

수종의 CAD/CAM 시스템으로 제작한 지르코니아 코어에서 Replica Technique을 이용한 변연 및 내면 적합도 평가

허중보 · 박청길 · 김하영 · 박찬경 · 신상완*

고려대학교 임상치의학연구소, 임상치의학대학원 고급보철과

연구목적: 최근 CAD/CAM으로 제작한 지르코니아 코어의 변연적합도에 관한 연구가 많이 진행되었지만, 여러 종의 CAD/CAM 시스템의 변연 뿐만 아니라 내면적합도까지 상호 비교한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 3종의 CAD/CAM 시스템으로 제작한 전치부 단일 치아 지르코니아 코어의 변연 및 내면적합도를 Replica technique을 이용해 평가하고자 하였다.

연구 재료 및 방법: 3종의 CAD/CAM 시스템 (Cerasys system®, KaVo Everest®, LAVA™)을 이용하여, 시스템 별로 5개씩의 단일치아 지르코니아 코어를 제작하였다. 제작된 지르코니아 코어를 레플리카 테크닉 (Replica Technique)을 이용해 복제하고 복제된 시편을 협설, 근원심으로 정중앙을 절단하여 변연 및 내면의 간격을 측정하였다. Measuring microscope (AXIO®)를 이용하여 50배 확대하여 촬영하고 I-Solution®을 이용하여 측정하였고, ANOVA를 이용하여 통계적으로 분석하였다.

결과: 지르코니아 코어의 평균 변연간격은 Cerasys®가 $84.74 \pm 27.57 \mu\text{m}$, KaVo Everest®가 $80.23 \pm 21.07 \mu\text{m}$, LAVA™가 $96.37 \pm 11.45 \mu\text{m}$ 이었고 평균 내면간격은 각각 Cerasys®는 $94.11 \pm 30.07 \mu\text{m}$, KaVo Everest®는 $92.31 \pm 25.18 \mu\text{m}$, LAVA™는 $94.99 \pm 18.74 \mu\text{m}$ 이었으며, 세 시스템간의 변연 및 내면간격의 평균적인 적합도에서 통계적 유의차는 없었다. 변연 및 내면간격의 비교에서는 KaVo Everest®가 LAVA™보다 전반적으로 내면간격이 작은 것으로 보였다 ($P < .05$). 내면간격 중 절단부위의 간격은 세 시스템에서 공통적으로 다른 부위보다 크게 나타났다.

결론: 본 연구에서 Cerasys®, KaVo Everest®, LAVA™시스템의 변연적합도는 차이가 없었고, 내면적합도는 KaVo Everest®가 LAVA™보다 적었으나 세 시스템에서 공통적으로 절단부위 간격이 크게 나타났다. 세 시스템 모두 변연적합도 및 내면적합도가 임상적으로 허용범위 내에 있었다. (대한치과보철학회지 2010;48:135-42)

주요단어: CAD/CAM, 지르코니아 코어, 변연적합도, 내면적합도

서론

치과치료에서 심미적인 부분의 요구와 중요성은 점점 더 높아지고 있다. 이상적인 심미 수복물의 제작을 위해서는 투과성과 내마모성, 색조안정성이 필요하고, 충분한 강도와 우수한 생체 적합성, 변연 적합도 등이 요구된다.^{1,3} 최근까지 심미 수복물에 대한 연구는 지속적으로 진행되어 왔으며, 이러한 요구조건들을 만족시킬 수 있는 다양한 전부 도재 시스템들이 개발되어 임상에 사용되고 있다.⁴ 현재 국내에서 주로 사용되는 전부 도재 시스템으로는 In-Ceram®, IPS Empress 2®, CAD/CAM, MAD/MAM 시스템 등이 있다.

1980년대 초에 치과영역에 소개된 CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) 시스템은 컴퓨터에 의해 수복물의 형태를 입력, 디자인하고 절삭 가공함으로써 수복물의 제작시간과 비용을 절감하기 위해 개발되었다.^{4,5} CAD/CAM 시스템의 경우 일반 도재 수복물의 제작과정에서 발생하는 변형 문제가 해결되어 정확하고, 물성이 균일하며, 설계 단계에서 합착재를 위한 공간이나 수복물의 두께 및 외형을 정확히 조

절할 수 있고, 최신의 고강도 치과용 도재 (지르코니아)를 사용하여 여러 가지 보철물의 제작이 가능하다.⁴ 지르코니아는 독특한 특성, 강도, 구조적 안정성, 생체적합성 등으로 인해 금속을 대체할 수 있는 최선의 코어 재료로 인식되고 있지만^{5,6} 금속과 유사한 강도를 갖기 때문에 통상의 수복물 제작방법으로는 제작이 어렵고, 가공하기 위해서는 CAD/CAM 시스템을 사용하여 기계적으로 절삭가공 해야 한다.^{7,8}

