

# CAD/CAM 시스템으로 제작한 지르코니아 코어의 변연 적합도 평가

## Evaluation on the Marginal Fitness of Zirconia Core fabricated with CAD/CAM System

노형록\*, 선금주\*\*, 주규지\*\*

전북대학교 바이오나노시스템공학과\*, 광주보건대학교 치기공과\*\*

Hyeongrok Noh(dentalmania@hanmail.net)\*, Gumju Sun(gjsun@ghc.ac.kr)\*\*,  
Kyuji Joo(jookj@ghc.ac.kr)\*\*

### 요약

본 연구의 목적은 CAD/CAM 시스템을 이용하여 지르코니아 코어를 제작한 다음 span의 길이가 변연 적합도에 미치는 영향과, 변연 간격이 임상적으로 허용 가능한 범위 내에 있는지를 평가하였다. 실험군은 지르코니아 single crown, 2-unit bridge, 3-unit bridge, 4-unit bridge의 4그룹으로 나누고 각 그룹별로 10개씩 코어를 제작하였다. 평균 변연 간격은 single  $42.95 \pm 6.93 \mu\text{m}$ , 2-unit  $43.53 \pm 5.27 \mu\text{m}$ , 3-unit  $53.43 \pm 13.38 \mu\text{m}$ , 4-unit  $50.85 \pm 8.25 \mu\text{m}$ 으로 나타났다. 근심면, 원심면에서는 single, 2-unit 그룹과 3-unit, 4-unit 그룹 간 span의 길이 요인에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 협면, 설면에서는 모든 그룹에서 span의 길이 요인에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ ). 이러한 결과는 지르코니아 코어의 span 길이가 변연 적합도에 영향을 주었고, 변연간격은 모든 그룹에서 임상적 허용 범위 내에 존재 하였다.

■ 중심어 : | 변연 적합성 | 지르코니아 코어 | CAD/CAM 시스템 |

### Abstract

The purpose of this study was to evaluate the marginal fitnesses on the effect of span length of bridge and the marginal gaps within the clinically allowed range. The samples were fabricated with zirconia core using CAD/CAM system. The test groups were divided by four groups, single crown, 2-units bridge, 3-units bridge and 4-units bridge and 10 zirconia cores per each group. The results of mean marginal gaps were  $42.95 \pm 6.93 \mu\text{m}$  in the single crown,  $43.53 \pm 5.27 \mu\text{m}$  in 2-unit,  $53.43 \pm 13.38 \mu\text{m}$  in 3-unit, and  $50.85 \pm 8.25 \mu\text{m}$  in 4-unit on each. The marginal gap of mesial and distal surfaces were statistically significant differences between single, 2-unit group and 3-unit, 4-unit group ( $p < .05$ ) and this results was effected by the span length. The buccal and lingual surfaces were no statistically significant differences within all groups( $p > .05$ ). From this results the span length of the zirconia core may have influence on marginal fitness and the marginal gaps were within the clinically allowed range.

■ keyword : | Marginal Fit | Zirconia Core | CAD/CAM System |

\* 본 연구는 2013년도 광주보건대학교 연구비의 지원으로 수행되었습니다.

접수일자 : 2013년 08월 14일

수정일자 : 2013년 09월 11일

심사완료일 : 2013년 09월 24일

교신저자 : 주규지, e-mail : jookj@ghc.ac.kr

## I. 서론

치과 보철치료에 있어 심미적이고 생체친화성 수복 치료의 요구로 금속도재관의 사용은 줄고, 강한 물리적 성질을 가지고 있는 지르코니아를 치과 보철수복에 적용하므로 전부도재관의 적용 범위가 넓어지고 있다. 지르코니아 보철물의 기능성과 심미성의 조화를 위해 변연 적합성, 구조적 견고성, 색조 안정성 등 여러 가지 요건들을 충족시켜야 하며, 그 중에서도 변연 적합성은 장기적이고 안정적인 치과 보철물의 필수 요인 중 하나이다.

