

다양한 CAD/CAM 시스템으로 제작된 3 본 고정성 가공의치 지르코니아 코어의 변연 및 내면 적합도 평가

허중보^{1†} · 김우식^{2†} · 김하영² · 김종은² · 이정렬² · 김영수² · 전영찬¹ · 신상완^{2*}

¹부산대학교 치의학대학원 치과보철학교실, ²고려대학교 임상치의학연구소

연구 목적: 본 연구는 다양한 CAD/CAM 시스템에 의해 제작된 지르코니아를 이용한 3-unit 브릿지 코어의 적합도를 "Replica Technique" 으로 측정하여 기존 제품들의 내면 및 변연 적합도를 평가해 각 시스템의 적합 특성을 알아보고 임상 적용에 참고 자료로 활용하고자 시행하였다.

연구 재료 및 방법: 상악 좌측 제1소구치를 결손치로 하고 상악 좌측 견치, 상악 좌측 제2소구치를 지대치로 하는 3-unit 고정성 가공의치를 구현한 티타늄 모형을 제작하고, 40개의 실험 모형을 제작하였다. 각 모형을 10개씩 분류하고 Cerasys® (C군), Dentaim® (D군), KaVo Everest® (K군), Lava™ (L군) 시스템으로 각각 지르코니아 코어를 제작하였다. 제작된 코어는 각 지대치마다 내면에 16개의 점을 선택하고 "Replica Technique" 을 이용하여 각 포인트의 간극을 측정하였고 부위별 측정치를 비교, 평가하였다. Two-way ANOVA와 Dunnett T3 analysis를 이용하여 통계 분석하였다($\alpha=0.05$).

결과: 모든 시스템에서 변연의 외부보다 내부에서 조금 더 큰 간극을 보이는 특징을 보였다. K군의 경우 전반적인 적합도는 우수하였으나 절단부위의 간극이 아주 크게 나타나는 특징을 보였고, C군의 경우 변연부위의 간극은 K군과 비교하여 크지만($P<0.05$) 전반적인 내면 간극이 다른 시스템에 비해 균일한 특징을 보였다. 축벽의 간극에서는 모든 시스템, 모든 절단부위에서 100 μ m 미만의 우수한 적합도를 보였다. L군과 C군의 경우 변연의 외측부와 내측부의 간극차이가 적었으나 KaVo Everest®와 Dentaim®의 경우 마진 내측이 외측보다 간극이 큰 특징을 보였다($P<0.05$). 변연과 내면적합도로 나누어 분석하였을 때 K군과 C군이 D군과 L군보다 상대적으로 더 좋은 변연 및 내면 적합도를 보였고($P<0.05$) 두 지대치 중 견치가 제2소구치보다 더 좋은 적합도를 보였다($P<0.05$).

결론: 대부분의 시스템에서 변연 부위의 적합도는 임상적으로 허용 가능한 범위에 있었다. 변연 간극과 내면 간극 모두에서 지대치 중에 견치에서보다 제2소구치에서 더 큰 간극을 나타내었다. 또한 대부분의 시스템에서 축벽보다는 교합면 쪽 간극이 상대적으로 크게 형성되었다. (대한치과보철학회지 2011;49:236-44)

주요단어: 변연 적합도, 내면 적합도, CAD/CAM, 지르코니아 코어

서론

치과에서 날로 증가하고 있는 심미적 수복치료의 요구에 대해 전부 도재 수복물은 뛰어난 심미성을 제공하고 전치부와 구치부의 수복에 있어서 성공적으로 이용되고 있다.¹ CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacturing) 시스템은 컴퓨터에 의해 코어를 디자인하고 절삭 가공한다. CAD/CAM 시스템은 컴퓨터에 의한 지대치 스캔과정, 수복물 설계, 가공과정을 거치므로 제작 시간과 비용을 절감할 수 있고 일반적인 수복물 제작 시 발생할 수 있는 변형 문제를 해결할 수 있으며,² 금속 또는 금속과 유사한 강도를 갖는 지르코니아를 가공할 수 있다. 이런 지르코니아 전부도재관의 경우 특히 변연적합도가 구조방식에는 많이 미치지 못하는 단점이 지적되어 왔다. 그러나 기술의 괄목할 만한 발달과 더불어 치과 영역에서도 기계절삭 가공의 오랜 숙원이었던 변연적합도가

구조방식에 근접하거나 더 우수하다는 보고가 발표되고 있다.^{4,6} 변연 적합도는 보철물의 성공 여부를 결정짓는 중요한 요인 중 하나이다.^{7,8} CAD/CAM 시스템의 경우에는 지대치의 입력과 가공 시 오차 보상을 위한 소프트웨어 및 가공 정확도 등에 의해 변연 적합도가 달라질 수 있다.^{9,10} 보철물에서 변연적합도는 아주 중요하고 그것을 줄이기 위해 많은 노력을 해왔다. 좋지 못한 변연 적합도는 이차 우식증이나 치수염 등을 야기할 수 있기 때문이다. 하지만 보철물의 적합성 증진을 위해서는 내면 적합도 또한 중요하다. 즉, 적절한 합착재 공간에 대한 고려가 필요하다.¹¹ 많은 요소들이 이 합착재 공간에 영향을 줄 수 있는데 치아 삭제 형태, 다이 스페이서 두께, 장착 시험, 변연 형태, 표면 거칠기 등이 연구되어 왔다.¹² 하지만 CAD/CAM 시스템에서는 그 시스템의 정확도 또한 큰 영향을 줄 수 있을 것이다.

최근 국내에서도 CAD/CAM system을 자체 개발하여 Cerasys®

*교신저자: 신상완

152-703 서울시 구로구 구로동 97 고려대학교 구로병원 치과보철과 02-2626-1922; e-mail, swshin@korea.ac.kr

원고접수일: 2011년 6월 10일 / 원고최종수정일: 2011년 7월 5일 / 원고채택일: 2011년 7월 6일

*이 연구는 대한민국 지식경제부 산업기술개발사업(10032032)의 연구비 지원에 의해 시행되었음.

†이 저자들은 본 연구에 동일한 기여를 하였음.