변연 적합도는 수복물의 성공 여부를 결정짓는 중요한 요소 중 하나이다. 적합도가 좋지 않으면, 치아와 치주조직에 좋지 않은 영향을 미쳐 치태를 축적시키는 원인이 되고, 나아가서는 2차 우식증이나 치수염을 일으키게 되어, 수복물이 실패하는 원인이 된다.^{9,13} 금속 도재관의 경우, 만족할 만한 변연 및 내면적합을 얻기 위해서 이론적으로 필요한 시멘트 피막 두께는 $25 - 40 \mu\text{m}$ 이지만^{2,14,16} 임상적으로는 보철물의 수명을 고려할 때 $100 - 120 \mu\text{m}$ 정도는 수용할 만한 범위에 있다고 보고되고 있다.^{17,18} 정확한 수복물을 만들기 위해 중요한 또 다른 요소 중 하나는 내면적합도이다. 내면적합도를 향상시키기 위해서는 적절하고 균일한 합착재 공간에 대한 고려가 필요하며 너무 과

*교신저자: 신상완

152-703 서울 구로구 구로동 97 고려대학교 구로병원 치과 고려대학교 임상치의학연구소 02-2626-1922: e-mail, swshin@korea.ac.kr

원고접수일: 2010년 3월 31일 / 원고최종수정일: 2010년 4월 9일 / 원고채택일: 2010년 4월 19일

도한 내면공간은 파절, 탈락 등의 문제를 야기 할 수 있고,¹⁹ 너무 작은 내면공간은 보철물의 장착을 불완전하게 할 수 있다.¹⁷

최근에 괄목할 만한 기술의 발달로 치과 영역에서도 기계절삭가공의 오랜 숙원이었던 변연적합도가 주조방식에 근접하거나 더 우수하다는 보고가 발표되고 있는데, May 등²⁰은 Procera® 시스템의 변연과 측면 적합도를 평가하여 70 μm 이하의 변연 간격 값을 보고하였고, Tinschert 등⁵은 DCS 시스템을 이용하여 알루미늄과 지르코니아로 제작된 도재관의 변연오차를 60.5 - 74.0 μm 로 보고하였으며, Hertlein²¹은 Lava™ 시스템에서 60 μm 이하의 변연 간격 값을 보고하였다. Kim 등²²은 CAD/CAM 시스템과 통법으로 알루미늄 코어를 제작하여, 그 변연오차를 비교하였는데, 각각 76.5 μm 와 75.4 μm 로 서로 유의한 차이가 없음을 보고한 바 있다. 하지만 여러 시스템에서 내면적합도를 변연적합도와 함께 비교 평가한 연구는 거의 없다.

이에 본 연구에서는 Cerasys® 시스템 (Cerasys Co, Seoul, Korea)과 KaVo Everest® 시스템 (KaVo. Dental GmbH, Biberach, Germany), Lava™ 시스템 (3M-ESPE., St. Paul, MN, USA)으로 전치부 단일 전부 도재관을 위한 지르코니아 코어를 제작하고 그 각각의 변연 및 내면 적합도를 비교 평가해 보고자 하였다.

연구 방법

1. 주모형의 제작

실험을 위해 Dentiform (Nissin Dental Prod. Inc., Kyoto, Japan)의 상악 좌측 중절치를 선택하여 삭제하였다. 삭제량은 절단면 2 mm, 측면 1 mm가 되게 하였고 1 mm 폭의 deep chamfer margin을 부여하였다. 측면경사는 양측으로 각각 평균 6°가 되게 하였고 변연의 내면은 둥글게 삭제하였다.

2. 타이타늄 복제 모형의 제작

인상채득 및 반복적인 적합도 평가를 하는 과정에서, 제작된 주모형의 레진치에 마모나 파절이 발생할 가능성을 방지하기 위해 주모형을 타이타늄 (Addtech Co., Seoul, Korea)으로 복제하였다 (Fig. 1).

3. 인상채득과 복제모형의 제작

부가중합형 실리콘 인상재 (Imprint II, 3M-ESPE., St. Paul, MN, USA)를 이용하여 각각의 타이타늄 모형을 인상 채득한 후, 5개씩의 초경석고 모형을 제작하였다. 제작된 석고 모형은 실험군 별로 5개씩 분류하였다.

4. CAD/CAM 시스템을 이용한 지르코니아 코어의 제작

석고 모형은 3개의 시스템 (Cerasys system®, KaVo Everest®,



Fig. 1. Master models with Titanium Block made by using CAD/CAM system (Addtech Co., Seoul, Korea).

LAVA™)을 이용해 스캔하고 코어를 제작하였다. 코어 두께는 0.5 mm로 일정하게 하였고, 내면의 합착 공간은 각 회사에서 임상 상에 제공하는 통상적 방법을 이용하여 균일하게 40 μm 가 부여되도록 하였다. 소결 후 가공에 의한 후 가공 (변연 및 내면 조정)은 각 제조사에서 시행하도록 하였다. 이는 임상에서 쓰여지는 지르코니아 코어의 상태를 그대로 재현하고자 함이었다.