지르코니아는 높은 강도, 구조적 안정성, 생체적합성 등으로 인해 금속을 대체할 수 있는 코어 재료로 인식되고 있다. 그러나 기존의 도재 수복물 제작방법으로 제작이 어려워 CAD/CAM 시스템을 사용하여 기계적으로 절삭가공 해야 한다. 주로 부분 소결된(pre-sintered) 지르코니아 블록을 사용하는데 제작과정에서 15~30% 정도의 선형 수축이 발생하는 단점이 있다[1]. 소결 과정에서 필연적으로 발생하는 수축을 보상하고 정밀한 보철물을 얻기 위해서는 수축률에 대한 연구가 무엇보다 중요하다.

변연 적합도는 보철물의 장기적이고 안정적인 수명을 위해 매우 중요한 요소이며, 일반적으로 임상에서 허용 가능한 변연 간격은 100에서 120 $\mu$ m 이하가 요구된다[2]. 변연 누출이 커지면 2차 우식증과 치수염, 심미적 문제점을 유발하여 수복물이 실패하는 원인이 되기 때문이다[3]. 지대치에 대한 변연의 적합도를 측정하는 실험적 방법으로 Sorensen은 직접 보는 방법, 절단하여 보는 방법, 인상 채득하여 평가하는 방법, 탐침에 의한 시각적 관찰 등을 제시하였고[4], Molin과 Karlssone등은 코어를 절단할 필요가 없고 측정부위를 손쉽게 늘릴 수 있으며 반복적인 측정이 가능한 replica technique 방법을 사용하였다[5]. 내면 적합도는 보철물의 유지과 지지에 영향을 미치게 되는데 내면공간이 너무 과도하면 파절이나 탈락등의 문제를 야기할 수 있고, 너무 작으면 보철물의 장착을 불완전하게 할 수 있다[6].

Reich 등은 지르코니아 수복물의 임상적 적용까지 CAD/CAM 시스템의 스캔과정, 디자인, 가공, 소결 후

수축에 따른 부정확성이 수복물의 변연에 영향을 미친다고 하였고[7], Abduo 등은 보철물의 적합도에 영향을 미치는 요소로 지르코니아 제작 시스템, 도재 축성, 배열 형태, 지르코니아 span의 길이 등이 있다고 하였다[8].

본 연구에서는 지르코니아 블록(Dentaim Co., Korea)을 CAD/CAM 시스템에 적용하여 single crown, 2-unit bridge, 3-unit bridge, 4-unit bridge 지르코니아 코어를 제작하였다. 코어의 변연 적합도를 replica technique 방법을 이용해 변연 두께를 측정한 후 지르코니아 코어 span의 길이가 변연 적합도에 미치는 영향과, 변연 간격이 임상적으로 허용 가능한 범위 내에 있는지를 평가하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 금속 지대치 제작

주모형의 제작을 위해 직경 6.0mm  $\times$  높이 4.5mm, 변연의 폭은 1.0mm의 deep chamfer margin으로 형성하였고, 지대치의 total taper는 6 $^\circ$ 가 되도록 금속을 삭제하여 single crown, 2-unit bridge(치아간격: 8mm), 3-unit bridge(치아간격: 16mm), 4-unit bridge(치아간격: 24mm) 금속 지대치를 제작하였다(그림 1).

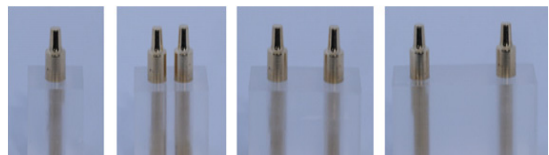


그림 1. 금속 지대치

### 2. 복제모형의 제작

복제용 실리콘 인상재(elite double, Zhermack co, Germany)로 복제용 mold을 제작하여 각 그룹 별로 10개씩 총 40개의 초경석고 모형을 제작하였다.