(Cerasys Co, Seoul, Korea) 및 Dentaim® (Dentaim Co., Seoul, Korea) 등이 시판되고 있다. 하지만 이들의 변연 및 내면 적합도에 관한 연구는 부족한 실정이다. 특히 고정성 가공의치의 경우 연구가 거의 없다. 이에 본 연구를 통해 최근 개발된 국내 CAD/CAM 시스템들과 기존에 많이 사용되는 KaVo Everest® (KaVo Dental GmbH, Biberach, Germany), Lava™ (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)으로 제작된 지르코니아 3 분 고정성 가공의치 코어의 변연 및 내면 적합도를 치아별, 위치별로 측정하고 이를 통해 임상적 유효성을 평가하고자 하였다.

연구 재료 및 방법

1. 주모형의 제작

실험을 위해 치아 모형인 Dentiform® (Nissin Dental Prod. Inc., Japan)의 상악 좌측 견치와 상악 좌측 제2소구치를 선택하여 삭제하였다. 삭제된 치아의 형태는 1 mm deep chamfer margin과 평균 12도의 측벽 경사를 가지도록 하였고, 변연의 내면은 둥글게 삭제하였다. 상악 좌측 제1소구치가 결손된 모델을 만들기 위해 상악 좌측 견치와 상악 좌측 제2소구치를 지대치로 하는 3 분 고정성 가공의치의 형태를 만들었다. 삽입로를 잘 맞게 배열하고 두 치아 사이 소구치 하나의 가공치가 들어갈 수 있도록 7 mm의 공간을 부여하여 레진에 매몰하였다. 각 치아의 변연 1 mm 하방까지 왁스를 이용하여 치은 조직을 부여하고 언더컷이 없도록 제작하였다(Fig. 1).

제작된 주모형의 레진치는 인상채득 및 반복적인 적합도 평가 과정에서 레진의 마모나 파절이 발생할 가능성이 있어 주모형을 타이타늄으로 복제하였다(Myplant®, Addtech Co., Seoul, Korea) (Fig. 2).



Fig. 1. Master model for replication with titanium block: Used dentiform teeth with 1.0 mm deep chamfer margin and 12 degree axial wall.

2. 인상채득과 복제모형의 제작

부가 중합형 인상재(Imprint II, GC dental, Tokyo, Japan)의 light body와 heavy body를 이용하고 편측 금속 트레이로 각각의 타이타늄 모형을 인상 채득하였다. 각각 8개씩의 인상채득을 하고 각각에서 5개씩의 초경석고 모형(Fuji rock®EP, GC Corp, Tokyo, Japan)을 제작하였고, 제작된 석고 모형은 10개씩 분류하였다.

3. CAD/CAM system을 이용한 지르코니아 코어의 제작

석고 모형은 같은 날 동시에 4개의 회사(C군: Cerasys®, D군: Dentaim®, K군: KaVo Everest®, L군: Lava™)에 보내었고 10일간의 시간을 주어 같은 날에 제작 완료하도록 하였다. 코어 두께는 0.5 mm로 일정하게 하였고, 브릿지의 경우 인접 접합부의 형태는 제조회사에서 임의로 설계하도록 하였다. 내면의 시멘트 공간은 40 µm로 부여토록 하였고, 기공사에 의한 내면 조정은 각 회사에서 통상적인 방법대로 시행토록 하였다.

4. 적합도 측정

Molin과 Karlsson¹³에 의해 소개된 “Replica technique”을 이용하였다. 코핑의 내면에 Fit checker (GC dental, Tokyo, Japan)를 채우고 미리 제작하여 코어 상방에 위치시킨 레진 지그를 눌러 다이에 코핑을 위치시키고 즉시 만능시험기(Shimadzu corporation, Kyoto, Japan)에 위치시켰다. 만능시험기는 압축강도 측정모드로 설정했고 25 N으로 압축력을 제한하여 Fit checker가 완전히 굳을 때까지 5분간 일정한 힘을 유지하였다(Fig. 3).

경화된 Fit checker내면에 부가 중합형 인상재 regular body를 넣어서 중합함으로써 Fit checker를 절단 가능케 하였다(Fig. 4). 각각



Fig. 2. Replica models with titanium block. This was fabricated with CAD/CAM system (Addtech Co., Seoul, Korea), and replicated master models.

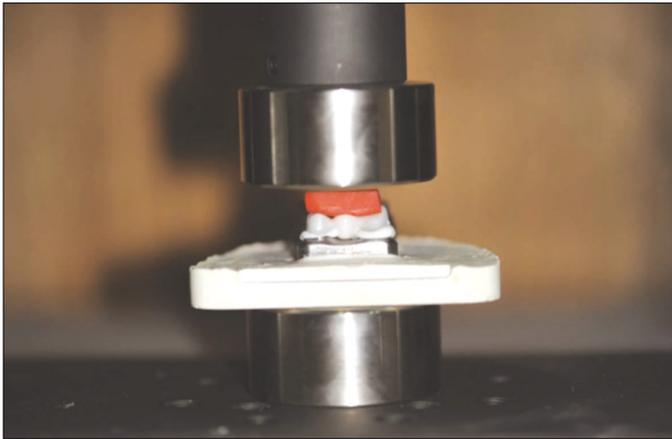


Fig. 3. The constant seating force (25 N) was maintained using a universal testing machine for 5 min.

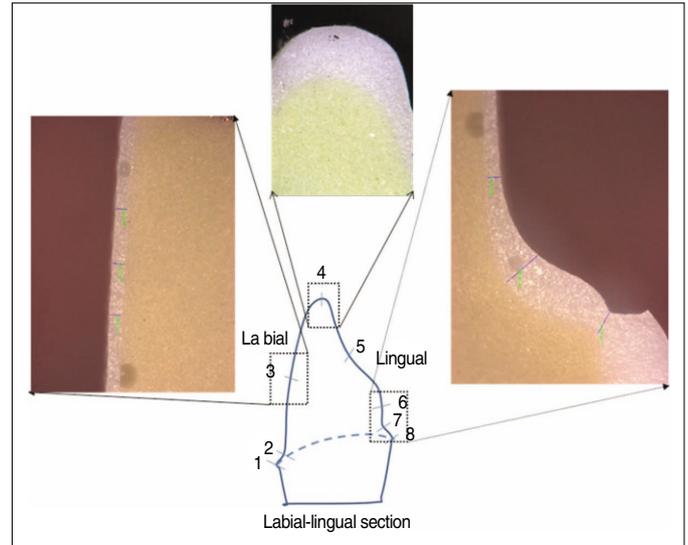


Fig. 4. Captured figures after sectioning with bucco-lingual direction using "Replica technique".