5. 적합도 측정

1) 지르코니아 코어 seating

다이 상에서 항상 같은 위치에 지르코니아 코핑을 위치시킬 수 있도록 Pattern Resin® (GC Cor., Tokyo, Japan)을 이용해 지그를 제작했다. 코핑의 내면에 Fit checker (GC Cor., Tokyo, Japan)를 채우고 미리 제작한 지그를 코핑 상방에 위치시켜 위치의 재현성을 확보한 후, 만능시험기 (Shimadzu corporation, Kyoto, Japan)를 압축강도 측정모드로 설정해서 40 N으로 압축력을 제한하여 Fit checker가 완전히 굳을 때까지 5분간 40 N의 일정한 힘을 유지하도록 하였다.

2) 측정방법

5분 후 조심스럽게 코핑을 제거하였고, 이때 내면에 Fit checker의 실리콘 필름이 완전히 붙어 있는지 확인하였다. 코핑의 실리콘 필름 내면에 부가중합형 실리콘 인상재 regular body를 넣었다. 이렇게 하면 안정된 필름층을 얻을 수 있고, 이런 과정을 통해 얻은 Fit checker와 실리콘 인상재의 조합은 모델을 절단할 때 변형을 막을 수 있다. 협설과 근원심으로 정 중앙에서 두 번의 절단을 가한 후 (Fig. 2, 3), 협설과 근원심으로 각각 8개씩, 각 지대치당 총 16개씩의 reference point를 정해서 측정하였다 (Fig. 4).

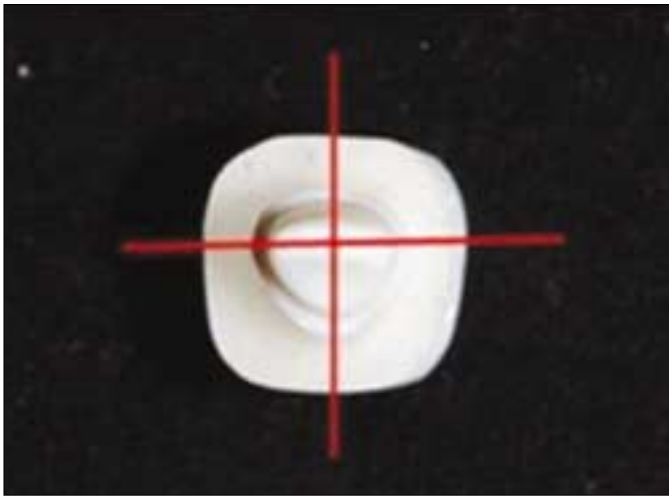


Fig. 2. Directions and positions of sectioning the replica materials.



Fig. 3. Surface aspect after sectioning with buccolingual direction.

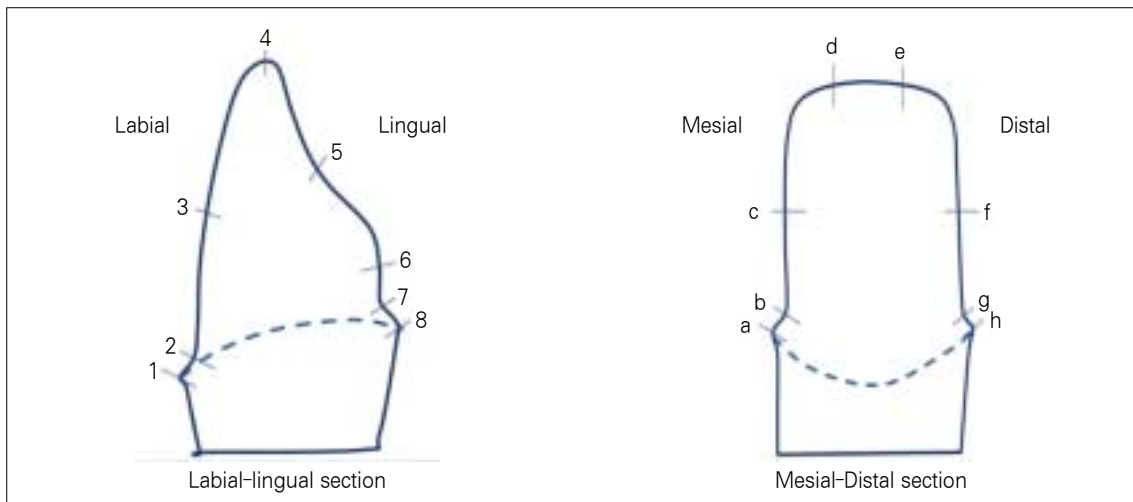


Fig. 4. Reference points to measure the thickness.

8개의 reference point 중 변연 간격은 1, 8, a, h, 내면 간격은 2-7, b-g 를 이용하여 측정하였다. Measuring microscope (AXIO®, CARL ZEISS Int, UK)를 이용하여 50배 확대하여 촬영하고 I-Solution® (Nagoo Trading Co, Seoul, Korea)을 이용하여 선정된 위치의 실리콘 필름 두께를 측정하였다. 각 부위는 2명의 실험자에 의해 반복 측정되었고 각각 3번씩 측정하여 평균값을 기록하였다

6. 통계 분석

CAD/CAM 시스템간에 평균간격이 유의한 차이가 있는지를 분석하기 위해 one-way analysis of variance (ANOVA)를 사용하였고, 변연 간격과 내면 간격으로 구분하였을 때 시스템 별로 유의한 차이가 있는지, 각 시스템 내에서 reference point 간의 차이가 있는지를 검증하기 위해 two-way analysis of variance (ANOVA)를 사용하였다. P-value는 0.05보다 작은 것을 유의한 기준으로 정하였다.

