나 부족한 시편 개수, 전부도재관 한 가지 증례의 시편만을 가지고 실험하였다는 한계점이 있었다. 추후에 수행될 연구에서는 보다 길이가 긴 교의치를 포함한 다양한 증례의 시편과 다양한 변연부의 형태 그리고 크라운의 디자인도 다양하게 시편을 제작하여 각각의 변수에 따른 제작 과정이 적합도에 영향을 미치는가에 대한 연구가 추가적으로 수행될 필요가 있다. 특히 본 연구는 현재 임상에서 심미보철물로 활발히 사용되는 전부도재관의 제작과정에서 술

자에 의해 선택되는 세라믹 소재가 최종보철물 변연 적합도에 영향을 미치는지 분석하였다는 점에서 의의가 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 심미보철물로 널리 사용되는 다양한 세라믹 소재 기반으로 전부도재관 제작 시 변연 간격에 미치는 영향을 부위별로 분석함으로써 임상적 참고자료로 제공할 목적으로 수행되었다. 모든 부위에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며($p > 0.05$), 변연 간격의 값들이 임상적 허용치인 $100\sim 120\mu\text{m}$ 을 넘지 않는 결과를 보였다. 이와 같은 결과를 토대로 술자의 선택에 의해 결정되는 세라믹 소재에 따라 치과보철물의 절삭가공성에 영향을 미치지 않으며, 모두 임상적 허용수치 범위 내에 있기에 보철물의 변연 간격에 크게 작용하는 요인이라 할 수 없겠다.

REFERENCES

- Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Brit Den J*, 204(9), 505-511, 2008.
- Bindl A, Mormann WH. Clinical and SEM evaluation of all-ceramic chair-side CAD/CAM generated partial crowns. *Eur J Oral Sci*, 111(2), 163-169, 2003.
- Bindl A, Mormann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil*, 32(6), 441-447, 2005.
- Christensen GJ. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc*, 140(10), 1301-1304, 2009.
- Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. *J Prosthet Dent*, 98(6), 389-404, 2007.
- Ellingsen LA, Fasbinder DJ. In vitro evaluation of CAD/CIM ceramic crowns. *J Dent Res*, 81(1 suppl), A331, 2002.
- Fasbinder DJ. Chairside CAD/CAM: an overview of restorative material options. *Compend Contin Educ Dent*, 33(3), 50-58, 2012.
- Giordano R. Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *J Am Dent Assoc*, 37(11), 14S-21S, 2006.
- Gulker I. Margins. *NY state Dent J*, 51(4), 213-217, 1985.
- Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent*, 62(4), 405-408, 1989.
- Kim KB, Kim WC, Kim HY, Kim JH. An evaluation of marginal fit of three-unit fixed dental prostheses fabricated by direct metal laser sintering system. *Dent Mater*, 29(7), e91-e96, 2013.
- Lang NP, Kiel RA, Anderhalden K. Clinical and microbiological effects of subgingival restorations with overhanging or clinically perfect margins. *J Clin Periodontol*, 10(6), 563-578, 1983.
- Mormann WH, Bindl A. The Cerec 3 - a quantum leap for computer-aided restorations: initial clinical results. *Quintessence Int*, 31(10), 699-712, 2000.
- Mormann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc*, 137(6 Suppl), 7S-13S, 2006.
- Ostlund LE. Cavity design and mathematics: their effect on gaps at the margins of cast restorations. *Oper Dent*, 10(4), 122-137, 1985.
- Reich, S. The occlusal precision of laboratory versus CAD/CAM processed all-ceramic

crowns. Am J Dent, 23(1), 53-56, 2011.

Ruse ND, Sadoun MJ. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM application. J Dent Res, 93(12), 1232-1234, 2014.

Tinschert J, Natt G, Hassenpflug S, Spiekermann H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. International journal of computerized dentistry, 7(1), 25-45, 2004.

Tsitrou EA, Northeast SE, Van NR. Evaluation of the marginal fit of three margin designs of resin composite crowns using CAD/CAM. J Dent, 35(1), 68-73, 2007.

Yeo IS, Yang JH, Lee JB. In vitro marginal fit of three all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent, 90(5), 459-64, 2003.