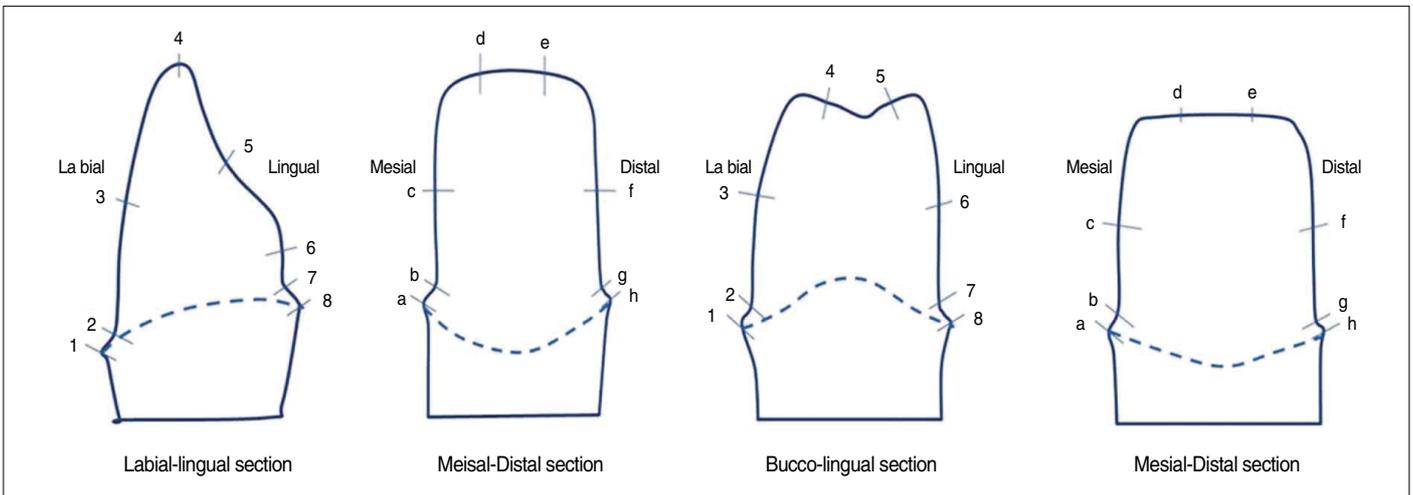


Fig. 5. Reference points to measure the thickness of fit checker.

8개씩의 측정 포인트를 정하고(Fig. 5) 협설, 근원심으로 정중앙에 두 번의 절단을 가하여, 각 지대치의 16 포인트를 측정하였다. 측정용 현미경(AXIO®, Carl Zeiss Int., Oakland, California, USA)을 이용하여 50배, 100배 확대하여 촬영하고 I Solution® (Nahoo Trading Co., Seoul, Korea)를 이용하여 선정된 위치의 두께를 측정하였다. 각 부위는 잘 훈련된 2명의 실험자에 의해 반복 측정되었고 각각 3번씩 측정하여 평균값을 기록하였다.

5. 통계 처리

통계 분석은 SPSS 소프트웨어 버전 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. Two-way analysis of variance (ANOVA)를 이용하여 평균 변연과 내면의 간격 사이의 유의한 차이가 있는 지

를 검증하고, 그 차이가 발견되면 Dunnett T3 analysis를 이용해 각 reference points 사이의 통계적 차이를 95% 신뢰 수준으로 평가하였다. 또한 변연 부위와 내면 부위로 나누어 각 시스템별, 치아별로 ANOVA로 분석한 뒤 사후검정(Tukey HSD, Scheffé, Dunnett T3)을 통해 구체적 유의성을 평가하였다.

결과

1. 각 치아에서 내면 위치에 따른 비교 분석

(1) 견치의 협설 절단 분석 결과

변연부위에서는 대부분 임상적으로 허용 가능한 120 μm 미만의 간극을 보였으나 변연의 내부에서 D군은 협측에서, L군

은 설측에서 120 μm 이상의 간극을 보였다. 특히 모든 시스템에서 변연의 외부보다 내부에서 더 큰 간극을 보였다($P < .05$). K군의 경우 전반적인 적합도는 우수하였으나 절단부위의 간극이 아주 크게 나타났고, C군의 전반적인 내면 간극이 다른 시스템에 비해 균일하였다(Fig. 6).

템들에 비해 크게 나타났다($P < .05$). 하지만 모든 시스템에서 우수한 마진 적합도를 보였고 임상적으로 허용 가능한 120 μm 미만의 간극을 보였다. 특히 측벽의 간극은 모든 시스템에서 50 μm 전후의 우수한 적합도를 보였다. L군의 경우 전반적으로 다른 시스템에 비해 아주 균일한 내면 간극을 보이는 특징을 가졌다. 하지만 L군을 제외한 다른 시스템들에서 절단부의 간극이 다른 부위에 비해 특징적으로 크게 나타났다($P < .05$) (Fig. 7).