결과

각 시편의 변연부에서의 평균간격은 각각 Cerasys®가 84.74 (± 27.57) μm , KaVo Everest®가 80.23 (± 21.07) μm , Lava™가 96.37 (± 11.45) μm 이었고, 내면간격의 평균은 Cerasys®는 94.11 (± 30.07) μm , KaVo Everest®는 92.31 (± 25.18) μm , Lava™는 94.99 (± 18.74) μm 이었다. 변연 및 내면간격의 평균값은 임상적으로 받아들일 수 있는 간격인 100 - 120 μm 내에 있었다.

1. Reference point별 분석 결과

각 시스템의 reference point별 간격의 평균과 표준 편차는 Table I과 같았다. One way-ANOVA test를 이용한 통계적 분석결과 모든 reference point간의 비교에서 세 제품간의 유의차는 없었다 ($P > .05$).

Table I. Mean and standard deviation (SD) at each point, and one way-ANOVA test for comparison between groups

| Point | | Cerasys [®] | | KaVo Everest [®] | | Lava [™] | | P-value |
|-------|---|----------------------|--------|---------------------------|-------|-------------------|-------|---------|
| | | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | |
| B → L | 1 | 92.07 | 30.34 | 79.19 | 17.50 | 105.63 | 5.29 | 0.1666 |
| | 2 | 89.66 | 137.73 | 89.03 | 30.43 | 87.59 | 8.07 | 0.9930 |
| | 3 | 78.28 | 22.72 | 64.45 | 10.58 | 79.45 | 19.04 | 0.3787 |
| | 4 | 121.37 | 16.21 | 109.49 | 11.47 | 107.58 | 5.09 | 0.1793 |
| | 5 | 118.49 | 21.90 | 113.55 | 3.68 | 113.57 | 9.05 | 0.8122 |
| | 6 | 64.77 | 22.60 | 58.60 | 5.63 | 74.50 | 20.66 | 0.3985 |
| | 7 | 68.55 | 14.43 | 84.17 | 21.60 | 93.73 | 5.57 | 0.0663 |
| | 8 | 60.79 | 34.08 | 64.63 | 21.07 | 93.28 | 3.36 | 0.0918 |
| M → D | a | 97.73 | 8.03 | 88.88 | 76.05 | 90.69 | 17.66 | 0.7388 |
| | b | 89.94 | 33.50 | 120.42 | 30.02 | 105.06 | 15.06 | 0.2525 |
| | c | 80.03 | 28.56 | 71.72 | 21.00 | 81.45 | 79.98 | 0.7825 |
| | d | 124.68 | 21.28 | 109.23 | 14.38 | 106.94 | 8.27 | 0.1895 |
| | e | 113.30 | 7.07 | 108.30 | 5.58 | 113.18 | 4.43 | 0.3603 |
| | f | 74.90 | 9.20 | 81.35 | 13.92 | 80.32 | 25.08 | 0.8227 |
| | g | 105.34 | 31.36 | 97.39 | 10.15 | 96.47 | 9.84 | 0.7452 |
| | h | 88.36 | 21.39 | 88.22 | 14.19 | 95.90 | 10.58 | 0.6946 |

Table II. Two way ANOVA test for marginal and internal gap in three systems (Cerasys[®], KaVo Everest[®], Lava[™])

| Source | Sum of squares | DF | mean squares | F-value | P-value |
|--|----------------|----|--------------|---------|---------|
| Cerasys [®] , KaVo Everest [®] , Lava [™] | 4031.664 | 2 | 2015.832 | 3.576 | .030 |
| Marginal Av, Interval Av | 372.929 | 1 | 372.929 | 0.661 | .417 |

Table IV. Two way ANOVA test for discrepancy of reference point in each systems (Cerasys[®], KaVo Everest[®], Lava[™])

| source | Sum of squares | DF | mean squares | F-value | P-value |
|---------------------------|----------------|----|--------------|---------|---------|
| Cerasys [®] | 31042.917 | 15 | 2069.527 | 3.48 | .0002 |
| KaVo Everest [®] | 27295.685 | 15 | 1819.712 | 5.61 | .0001 |
| Lava [™] | 11652.123 | 15 | 776.808 | 4.29 | .0001 |