### 3. 지르코니아 코어의 제작

석고 모형을 스캔한 후 Zmatch CAD/CAM system (Dentaim Co., Korea)으로 지르코니아 블록을 절삭 가

공 후 소결하여 각 그룹별로 10개씩 총 40개의 코어를 제작하였다[그림 2]. 코어 두께는 0.6mm로 일정하게 하고, 지르코니아 코어 내부에 합착재 공간을 위해 40 $\mu$ m의 간격을 부여하였다.



그림 2. CAD/CAM system으로 제작한 지르코니아 코어

#### 4. 변연 적합도 측정

변연 적합도 측정을 위하여 Molin과 Karlson에 의해 소개된 replica technique을 이용하였다. 코핑의 내면에 치과인상용 실리콘을 채우고 만능시험기에 위치시킨 후 40N의 압축강도로 실리콘이 완전히 굳을 때까지 5분간 유지하였다. 모형에서 코어를 조심스럽게 분리한 후 silicon film 내면에 부가 중합형 인상재 regular body를 채워 안정된 film층을 형성하였다.

변연 적합도 측정을 위해 근원심 및 협설 방향으로 실리콘 모형의 정중앙에서 절단하였다. 각 지대치의 4개 계측점인 근심, 원심, 협측, 설측면 변연의 두께를 전자현미경(OLYMPUS GX41, FOCUS Co, Korea)을 이용하여 300배율로 측정하였다[그림 3].

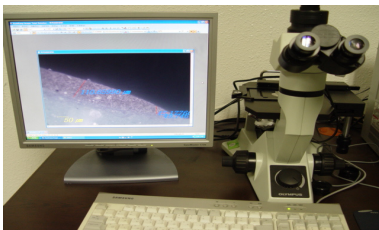


그림 3. 전자현미경

#### 5. 통계처리

통계처리는 SPSS 17.0(SPSS Inc. USA)을 이용하였

다. 각 군의 적합도의 결과는 일원배치분석(one way ANOVA analysis)을 시행하여 통계처리 하였고, 사후 검정은 Duncan test를 이용하여 유의수준 p=0.05에서 검증하였다.

### III. 실험 결과

변연 적합도 측정은 replica technique 방법을 이용해 근원심 및 협설 방향으로 실리콘 모형의 정중앙에서 절단하여 변연 두께를 측정하였다. 통계분석은 각 그룹별 좌우 지대치의 측정값을 합하여 시행하였다. 이로 인해 각 그룹의 표본 수는 single crown은 10개 2-unit, 3-unit, 4-unit bridge는 각각 20개가 되었으며 근심면, 원심면, 협면, 설면으로 나누어 시행하였다.

#### 1. 근원심면 그룹 간 비교 분석

근심 변연 간격의 평균과 표준 편차는 single crown 44.67 $\pm$ 7.43 $\mu$ m, 2-unit 44.26 $\pm$ 6.69 $\mu$ m, 3-unit 57.12 $\pm$ 9.81 $\mu$ m, 4-unit 50.50 $\pm$ 6.17 $\mu$ m로 3-unit bridge에서 가장 두껍게 나타났다[표 1]. 원심 변연 간격의 평균과 표준 편차는 single crown 42.69 $\pm$ 7.64 $\mu$ m, 2-unit 44.97 $\pm$ 4.32 $\mu$ m, 3-unit 54.20 $\pm$ 9.06 $\mu$ m, 4-unit 51.32 $\pm$ 13.32 $\mu$ m로 3-unit bridge에서 가장 두껍게 나타났다[표 2].

각 그룹의 비교를 위한 one way-ANOVA test 결과 근심면, 원심면 모두 유의한 차이를 나타냈고, 어느 그룹 간에 차이가 있는지를 확인하기 위해 Duncan test를 이용해 사후 검정을 시행한 결과 근심면, 원심면 모두 single, 2-unit 그룹과 3-unit, 4-unit 그룹 간 span의 길이 요인에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.05).