(2) 견치의 근원심 절단 분석 결과

견치의 근원심 절단에서는 L군의 협설 마진부가 다른 시스

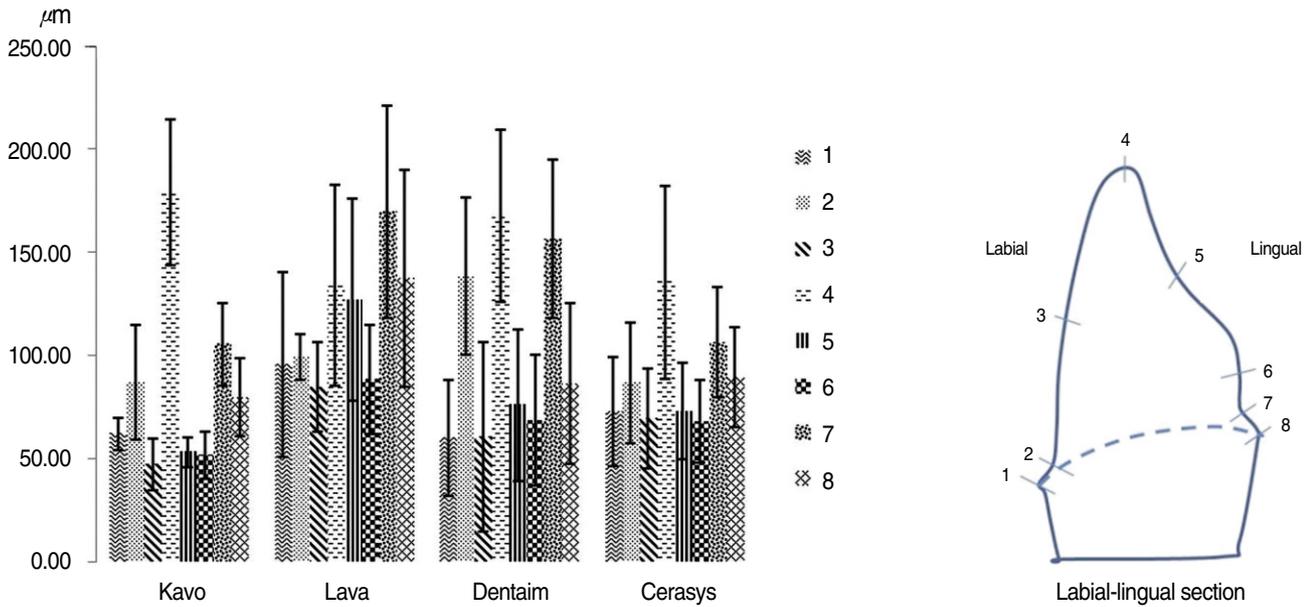


Fig. 6. Mean values and SD at each point in canine bucco-lingual section.

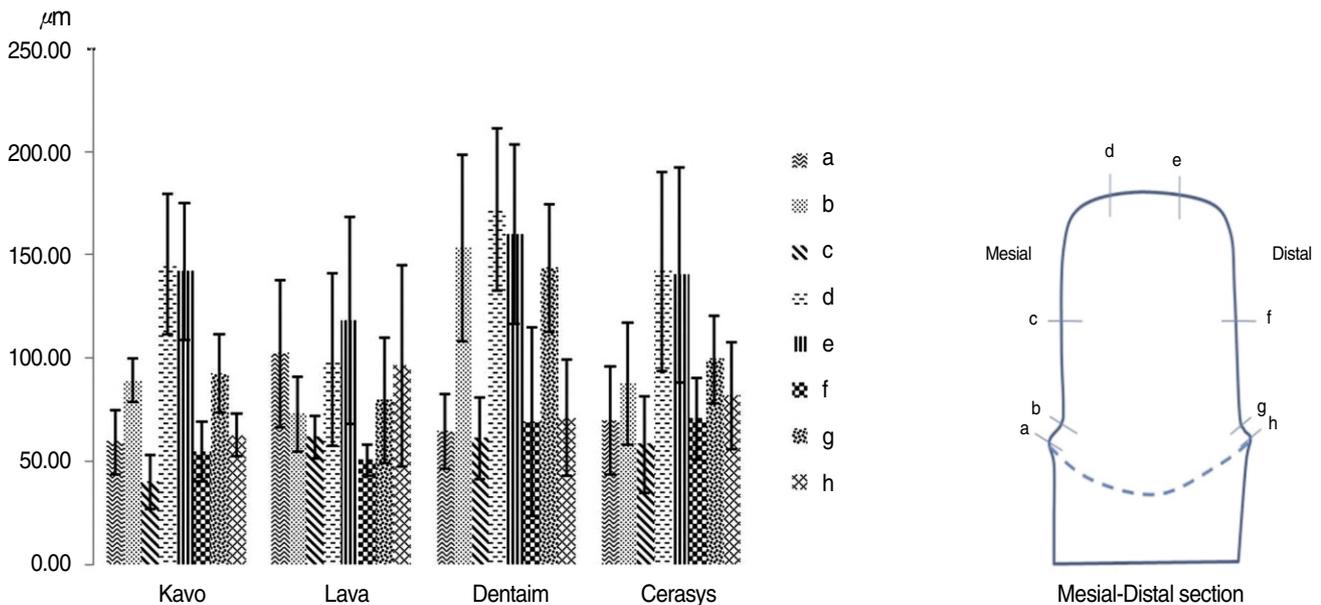


Fig. 7. Mean values and SD at each point in canine mesio-distal section.

(3) 제2소구치 협설 절단 분석 결과

제2소구치의 협설 절단의 경우 각 시스템별로 아주 큰 차이를 보였다. 특히 L군의 경우 다른 시스템에 비해 전반적으로 큰 간극을 보였고($P<0.05$) 임상적 허용 가능한 $120\ \mu\text{m}$ 를 초과하는 결과를 보였다. K군과 C군은 전반적으로 아주 우수한 내면 적합도를 보였으나 교합면쪽이 상대적으로 큰 간극을 보였다($P<0.05$) (Fig. 8).

(4) 제2소구치 근원심 절단 분석 결과

근심 변연의 외측부위(a 지점)에서 L군이 다른 군들보다 큰 간극을 보였고($P<0.05$), 교합면 부위(d와 e 지점)에서는 D군이 다른 군들에 비해 큰 값을 보였다($P<0.05$). 모든 군에서 측벽의 간극은 아주 작은 값($50\ \mu\text{m}$ 전 후)을 보였다.

원심 마진의 외측부위에서는 통계적 유의성이 없었다. L군과 C군의 경우 변연의 외측, 내측부의 간극차이가 적었으나 K군과 D군의 경우 마진 내측이 외측보다 간극이 큰 특징을 보였다(Fig. 9).