Table III. Bonferroni method for post Hoc test

| System (I) | Comparing System (J) | I-J | SD | P-value | 95% confidence interval | |
|---------------------------|---------------------------|-------------|---------|---------|-------------------------|---------|
| | | | | | Min | Max |
| Cerasys [®] | KaVo Everest [®] | 7.9931 | 3.77822 | .106 | -1.1191 | 17.1053 |
| | Lava [™] | -1.3863 | 3.82699 | 1.000 | -10.6161 | 7.8435 |
| KaVo Everest [®] | Cerasys [®] | -7.9931 | 3.77822 | .106 | -17.1053 | 1.1191 |
| | Lava [™] | -9.3794 (*) | 3.80331 | .043 | -18.5521 | -2.067 |
| Lava [™] | Cerasys [®] | 1.3863 | 3.82699 | 1.000 | -7.8435 | 10.6161 |
| | KaVo Everest [®] | 9.3794 (*) | 3.80331 | .043 | .2067 | 18.5521 |

* There was a significant difference between Lava and KaVo systems

2. 변연부와 내면부에 대한 분석 결과

Reference point를 변연부와 내면부로 구분하여 통계 분석한 결과 각 시스템 내에서 변연과 내면 사이에는 통계적인 유의성이 없는 것으로 나타났으나 ($P > .05$), 시스템 (Cerasys[®], KaVo Everest[®], Lava[™])간의 비교에 있어서는 차이가 있는 것으로 판단되었다 ($P < .05$) (Table II). 각 시스템별 차이를 알아보기 위해 사후검정을 시행하였다 (Table III). 사후검정 결과 KaVo Cerasys[®]와 Lava[™]가 차이가 있는 것으로 나타났고 ($P < .05$), KaVo Everest[®]가 Lava[™]보다 전반적으로 내면 간격이 작았다.

3. Reference point간의 분석 결과

각 시스템 내에서 reference point별로 어느 정도의 간격차이를 보이는지 알아보기 위해 reference point간의 유의성 검정결과 세 시스템 모두에서 reference point 별로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($P < .05$) (Table IV).

어떤 reference point에서 특별히 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 사후검정을 시행한 결과 몇몇 reference point에서 유의성 있는 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다. 세 시스템 모두에서 절단면 부위인 4, 5, d, e point에서의 간격이 상대적으로 크

다는 결과를 보였다. 사후 검정에는 Tukey's Studentized Range (HSD) Test (95% 신뢰수준)를 사용하였다.

고찰

서로 다른 종류의 CAD/CAM 시스템으로 제작된 지르코니아 코어의 적합도를 비교하기 위해서는 동일한 조건으로 삭제된 지대치 모형이 필요하다.²³ 지대치 모형으로 자연치아를 사용하는 것은 시간적 물리적 제약상 적절치 않기에^{24,25} Dentiform을 사용하여 실험을 진행하였다. Dentiform의 레진치는 반복되는 인상채득 및 반복적인 적합도 평가를 하는 과정에서 마모나 파절이 발생할 가능성이 있기 때문에 주모형을 타이타늄으로 복제하였다.

변연의 형태가 적합도에 미치는 영향에 대해서 Pera 등²⁶은 chamfer, 50° shoulder, 90° shoulder margin에 따른 변연적합도를 입체현미경으로 비교조사한 결과, 삭제 형태에 상관없이 모두 임상적으로 50 µm이하의 변연적합도를 보였으나 90° shoulder margin에 비해 chamfer나 50° shoulder margin이 더 좋은 변연적합도를 보였다고 했다. Koo 등²⁷은 전부 도재관으로 수복하는 경우 chamfer margin이나 130° shoulder margin이 90° shoulder margin보다 변연적합도가 더 우수하다고 보고하였다. 여러 연구를 토대로 지대치에 1 mm의 변연폭을 갖는 deep chamfer margin을 형성하였다.

지대치에 대한 변연의 적합도를 측정하는 실험적 방법으로 Sorensen²⁸은 직접 보는 방법, 절단하여 보는 방법, 인상채득을 통해 평가하는 방법과 탐침에 의한 시각적 관찰등을 제안하였다. Moon 등²⁹은 절단하여 보는 것이 가장 정확한 방법이나 측정 부위를 늘리는 것이 어렵고, 측정 부위를 늘리려면 그만큼 정밀한 시편을 더욱 많이 제작해야 한다는 단점이 있다고 하였다. 레플리카 테크닉 (Replaca technique)은 Molin과 Karlsson 등³⁰이 1993년 gold inlay와 ceramic inlay의 적합도 비교를 위한 연구에서 사용한 실험방법이다. 이 방법은 코어를 절단할 필요가 없기 때문에 간단하고, 코어 절단 시 생기는 변연의 변형을 막을 수 있으며 측정 부위의 수를 손쉽게 늘릴 수 있고 반복적인 측정도 가능하다는 장점이 있다.³⁰ 과거에는 이 방법의 정확도에 대해서 의문점이 제기되기도 하였다. 이에 대해 Habib 등³¹은 동일한 시편을 이용하여 내면 적합도를 비교 측정 해봄으로써, 코어를 절단해서 관찰하는 전통적인 방법과 레플리카 테크닉 사이의 정밀도를 비교 평가하였다. 그 결과, 정밀도에서 두 방법 사이에 유의한 차이가 없다고 보고하였다.