표 1. 근심면 변연 간격의 평균과 표준편차 및 일원배치 분석

Marginal gap	Group	N	Mean( $\mu$ m) $\pm$ SD	F	p
Mesial surface	Single	10	44.67 $\pm$ 7.43 <sup>a</sup>	6.219	.002
	2-unit	20	44.26 $\pm$ 6.69 <sup>b</sup>		
	3-unit	20	57.12 $\pm$ 9.81 <sup>b</sup>		
	4-unit	20	50.50 $\pm$ 6.17 <sup>b</sup>		
	Total	70	49.14 $\pm$ 9.06		

표 2. 원심면 변연 간격의 평균과 표준편차 및 일원배치 분석

Marginal gap	Group	N	Mean( $\mu$ m) $\pm$ SD	F	p
Distal surface	Single	10	42.69 $\pm$ 7.64 <sup>a</sup>	3.427	.027
	2-unit	20	44.97 $\pm$ 4.32 <sup>a</sup>		
	3-unit	20	54.20 $\pm$ 9.06 <sup>b</sup>		
	4-unit	20	51.32 $\pm$ 13.32 <sup>b</sup>		
	Total	70	48.30 $\pm$ 9.99		

2. 협설면 그룹 간 비교 분석

협면 변연 간격의 평균과 표준 편차는 single crown 42.54 $\pm$ 7.03 $\mu$ m, 2-unit 42.31 $\pm$ 5.10 $\mu$ m, 3-unit 52.74 $\pm$ 18.89 $\mu$ m, 4-unit 52.12 $\pm$ 5.95 $\mu$ m로 3-unit bridge에서 가장 두껍게 나타났다[표 3]. 설면 변연 간격의 평균과 표준 편차는 single crown 41.93 $\pm$ 6.39 $\mu$ m, 2-unit 42.58 $\pm$ 5.04 $\mu$ m, 3-unit 49.66 $\pm$ 14.42 $\mu$ m, 4-unit 49.44 $\pm$ 6.26 $\mu$ m로 3-unit bridge에서 가장 두껍게 나타났다[표 4].

각 그룹의 비교를 위한 one way-ANOVA test와 Duncan test를 이용해 사후 검정을 시행한 결과 협면, 설면 모두 각 그룹 간 span의 길이 요인에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>.05).

표 3. 협면 변연 간격의 평균과 표준편차 및 일원배치 분석

Marginal gap	Group	N	Mean( $\mu$ m) $\pm$ SD	F	p
Buccal surface	Single	10	42.54 $\pm$ 7.03 <sup>a</sup>	2.860	.055
	2-unit	20	42.31 $\pm$ 5.10 <sup>a</sup>		
	3-unit	20	52.74 $\pm$ 18.89 <sup>a</sup>		
	4-unit	20	52.12 $\pm$ 5.95 <sup>a</sup>		
	Total	70	47.42 $\pm$ 11.56		

표 4. 설면 변연 간격의 평균과 표준편차 및 일원배치 분석

Marginal gap	Group	N	Mean( $\mu$ m) $\pm$ SD	F	p
Lingual surface	Single	10	41.93 $\pm$ 6.39 <sup>a</sup>	2.272	.097
	2-unit	20	42.58 $\pm$ 5.04 <sup>a</sup>		
	3-unit	20	49.66 $\pm$ 14.42 <sup>a</sup>		
	4-unit	20	49.44 $\pm$ 6.26 <sup>a</sup>		
	Total	70	45.90 $\pm$ 9.27		

IV. 고 찰

치과 보철물은 기능성과 심미성의 조화를 위해 변연 적합성, 구조적 견고성, 색조 안정성 등 여러 가지 요건

들을 충족시켜야 한다. 그 중에서도 변연 적합도는 고정성 보철물의 임상적 성공에 중요한 역할을 한다. 부적절한 변연 적합은 치태 침착, 변연 누출을 야기해 이차적인 치아 우식증과 치주질환, 치조골 소실 등을 유발[9] 시키므로 수복물의 장기적인 성공이 보장되려면 정확한 변연 적합이 필수적인 요소이다.

지르코니아는 심미적이고 생체 친화적 재료이며 금속과 유사한 강도의 물리적 성질을 가지고 있지만 부분 소결된 지르코니아 블록을 사용할 경우 소결과정에서 15~30% 정도의 선형 수축이 발생하는 단점을 가지고 있다.