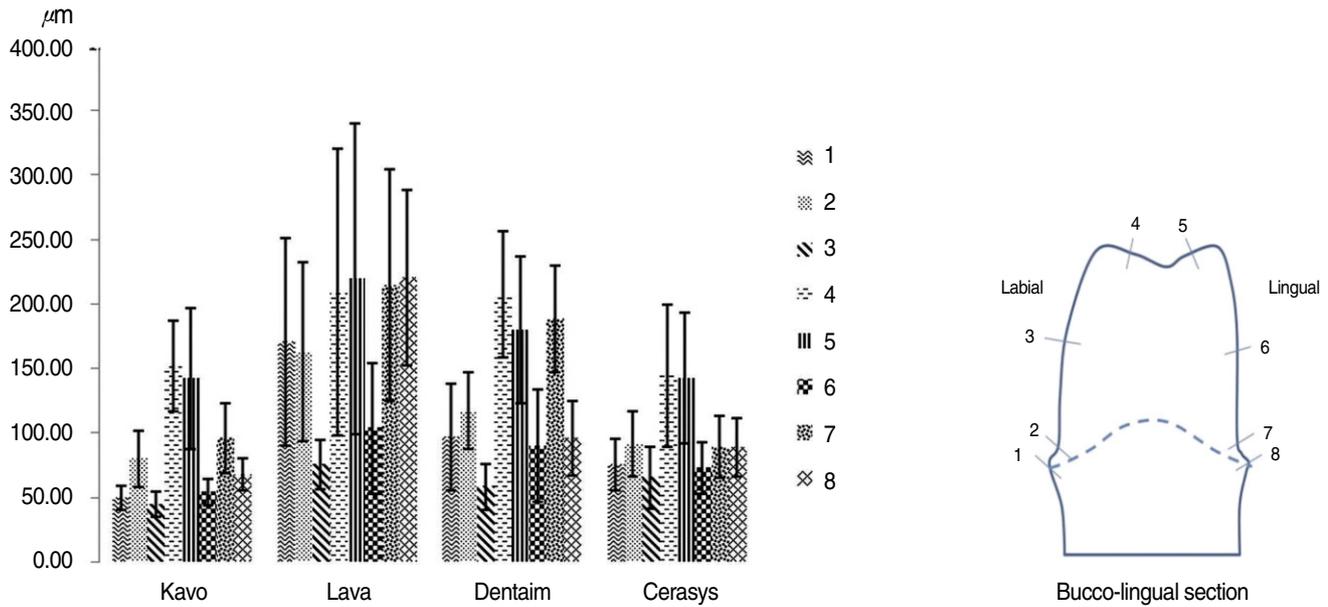


Fig. 8. Mean values and SD at each point in 2nd premolar bucco-lingual section.

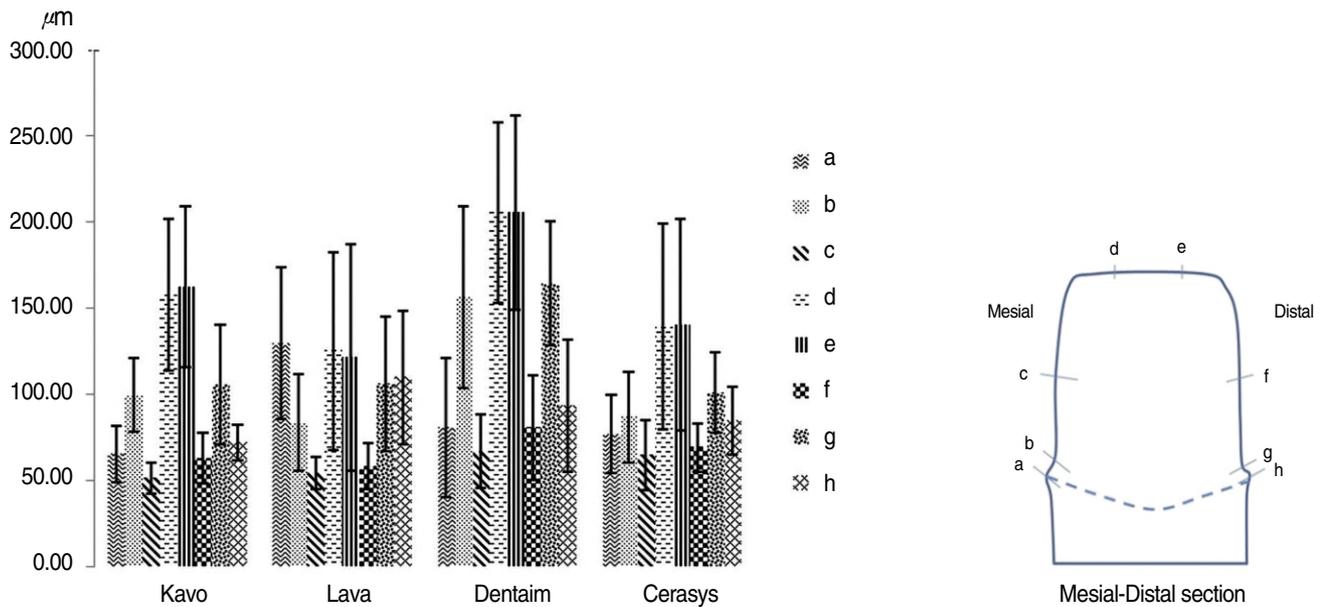


Fig. 9. Mean values and SD at each point in 2nd premolar mesio-distal section.

2. 내면과 변연부위 적합도 비교 분석

(1) 변연 부위의 적합도 분석 결과

앞에서 측정된 각각의 포인트들 중에서 변연 부위의 측정값인 1, 2, 7, 8(협설로 절단한 시편)과 a, b, g, h(근원심으로 절단한 시편)를 측정한 수치들을 종속변수로 하는 변연부위의 적합을 각 시스템별, 지대치 별로 비교 분석하였다. 평균 및 표준 편차 값을 바탕으로 Levene's test를 시행하였을 때 오차 분산이 균질하지 않음을 확인하고 2-way ANOVA로 확인 했을 때 제조사별 차이가 유의하게 인정되고, 치아 위치 별 차이가 인정되며, 제조사와 치아 위치간 교호 작용도 통계적으로 유의한 의미가 있음을 알 수 있었다. 다중 비교를 통한 사후 검정에서 D군은 L군과 별 차이가 없고, K군과 C군은 다른 셋과 모두 차이가 나타났다. Table 1에서 보는 바와 같이 K군과 C군은 변연 적합도에서 별 차이가 없으며, D군과 L군이 비슷한 변연 적합도를 가지는 것으로 나타났다. Fig. 10에서 보는 바와 같이 K군과 C군은 치경 부에서 변연 적합도가 다른 두 시스템들에 비해 높다고 분석되며, 각 지대치의 위치에 따라 분석했을 때는 D군과 L군의 경우 견치에 비해 소구치의 적합도가 낮은 것으로 분석되었다

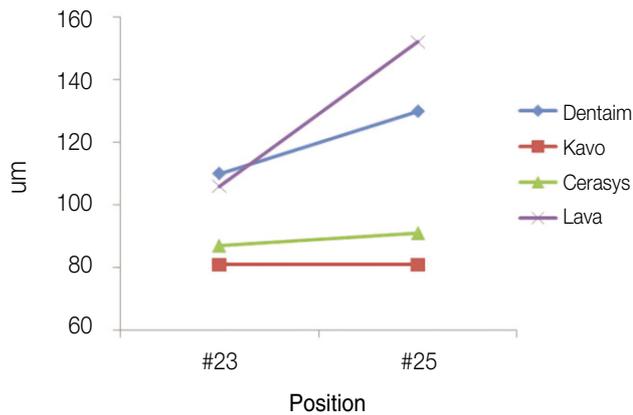


Fig. 10. Estimated means of marginal gap in each position and system.