접착 시 가하는 압력은 변연 적합도에 영향을 미치는 요소 중 하나이다. 접착압에 대해 Davis³²는 10파운드의 접착압에서 Dicor[®]로 제작한 전부 도재관의 변연부 파절을 보고하였고, Abbate 등³³은 Dicor[®]와 Cerestore[®]로 제작한 전부 도재관에서 5 kg의 접착압을 가했을 때, 미세균열이 생기는 것을 관찰하고 전부 도재관 접착 시에는 약한 힘을 사용할 것을 제안하였다. 본 연구에서는 수복물의 실제 접착 시에 발생하는 적합도 변화와

전부 도재관의 접착 시 파절 방지를 위해 일정한 수압으로 눌러주는 것을 고려하여 5분간 만능시험기 (Shimadzu corporation, Kyoto, Japan)로 40 N의 균일한 힘으로 접착압을 가하였다.

임상적으로 수용 가능한 변연 간격에 대해서는 많은 논란이 있었다. 이전의 연구에서는 전통적인 주조 방식에 의한 수복물의 경우 금속도재관은 최적의 기공조건에서 50 µm이하의 변연 적합성을 구현할 수 있다고 하였다.³⁴ 완전히 간격이 없는 상태로 수복물의 변연을 제작하기는 불가능하며 설사 그렇게 제작되었다고 하더라도 시멘트 피막 두께만큼 변연 간격이 생기게 된다. 임상적으로 허용 가능한 변연 간격에 대해서 Christensen¹⁶은 적절한 변연 간격을 대략 40 µm라고 하였으나, 이에 대해 Moon 등²⁹은 이러한 적합도는 실험상에서 판단하는 기준 수치일 뿐, 이 정도의 변연간격이 임상적으로 허용 가능한가에 대한 판단의 기준으로 삼기에는 부적당하다고 하였다. McLean과 Von Fraunhofer¹⁷은 5년 이상 된 구강 내 1000개의 수복물에 대한 연구에서 허용할 수 있는 최대 변연 간격은 120 µm라고 하였다.

CAD/CAM 시스템으로 제작된 수복물의 변연 적합도에 관한 연구들도 있었는데, May 등³⁰은 Procera[®] 시스템을 사용하여 Procera 전부도재관의 변연과 측면 적합도를 70 µm 이하라고 보고하였고, Tinschert 등⁵은 Precident DCS 시스템을 이용하여 알루미늄과 지르코니아로 제작한 도재관의 적합도 연구에서 변연 오차를 60.5 - 74.0 µm로 보고하였으며, Hertlein 등²¹은 Lava[™] 시스템의 변연 간격은 38 ± 20 µm, 절대 변연 오차는 72 ± 36 µm라고 보고하였다. Cerec inLab 시스템의 경우 Bindle과 Mommann³⁵이 chamfer margin을 가지는 all-ceramic CAD/CAM crown-coping의 적합도를 평가한 결과, 변연 간격은 43 ± 23 µm, 내면 간격은 internal mid-mesiodistal gap width는 82 ± 49 µm, internal mid-linguobuccal gap width는 114 ± 58 µm로 보고하였다. Kim 등²²은 CAD/CAM 시스템으로 제작된 알루미늄 코어와 통법으로 제작된 알루미늄 코어의 변연 오차를 각각 76.5 µm, 75.4 µm로 보고하여 서로 유의한 차이가 없다고 하였다. Valderrama 등³⁶은 도재 금속관과 방전 가공된 티타늄관의 변연 적합도에 대한 비교 연구에서 도재금속관 47 µm, 티타늄관 61 µm의 변연 적합을 얻었으며, 이들 값에 유의한 차이는 없다고 하여 CAD/CAM 시스템에 의한 변연 적합이 주조법의 수준에 도달하였음을 보고하였다. 연구자와 연구 방법에 따라 다양한 결과가 나오고 있지만, 대부분 임상적 허용치인 120 µm이하의 변연 적합도 범위에 있는 것으로 보고되고 있다.

CAD/CAM 시스템의 제작과정에서 적합도에 영향을 미치는 요인으로서는 정보 입력과정, 소결 과정에서 생기는 수축량에 대한 오차 보상을 위한 소프트웨어과정, 가공 정확도 등을 들 수 있다. 몇몇 reference point에서는 표준편차가 크게 나왔고 실제 실험 데이터 중에는 비정상적으로 크거나 작은 수치들이 포함되어 있었다. 앞서 언급한 제작과정에서의 오류들이 그 원인이 될 수도 있을 것이라고 생각한다.