변연 적합도에 영향을 미치는 요소로 정보 입력과정, 수축량에 대한 오차 보상, 가공 정확도, 시멘트의 피막 두께, 접착 시 압력, 변연의 형태와 위치 등이 있다. Koo등은 전부 도재관에서 130° chamfer margin과 shoulder margin이 90° shoulder margin보다 변연 적합도가 더 우수하다고 하였다[10]. 본 연구에서는 1.0mm폭의 deep chamfer margin과 지대치의 total taper는 6°가 되도록 금속을 동일한 조건으로 삭제하여 복제 모형을 제작하였다. CAD/CAM 시스템을 사용하여 single crown, 2-unit, 3-unit, 4-unit bridge 각 그룹 당 10개씩 40개의 지르코니아 코어를 제작하였고, span이 길어짐에 따라 지르코니아 보철물의 변연 적합도가 영향을 받는지를 평가해 보았다.

Sorensen은 지대치의 변연 적합도를 측정하는 방법으로 직접 보는 방법, 절단하여 보는 방법, 인상 채득하여 평가하는 방법, 탐침에 의한 시각적 관찰 등을 제시하였다[4]. Molin과 Karlssone등이 적합도 비교를 위해 사용한 replica technique 방법은 코어를 절단할 필요가 없어 간단하고 변형을 막을 수 있으며, 측정부위를 손쉽게 늘릴 수 있고 반복적인 측정이 가능한 장점이 있다[5]. Habib등은 코어를 절단하여 관찰하는 방법과 replica technique 방법으로 내면 적합도를 비교 평가한 결과, 두 방법 사이에 유의한 차이가 없다고 보고하였다[11].

본 연구에서도 정밀도가 높은 부가 중합형 실리콘 인상재를 사용하여 replica technique 방법을 이용하였다. 근원심 및 협설 방향으로 실리콘 모형의 정중앙에서 절

단 후 각 지대치의 4개 계측점인 근원심 및 협설측의 silicon film 두께를 300배율로 측정하였다. 그 결과 근심 변연 간격은 single crown  $44.67 \pm 7.43 \mu\text{m}$ , 2-unit  $44.26 \pm 6.69 \mu\text{m}$ , 3-unit  $57.12 \pm 9.81 \mu\text{m}$ , 4-unit  $50.50 \pm 6.17 \mu\text{m}$ 로 나타났고, 원심 변연 간격은 single crown  $42.69 \pm 7.64 \mu\text{m}$ , 2-unit  $44.97 \pm 4.32 \mu\text{m}$ , 3-unit  $54.20 \pm 9.06 \mu\text{m}$ , 4-unit  $51.32 \pm 13.32 \mu\text{m}$ 로 근원심 모두 3-unit bridge에서 가장 두껍게 나타났다. ANOVA test 결과 근원심 모두 유의한 차이를 나타냈고, Duncan test를 이용해 사후 검정을 시행한 결과 근심면, 원심면 모두 single, 2-unit 와 3-unit, 4-unit 그룹 간 span의 길이 요인에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ( $p < .05$ ).

협면 변연 간격은 single crown  $42.54 \pm 7.03 \mu\text{m}$ , 2-unit  $42.31 \pm 5.10 \mu\text{m}$ , 3-unit  $52.74 \pm 18.89 \mu\text{m}$ , 4-unit  $52.12 \pm 5.95 \mu\text{m}$ 로 나타났고, 설면 변연 간격은 single crown  $41.93 \pm 6.39 \mu\text{m}$ , 2-unit  $42.58 \pm 5.04 \mu\text{m}$ , 3-unit  $49.66 \pm 14.42 \mu\text{m}$ , 4-unit  $49.44 \pm 6.26 \mu\text{m}$ 로 협설면 모두 3-unit bridge에서 가장 두껍게 나타났지만, ANOVA test와 Duncan test 결과 협면, 설면 모두 각 그룹 간 span의 길이 요인에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 없었다 ( $p > .05$ ).