Table 1. Multiple Comparisons (Dunnnett T3 test) in marginal fitness

	(I) System	(J) System	Mean Difference (I - J)	Std. Error	Sig.
Dunnnett T3	Dentaim	Kavo	40.1649 (*)	4.74082	.000
		Cerasys	32.4200 (*)	4.73398	.000
		Lava	-8.3544	6.78347	.771
		Kavo	-40.1649 (*)	4.74082	.000
Kavo	Dentaim	Cerasys	-7.7449 (*)	2.87712	.044
		Lava	-48.5193 (*)	5.64648	.000
		Cerasys	-32.4200 (*)	4.73398	.000
Cerasys	Dentaim	Kavo	7.7449 (*)	2.87712	.044
		Lava	-40.7744 (*)	5.64073	.000
		Lava	8.3544	6.78347	.771
Lava	Dentaim	Kavo	48.5193 (*)	5.64648	.000
		Cerasys	40.7744 (*)	5.64073	.000

Based on observed means. (*) The mean difference is significant at the .05 level.

(P=.000).

따라서 변연 부위는 제조 시간, 치아위치 간 차이를 분석한 결과, K군과 C군이 D군, L군에 비해 정밀하다고 사료되며 (P=.000), 견치에서보다 제2소구치에서 큰 간극을 나타내었고 (P=.000), 이와 아울러 두 요인간 상호작용(P=.000)도 존재하며 즉, D군과 L군은 #25치아에서 더 큰 간극을 나타내는 것으로 분석되었다(Table 1, Fig. 10).

(2) 내면 부위의 적합도 분석 결과

측벽과 교합 부위의 포인트인 3, 4, 5, 6(협설로 절단한 시편)와 c, d, e, f(근원심으로 절단한 시편)를 측정한 수치들을 종속변수로 하는 내면 부위의 적합을 분석하였다.

내면 부위의 적합도에서 ANOVA를 이용하여 상관 관계를 검사한 결과 주요인인 제조사와 치아 위치 요인에서만 유의한 차이를 보였다(P<.05). 또한 사후 검정 결과, D군만이 K군과 C군에서 차이를 보였다. 내면 부위에서는 D군만이 타 3개 시스템에 비해 간극이 큰 것을 나타내 주었고(P=.003), 역시 #23치아에서보다 #25치아에서 통계적으로 유의 하게 큰 내면 간격을 나타내 주었다(Table 2, Fig. 11) (P=.000).

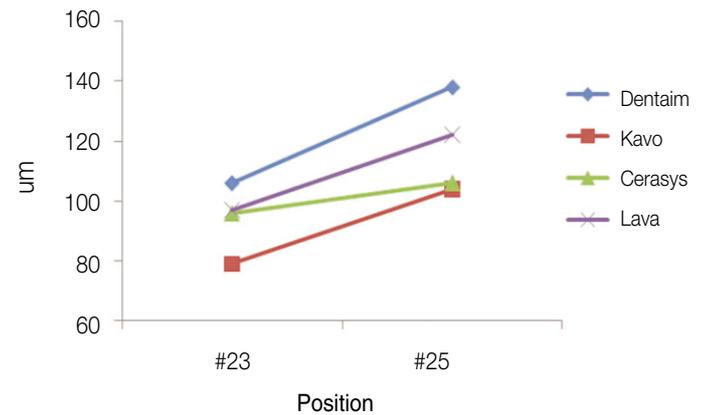


Fig. 11. Estimated means of internal gap in each position and system.

Table 2. Multiple Comparisons (Dunnnett T3 test) in internal fitness

	(I) System	(J) System	Mean Difference (I - J)	Std. Error	Sig.
Dunnnett T3	Dentaim	Kavo	24.2515 (*)	7.29061	.006
		Cerasys	20.8351 (*)	6.94980	.018
		Lava	12.378	7.94413	.534
		Kavo	-24.2515 (*)	7.29061	.006
Kavo	Dentaim	Cerasys	-3.4164	6.20659	.995
		Lava	-11.8735	7.30283	.484
		Cerasys	-20.8351(*)	6.94980	.018
Cerasys	Dentaim	Kavo	3.4164	6.20659	.995
		Lava	-8.4571	6.96261	.782
		Lava	-12.378	7.94413	.534
Lava	Dentaim	Kavo	11.8735	7.30283	.484
		Cerasys	8.4571	6.96261	.782

Based on observed means. (*) The mean difference is significant at the .05 level.

고찰

본 연구에서는 CAD/CAM 시스템으로 제작된 Cerasys®, Dentaim®, KaVo Everest®, Lava™의 내면, 변연 적합도를 “Replica Technique”을 이용하여 측정, 비교하였다. CAD/CAM 시스템으로 제작된 완전 도재관의 적합도에 영향을 미치는 요인으로는 스캔 방식, 소프트웨어 디자인, 가공, 수축 효과 등이 있다. 즉, CAD/CAM 제작 과정 중 각 단계에서 변연 간격이 커질 가능성은 일차적으로 삭제된 지대치의 3차원 입력 시에 발생하고 컴퓨터 프로그램에서 기포 등의 오류를 수정하는 과정에서도 발생한다.¹⁴ 또한 절삭 공구의 형태에 결함이 있는 경우나 절삭 과정에서 기계의 떨림이나 회전축의 흔들림에 의해 이러한 오류가 발생할 수 있다. 본 연구에서 나타나는 적합도의 오류는 이러한 요인들에서 기인하리라 사료된다. 따라서 여러 전부도재관 코어의 변연 및 내면 간격을 정확히 비교하기 위해서는 도재관의 제작 시스템 외 다른 모든 조건이 동일해야 한다.¹⁵ 자연치아는 시편의 동일성을 이루기 어렵고, 동일성을 이루었다 해도 보관 조건과 발치 후 경과 시간에 따라 물리적 성질 등의 변화가 발생한다.^{16,17} 이에 본 연구에서는 1 mm 폭의 deep chamfer margin, 12도의 axial wall로 삭제되어 있는 Dentiform상의 치아를 타이타늄으로 복제하여 모형을 제작하였다. Koo 등¹⁸은 전부도재관에서 chamfer margin, 130도 shoulder margin이 90도 shoulder margin보다 변연 적합도가 더 우수하다고 하였고, Pera 등¹⁹, Belser 등²⁰은 90도 shoulder margin에 비해 chamfer 또는 50도 shoulder margin으로 치아를 삭제하였을 때 더 좋은 변연 적합도를 보였다고 보고하였다. 따라서 본 연구에 사용된 dentiform도 1 mm 폭의 deep chamfer margin을 가지는 것을 선택하였다.