이번 연구에서는 연구비의 제한으로 시편을 시스템 별로 총

분히 제작하지 못하였고, 각 시스템 별로 제작된 지르코니아 코어가 기공사에 의해 내면이 조정되는 상황에 있어 한명의 기공사에 의해 조정되도록 실험설계를 하지 못한 것은 본 연구의 분명한 한계점이다. 형성된 실리콘 필름의 경계가 모호하여 측정에 어려움을 주는 경우가 있었기에 실험방법상에서도 개선이 더 필요할 것으로 생각된다. 세 시스템 모두에서 절단면 부위에서 간격이 큰 것으로 나타났는데, 이것이 모든 CAD/CAM에서 나타나는 공통적인 현상인지, 구치부에서도 나타나는 현상인지, 이 부위에서 넓어진 내면간격이 코어의 유지나 강도에는 어떤 영향을 미치는지에 대해서는 좀 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

1. Cerasys®, KaVo Everest®, Lava™ 시스템으로 제작한 단일 전부 도재관을 위한 상악 중절치 지르코니아 코어의 변연 간격과 내면간격의 평균적인 적합도 비교에서 세 시스템 간 통계적 유의성은 없었다.
2. 변연부와 내면부로 구분하여 세 시스템간의 차이를 비교한 결과 세 시스템간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. Cerasys®는 다른 시스템과의 차이를 보이지 않았고 KaVo Everest®가 Lava™보다 전반적으로 내면 간격이 작은 것으로 나타났다.
3. 세 시스템 모두에서 절단부위에서 다른 부위에 비해 통계적으로 유의성 있는 큰 값을 보였다.

참고문헌

1. Andersson M, Razzoog ME, Odén A, Hegenbarth EA, Lang BR. Procera: a new way to achieve an all-ceramic crown. Quintessence Int 1998;29:285-96.
2. Boening KW, Wolf BH, Schmidt AE, Kästner K, Walter MH. Clinical fit of Procera Allceram crowns. J Prosthet Dent 2000;84:419-24.
3. Seghi PR, Sorensen JA. Relative flexural strength of six new ceramic materials. Int J Prosthodont 1995;8:239-46.
4. Sturdevant JR, Bayne SC, Heymann HO. Margin gap size of ceramic inlays using second-generation CAD/CAM equipment. J Esthet Dent 1999;11:206-14.
5. Tinschert J, Natt G, Mautsch, Spikermann H, Anusavice KJ. Marginal fit of alumina-and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system. Oper Dent 2001;26:367-74.
6. Lawn BR, Deng Y, Thompson VP. Use of contact testing in the characterization and design of all-ceramic crown-like layer structures: a review. J Prosthet Dent 2001;86:495-510.
7. Jeon MH, Jeon YC, Jeong CM, Lim JS, Jeong HC. A study of precise fit of the CAM zirconia all-ceramic framework. J Korean Acad Prosthodont 2005;43:611-21.
8. Seo JY, Park IN, Lee KW. Fracture strength between different connector designs of zirconia core for posterior fixed partial dentures manufactured with CAD/CAM system. J Korean Acad Prosthodont

- 2006;44:29-39.
9. Bader J, Rozier R, McFall W Jr, Ramsey D. Effect of crown margins on periodontal conditions in regularly attending patients. J Prosthet Dent 1991;65:75-9.
10. Grasso J, Nalbandian J, Sanford C, Baili H. Effect of restoration quality on periodontal health. J Prosthet Dent 1985;53:14-9.
11. Schwartz N, Whitsett L, Berry T, Stewart J. Unserviceable crowns and fixed partial dentures: lifespan and causes for loss of serviceability. J Am Dent Assoc 1970;81:1395-401.
12. Felton D, Kanoy B, Bayne S, Wirthman G. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. J Prosthet Dent 1991;65:357-64.
13. Walton J, Gardner F, Agar J. A survey of crown and fixed partial denture failures: length of service and reasons for replacement. J Prosthet Dent 1986;56:416-21.
14. Jorgensen KD. Factors affecting the film thickness of zinc phosphate cement. Acta Odontol Scan 1960;18:479-90.
15. Council on dental materials and devices. Revised american national standards institute/American dental association specification No. 8 for zinc phosphate cement. J Am Dent Assoc 1978;96:121-3.
16. Christensen GJ. Marginal fit of gold castings. J Prosthet Dent 1966;16:297-305.
17. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an *in vivo* technique. Br Dent J 1971;131:107-11.
18. McLean JW, von Fraunhofer JA. Polycarboxylate cements.: Five years' experience in general practice. Br Dent J 1972; 132:9-15.
19. Hung SH, Hung KS, Eick JD, Chappel RP. Marginal fit of porcelain-fused-to metal and two types of ceramic crown. J Prosthet Dent 1990;63:26-31.
20. May KB, Russell MM, Razzoog ME, Lang BR. Precision of fit: the procera Allceram crown. J Prosthet Dent 1998;80:394-404.
21. Hertlein G, Hoscheler S, Frank S, Suttor D. Marginal fit of CAD/CAM manufactured all ceramic prosthesis. J Dent Res 2001;80:42-4.
22. Kim DK, Cho IH, Lim JH, Lim HS. On the marginal fidelity of all-ceramic core using CAD/CAM system. J Korean Acad Prosthodont 2003;41:20-34.
23. Yang JH, Yeo IS, Lee SH, Han JS, Lee JB. Marginal fit of Celay/In-Ceram, conventional In-Ceram and Empress 2 all-ceramic single crowns. J Korean Acad Prosthodont 2002;40:131-9.
24. Carter JM, Sorensen SE, Johnson RR, Teitelbaum RL, Levine MS. Punch shear testing of extracted vital and endodontically treated teeth. J Biomech 1983;16:841-8.
25. Strawn SE, White JM, Marshall GW, Gee L, Goodis HE, Marshall SJ. Spectroscopic changes in human dentin exposed to various storage solution-short term. J Dent 1996;24:417-23.
26. Pera P, Bassi F, Carossa S. *In vitro* marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crown. J Prosthet Dent 1994;72:585-90.
27. Koo JY, Lim JH, Cho IH. Marginal fidelity according to the margin types of all ceramic crowns. J Korean Acad Prosthodont 1997;35:445-57.
28. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin. J Prosthet Dent 1990;64:18-24.
29. Moon BH, Yang JH, Lee SH, Chung HY. A study on the marginal fit of all-ceramic crown using ccd camera. J Korean Acad Prosthodont 1998;36:273-92.
30. Molin M, Karlsson S. The fit of gold inlays and three ceramic in-