지르코니아 코어의 span 길이와 변연 간격 사이의 비례적 상관관계는 보이지 않았지만, 유의한 차이를 보인 부위가 협설측보다는 근원심측 부위에 나타난 것은 span의 길이가 코어의 근원심 변연 적합도에 영향을 주었다는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 지르코니아 코어의 형태가 협설측보다는 근원심측으로 길기 때문에 수축과정에서 더 많은 오차가 발생했기 때문이라 사료된다.

임상적으로 수용 가능한 보철물의 변연 적합도에 관하여 McLean과 Von Fraunhofer는 제작 시점으로부터 5년 이상의 구강내 1,000개의 수복물에 대한 연구에서  $100 \mu\text{m}$  정도의 변연 불일치는 임상적으로 거의 문제가 없고, 허용할 수 있는 최대 변연 간격은  $120 \mu\text{m}$ 라고 보고하였다[12]. 본 연구에서 근원심과 협설 변연 간격은 모든 그룹에서  $100 \mu\text{m}$ 이하로 나타나 임상적 허용 범위 내에 존재 함을 확인 하였다.

CAD/CAM 시스템으로 제작된 지르코니아 변연 적

합도에 관한 연구에서 Reich등은 지르코니아 3-unit 고정성 국소의치의 연구에서 Digident  $75 \mu\text{m}$ , Lava  $65 \mu\text{m}$ , Cerec Inlab  $54 \mu\text{m}$ 의 변연 간격을 보였고[7], Benur등은 Cerec Inlab 시스템의 변연 간격을  $56.6 \pm 19.6 \mu\text{m}$ 이라 보고하였으며[13], 김등은 지르코니아 코어를 광간섭단층 영상기로 측정한 결과  $71 \mu\text{m}$ 의 간격을 보고하였다[14].

본 연구에서도 지르코니아 코어의 근원심과 협설면을 합한 평균 변연 간격이 single crown  $42.95 \pm 6.93 \mu\text{m}$ , 2-unit  $43.53 \pm 5.27 \mu\text{m}$ , 3-unit  $53.43 \pm 13.38 \mu\text{m}$ , 4-unit  $50.85 \pm 8.25 \mu\text{m}$ 을 보여 선행들의 연구와 비슷한 결과를 보였고, span 길이의 증가는 코어와 지대치 간의 변연 적합도를 저하시킬 가능성이 있다고 사료된다.

본 연구는 지르코니아 코어의 span의 길이가 적합도에 영향을 미친다는 것과 임상적으로 허용할 만한 범위 내에 있다는 것에 의의가 있지만, 추후 4-unit bridge 이상 long span의 적합도 연구의 필요성과 임상과 더 가까운 porcelain veneering 후의 적합도 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 CAD/CAM 시스템으로 제작된 지르코니아 single crown, 2-unit bridge, 3-unit bridge, 4-unit bridge 코어의 변연 적합도를 replica technique을 이용해 측정한 후 span의 길이가 변연 적합도에 미치는 영향을 평가해보고, 변연 간격이 임상적으로 허용 가능한 범위 내에 있는지를 평가해 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 변연 간격이 single crown  $42.95 \pm 6.93 \mu\text{m}$ , 2-unit bridge  $43.53 \pm 5.27 \mu\text{m}$ , 3-unit bridge  $53.43 \pm 13.38 \mu\text{m}$ , 4-unit bridge  $50.85 \pm 8.25 \mu\text{m}$ 으로 span의 길이가 변연 적합도에 영향을 주었고, 모든 그룹에서 임상적 허용 범위 내에 존재 하였다.
2. 근심면, 원심면에서는 single, 2-unit 그룹과 3-unit, 4-unit 그룹 간 span의 길이 요인에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ( $p < .05$ ).
3. 협면, 설면에서는 각 그룹 간 span의 길이 요인에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 없었다 ( $p > .05$ ).