변연 적합도에 영향을 미치는 요소로는 시멘트의 피막두께, 접착 시 압력, 변연의 형태와 위치 등이 있다. 접착압에 대해 Davis²¹는 10 파운드의 접착압에서 Dicor®로 제작한 전부도재관의 변연부 파절을 보고하였고, Abbate 등²²은 5 kg의 접착압에서 Dicor®와 Cerestore®로 제작한 전부도재관의 미세균열을 관찰하고 전부도재관 접착 시에는 약한 힘을 사용할 것을 제안하였다. 적절한 시멘트 공간(40 μm) 확보 시 접착압은 25 N 정도가 적절하다.²³ 본 연구에서는 수복물의 실제 접착 시에 발생하는 적합도 변화²⁴와 전부도재관의 접착 시 파절 방지를 위해 단지 일정한 압력으로 눌러주는 것²⁵을 고려하여, 만능시험기로 5분간 25 N의 힘을 일정하게 가하여 실제 접착하듯이 “Replica Technique”을 구현하였다.

변연 및 내면 적합도를 계측하는 방법에 대해 Sorensen²⁶은 직접 보는 방법, 절단 후 보는 방법, 인상채득으로 평가하는 방법, 탐침으로 평가하는 방법 등을 제시하였다. Moon 등²⁷은 절단하여 보는 것이 가장 정확한 방법이라 하였으나 측정 부위를 늘리는 것이 어렵고 부위를 늘리려면 그만큼 정밀한 시편을 더욱 많이 제작해야 한다는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 내면의 측정 부위를 손쉽게 늘일 수 있으며 하나의 시편으로

여러 부위를 동시에 측정 가능한 방법으로 “Replica Technique”을 사용하였다. 과거에는 이 방법이 정확도가 낮을 수 있다고 하였으나 최근에는 부가 중합형 실리콘 인상재나 Fit checker와 같이 정밀도가 많이 향상된 재료들이 있어 정밀도 측정에 긍정적으로 사용되고 있다. 최근에 Rahme 등²⁸은 “Replica Technique”과 직접 절단한 시편 사이에서 내면 적합도를 비교 측정해본 결과 “Replica Technique”이 절단하여 관찰하는 방법과 거의 동일한 정밀도를 보였다고 하였다.

본 연구를 통해 각 시스템의 많은 부분을 관찰하여 각 시스템의 특징을 파악할 수 있었다. 특히 단일치의 경우가 아닌 브릿지의 경우를 조사하여 CAD/CAM 시스템들의 정밀도를 브릿지에서 관찰하고자 하였다. 견치의 16 포인트들을 분석한 결과 변연부위에서는 대부분 임상적으로 허용 가능한 120 μm미만의 간극을 보였으나 변연의 내부에서 D군은 협측에서, L군은 설측에서 120 μm 이상의 간극을 보였다. 특히 모든 시스템에서 변연의 외부보다 내부에서 조금 더 큰 간극을 보이는 특징을 보였다. K군의 경우 전반적인 적합도는 우수하였으나 절단부위의 간극이 아주 크게 나타나는 특징을 보였다. C군의 경우 변연 부위의 간극은 K군과 비교하여 약간 크지만 전반적인 내면 간극이 다른 시스템에 비해 균일한 특징을 보였다. 제2소구치의 16 포인트들을 분석한 결과 제2소구치의 협설 절단의 경우 각 시스템 별로 아주 큰 차이를 보였다. 특히 L군의 경우 다른 시스템에 비해 전반적으로 큰 간극을 보였고 임상적 허용 가능한 120 μm를 초과하는 결과를 보였다. K군과 C군은 전반적으로 아주 우수한 내면 적합도를 보였으나 교합면(4와 5 지점) 쪽이 상대적으로 큰 간극을 보였다.

본 연구에서는 변연 간극과 내면 간극의 두가지로 나누어서도 관찰해 보았고 제조시간, 치아위치 간 차이를 분석한 결과, 변연 부위에서는 K군과 C군이 D군, L군에 비해 정밀하다고 사료되며, 견치에서보다 제2소구치에서 큰 간극을 나타내었고, 이와 아울러 두 요인간 상호작용도 존재(D군과 L군은 제2소구치에서 더 큰 간극을 나타냄)하는 것으로 분석되었으며, 내면 부위에서는 D군만이 유의하게 높은 수치를 나타내 주었고 (P=0.03), 역시 견치에서보다 제2소구치에서 통계적으로 유의하게 큰 수치를 나타내 주었다(P=0.00).

결과를 통해 알 수 있듯이 모든 시스템들은 변연 부위의 적합은 어느 정도 우수하고 축벽의 변연 적합도는 아주 우수한 양상을 보였다. 하지만 절단부위(견치), 교합면 부위(제2소구치)에서는 상당히 큰 간극을 관찰할 수 있었다. 이러한 큰 간극은 적절한 시멘트의 게재가 이루어 지지 않는다면 지르코니아 코어의 파절을 야기할 수 있을 것이다. 내면의 적절하고 균일한 간극은 시멘트의 효과를 극대화할 수 있고 코아의 강도 유지에 도움을 줄 수 있다. 기존에 알려진 대부분의 연구는 변연의 적합도만을 언급하였고 그래서 외국의 유명 CAD/CAM 시스템이 우수한 적합도를 보인다는 결과를 보였다. 하지만 본 연구에서는 이들 유명 제품들에서도 내면 적합에는 취약점을 가지고 있다는 결론을 얻었다. 특히 공통된 특징으로 축벽 부

위의 간극이 작고 교합면과 변연 부위의 간극이 크다는 것은 충분히 셋팅이 되지 못한다는 결론을 얻을 수 있고 이것은 모든 시스템에서 공통적인 문제점이라고 하겠다. 앞으로 이러한 문제점을 극복할 수 있는 방법을 모색하여 적용한다면 CAD/CAM 지르코니아 코어의 내면 간극의 정밀도를 더욱 높일 수 있으리라 사료된다.