- lay system. Aclinical and *in vitro* study. Acta Odontol Scand 1993;51:201-16.
31. Habib Y, Georges E, Salim M, Albert S, Khaldoun T. *In vitro* evaluation of the "Replica Technique" in the measurement of the fit of Procera crown. J Contemp Dent Pract 2008;9:25-32.
32. Davis DR. Comparison of fit of two types of all ceramic crowns. J Prosthet Dent 1988;59:13-6.
33. Abbate MF, Tjan A, Fox WM. Comparison of marginal fit of various ceramic crown systems. J Prosthet Dent 1989;61:527-31.
34. Belser UC, Mecentee MI, Richter WA. Fit of three porcelain-fused-to metal marginal designs *in vivo*: a scanning electron microscope study. J Prosthet Dent 1985;53:24-9.
35. Bindle A, Mormann WH. Marginal and internal fit of allceramic CAD/CAM crown-coping on chamfer preparations. J Oral Rehabil 2005;32:441-7.
36. Valderrama. S, Roekel NV, Andersson M, Goodacre CJ, Munoz CA. A comparison of the marginal and internal adaptation of titanium and gold-platinum-palladium metal ceramic crowns. Int J Prosthodont 1995;8:29-37.

Evaluation using Replica Technique on the marginal and internal fitness of zirconia cores by several CAD/CAM systems

Jung-Bo Huh, DDS, MSD, Cheong-Gil Park, DDS, MSD, Ha-Young Kim, DDS, MSD,

Chan-Kyung Park, DDS, Sang-Wan Shin*, DDS, MSD, PhD

Department of Advanced Prosthetic Dentistry, Graduate School of Clinical Dentistry, Korea University, Seoul, Korea

Purpose: This study was aimed to compare the margin and internal fitness of single anterior all-ceramic crown zirconia core made by three deferent CAD/CAM systems. **Material and methods:** Five single zirconia cores were manufactured by three deferent CAD/CAM systems(Cerasys[®] system, KaVo Everest[®] system, Lava[™] system). The manufactured zirconia cores were duplicated through the use of replica technique, and a replicated sample was sectioned in the center of bucolingual and mesiodistal direction to measure the marginal and internal gap. Measurement was carried out by using measuring microscope (AXIO[®]) and I-Solution[®] and analysed through the use of ANOVA. **Results:** As for the mean marginal fitness of the zirconia core, it was $84.74 \pm 27.57 \mu\text{m}$ in Cerasys[®], $80.23 \pm 21.07 \mu\text{m}$ in KaVo Everest[®] and $96.37 \pm 11.45 \mu\text{m}$ in Lava[™], and as for the mean internal gap, it was $94.11 \pm 30.07 \mu\text{m}$ in Cerasys[®], $92.31 \pm 25.18 \mu\text{m}$ in KaVo Everest[®], and $94.99 \pm 18.74 \mu\text{m}$ in Lava[™]. There was no significant statistically deference among the total average gap of three systems. The internal gap in KaVo Everest[®] seemed to be smaller than Lava[™] ($P < .05$). The internal gap in the incisal area was larger in all of the three systems. **Conclusion:** There was no difference in marginal fitness in Cerasys[®], KaVo Everest[®] and Lava[™]. As for the internal fitness, it was smaller in KaVo Everest[®] system than Lava[™] system. In all of the three systems, there was a larger gap in incisal area. The marginal and internal gap was within the clinically allowed range in all of the three systems. (*J Korean Acad Prosthodont 2010;48:135-42*)

Key words: CAD/CAM, Zirconia core, Marginal fitness, Internal fitness

*Corresponding Author: Sang-Wan Shin

Department of Prosthodontics, Korea University Guro Hospital, 97 Guro-dong, Guro-gu, Seoul, 152-703, Korea

+82 2 2626 1922: e-mail, swshin@korea.ac.kr

Article history

Received March 31, 2010/ Last Revision April 9, 2010/ Accepted April 15, 2010