참고 문헌

[1] D. Suttor, K. Bunke, H. Hauptmann, and G. Hertlein, "LAVA- the system for all-ceramic ZrO<sub>2</sub> crown and frameworks," Int J Comput Dent, Vol.4, No.3, pp.195-206, 2001.

[2] U. C. Belser, M. I. MacEntee, W. A. Richter, "Fit of three porcelain-fused-to-metal marginal designs in vivo: a scanning electron microscope study," J Prosthet Dent, Vol.53, No.1, pp.24-29, 1985.

[3] D. A. Felton, B. E. Kanoy, S. C. Bayne, and G. P. Wirthman, "Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health," J Prosthet Dent, Vol.65, No.3, pp.357-364, 1991.

[4] J. A. Sorensen, "A standardized method for determination of crown margin fidelity," J Prosthet Dent, Vol.64, No.1, pp.18-24, 1990.

[5] M. Molin and S. Karlsson, "The fit of gold inlays and three ceramic inlay system. A clinical and invitro study," Acta Odontol Scand, Vol.51, No.4, pp.201-206, 1993.

[6] S. H. Hung, K. S. Hung, J. D. Eick, and R. Chappell, "Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two type of ceramic crown," J Prosthet Dent, Vol.63, No.1, pp.26-31, 1990.

[7] S. Reich, M. Wichmann, E. Nkenke, and P. Proeschel, "Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM system," Eur J Oral Sci, Vol.113, No.2, pp.174-179, 2005.

[8] J. Abduo, K. Lyons, and M. Swain, "Fit of zirconia fixed partial denture: a systematic review," J Oral Rehabil, Vol.37, No.11,

pp.866-876, 2010.

[9] J. A. Sorensen, "A rationale for comparison of plaque-retaining properties of crown systems," J Prosthet Dent, Vol.62, No.3, pp.264-269, 1989.

[10] J. Y. Koo, J. H. Lim, and I. H. Cho, "Marginal fidelity according to the margin type of all ceramic crowns," J Korean Acad Prosthodont, Vol.35, No.3, pp.445-457, 1997.

[11] Y. Habib, E. Gerorges, M. Salim, S. Albert, and T. Khaldoun, "In vitro evaluation of the "Replica Technique" in the measurement of the fit of Procera crow," J Contemp Dent Pract, Vol.9, No.2, pp.25-32, 2008.

[12] J. W. McLean and J. A. Von Fraunhofer, "The estimation of cement film thickness by an in vivo techniqu," Br Dent J, Vol.131, No.3, pp.107-111, 1971.

[13] F. Beuer, H. Aggstaller, D. Edelhoff, and W. G. Gernet, "Marginal and internal fits of fixed dental prostheses zirconia retainers," Dent Mater, Vol.25, No.1, pp.94-102, 2009.

[14] 김재홍, 김기백, "광간섭단층영상기를 이용한 치과용 지르코니아 코어의 적합도 분석", 한국콘텐츠논문지, 제12권, 제8호, pp.240-247, 2012.

저자 소개

노형록(Hyeong-Rok Nho)

정희원



- 2006년 8월 : 광주보건대학교 치공과 학사
- 2013년 8월 : 전북대학교 대학원 바이오나노시스템공학과(공학석사)
- 2013년 8월 ~ 현재 : 한결치과

기공실 실장

<관심분야> : 치과 세라믹재료, 의용생체재료

선금주(Gum-Ju Sun)

정회원



- 1994년 2월 : 전남대학교 대학원  
고분자공학과(공학석사)
- 1999년 2월 : 전남대학교 대학원  
고분자공학과(공학박사)
- 2013년 ~ 현재 : 광주보건대학  
교 치기공과 교수

<관심분야> : 치과용 고분자재료

주규지(Kyu-Ji Joo)

정회원



- 2003년 8월 : 조선대학교 대학원  
금속재료공학과(공학석사)
- 2008년 2월 : 전북대학교 대학원  
바이오나노시스템공학과(공학박사)
- 2006년 ~ 현재 : 광주보건대학  
교 치기공과 교수

<관심분야> : 치과 세라믹재료, 치과 금속재료