하지만 본 연구에서 어떤 시스템이 우월하다고 결론을 짓기에는 무리가 있다. 그 이유는 각 시스템에서 CAD/CAM으로 만들어진 코어는 치과 기공실에서 변연 및 내면이 치과 기공사에 의해 조절된다는 데 있다. 즉 치과 기공사의 기술에 따라 그 결과가 달라질 수 있다는 것이다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 인식하고 있었지만 실제적으로 소비자에게 전달되는 각 제품의 적합도를 비교하는 것이 연구의 목적이었으므로 기공사의 조절을 엄격히 차단하지 않았다. 앞으로 이런 오류를 최소화하기 위해 한 명의 치과 기공사에 의해 내면 조절을 허용한다면 좀더 객관적인 결론을 도출할 수 있으리라 사료된다.

결론

3 본 고정성 가공의치 코어의 내면 및 변연 적합도를 평가하여 대부분의 시스템에서 변연 부위의 적합도는 임상적으로 허용 가능한 범위(120 μm)에 있었다. 모든 시스템에서 변연 적합도는 우수하였으나 절단면(견치), 교합면(소구치)부위의 간극은 변연 및 측벽 간격보다 크게 나타났다. 변연 간극과 내면 간극 모두에서 지대치 중에 견치에서 보다 제2소구치에서 더 큰 간극을 나타내었다.

참고문헌

1. Bindle A, Mormann WH. Marginal and internal fit of allceramic CAD/CAM crown-coping on chamfer preparations. *J Oral Rehabil* 2005;32:441-7.
2. Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Spiekermann 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.
3. 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.
4. May KB, Russell MM, Razzoog ME, Lang BR. Precision of fit: the Procera AllCeram crown. *J Prosthet Dent* 1998;80:394-404.
5. Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Spiekermann 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. Hertlein G, Hoscheler S, Frank S, Suttor D. Marginal fit of CAD/CAM manufactured all ceramic prosthesis. *J Dent Res* 2001;80:42-4.
7. Rekow ED. High-technology innovations-and limitations-for restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 1993;37:513-24.
8. Valderrama S, Van Roekel N, 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.
9. 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.
10. Gardner FM. Margins of complete crowns-literature review. *J Prosthet Dent* 1982;48:396-400.
11. Hung SH, Hung KS, Eick JD, Chappell RP. Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two types of ceramic crown. *J Prosthet Dent* 1990;63:26-31.
12. Wang CJ, Millstein PL, Nathanson D. Effects of cement, cement space, marginal design, seating aid materials, and seating force on crown cementation. *J Prosthet Dent* 1992;67:786-90.
13. Molin M, Karlsson S. The fit of gold inlays and three ceramic inlay systems. A clinical and in vitro study. *Acta Odontol Scand* 1993;51:201-6.
14. 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.
15. Huh JB, Park CG, Kim HY, Park CK, Shin SW. Evaluation using replica technique on the marginal and internal fitness of zirconia cores by several CAD/CAM systems. *J Korean Acad Prosthodont* 2010;48:135-42.
16. 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.
17. Strawn SE, White JM, Marshall GW, Gee L, Goodis HE, Marshall SJ. Spectroscopic changes in human dentine exposed to various storage solutions-short term. *J Dent* 1996;24:417-23.
18. 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.
19. Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1994;72:585-90.
20. Belser UC, MacEntee 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.
21. Davis DR. Comparison of fit of two types of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1988;59:12-6.
22. Abbate MF, Tjan AH, Fox WM. Comparison of the marginal fit of various ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 1989;61:527-31.
23. Wu JC, Wilson PR. Optimal cement space for resin luting cements. *Int J Prosthodont* 1994;7:209-15.
24. Brukl CE, Nicholson JW, Norling BK. Crown retention and seating on natural teeth with a resin cement. *J Prosthet Dent* 1985;53:618-22.
25. Yu JH, Kim YC, Kang DW. A study on the marginal fidelities and fracture strength of IPS Empress 2 ceramic crowns. *J Korean Acad Prosthodont* 2000;38:606-17.
26. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent* 1990;64:18-24.
27. 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.
28. Rahme HY, Tehini GE, Adib SM, Ardo AS, Rifai KT. In vitro evaluation of the "replica technique" in the measurement of the fit of Procera crowns. *J Contemp Dent Pract* 2008;9:25-32.

Marginal and internal fitness of three-unit zirconia cores fabricated using several CAD/CAM systems

Jung-Bo Huh^{1†}, DDS, MSD, USic Kim^{2†}, DDS, MSD, PhD, Ha-Young Kim², DDS, MSD, Jong-Eun Kim², DDS, Jeong-Yeol Lee², DDS, MSD, PhD, Young-Su Kim², DDS, MPH, MPH, Young-Chan Jeon¹, DDS, MSD, PhD, Sang-Wan Shin^{2*}, DDS, MSD, PhD

¹Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Pusan National University, Yangsan,

²Institute for Clinical Dental Research, Korea University, Seoul, Korea

Purpose: This study was aimed to compare the margin and internal fitness of 3-unit zirconia bridge cores fabricated by several CAD/CAM systems using replica technique. **Materials and methods:** Three unit-bridge models in which upper canine and upper second premolar were used as abutments and upper first premolar was missed, were fabricated. Forty models were classified into 4 groups (Cerasys[®] (Group C), Dentaim[®] (Group D), KaVo Everest[®] (Group K), Lava[™] (Group L)), and zirconia cores were fabricated by each company. Sixteen points were measured on each abutment by replica technique. Statistical analysis was accomplished with two way ANOVA and Dunnett T3 ($\alpha=.05$). **Results:** In most systems, there was a larger gap on inter margin than outer margin. In the Group K, overall fitness was excellent, but the incisal gap was very large. In the Group C, marginal gap was significantly larger than Group K, but overall internal gap was uniform ($P<.05$). The axial gap was under 100 μm in all system. The difference between internal and external gap was small on Group L and C. However, internal gap was significantly larger than external gap in Group D ($P<.05$). The fitness of canine was better than second premolar among abutments ($P<.05$). **Conclusion:** The marginal and internal gap was within the clinically allowed range in all of the three systems. There was a larger gap on second premolar than canine on internal and marginal surface. In most systems, there was a larger gap on occlusal surface than axial surface. (*J Korean Acad Prosthodont 2011;49:236-44*)

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

*Corresponding Author: Sang-Wan Shin

Department of Prosthodontics, Institute for Clinical Dental Research, 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 June 10, 2011 / Last Revision July 5, 2011 / Accepted July 6, 2011

[†]These authors contributed equally to this work.