

구강인기방법과 블록 종류에 따른 지르코니아 코핑의 변연적합도 비교

Comparison of Marginal Fitness of Zirconia Copings According to Impression Techniques and Zirconia Blocks

정인성, 전병욱, 김원영
부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과

In-Sung Chung(ischung@cup.ac.kr), Byung-Wook Jeon(nanjbu@nate.com),
Won-Young Kim(92por@hanmail.net)

요약

구강인기방법과 지르코니아 블록 종류에 따른 지르코니아 코핑의 변연적합도 변화를 관찰하기 위해 2종의 고무인상재와 1종의 구강스캐너를 사용한 구강인기방법과 3종의 지르코니아 블록을 사용하여 지르코니아 코핑을 10개씩 제작하여 표면 거칠기와 변연적합도를 측정하였다. 표면 거칠기는 LUXEN Smile($2.3 \pm 0.9 \mu\text{m}$) 블록이 가장 우수하였다. 그리고 협측 변연간격은 HL시편($26.5 \pm 2.1 \mu\text{m}$), 설측 변연간격은 HL시편($27.2 \pm 2.1 \mu\text{m}$), 근심 변연간격은 HJ시편($29.6 \pm 4.0 \mu\text{m}$), 원심 변연간격은 HJ시편($29.0 \pm 3.0 \mu\text{m}$)이 가장 낮게 나타났으며, 통계학적으로 유의차가 있었다($p < 0.05$). 이 결과, 구강인기방법과 지르코니아 블록 종류가 변연적합도에 영향을 준 것으로 나타났으며, 변연간격은 모든 군에서 임상적 허용 범위 내에 속했다.

■ 중심어 : | 구강스캐너 | 지르코니아 블록 | 지르코니아 코핑 | 변연적합도 | 표면 거칠기 |

Abstract

The purpose of this study was to compare of marginal fitness of zirconia copings according to impression techniques and zirconia blocks. For the conventional impression, two types of rubber impression materials were used and digital impression was made by using an intraoral scanner. Zirconia copings were manufactured from three types of blocks. With each of ten zirconia copings was determined by surface roughness and marginal fitness. For surface roughness, LUXEN Smile($2.3 \pm 0.9 \mu\text{m}$) block was superior. And the lowest mean values and standard deviations of marginal gap for the HL specimens were $26.5 \pm 2.1 \mu\text{m}$ for buccal, $27.2 \pm 2.1 \mu\text{m}$ for lingual, and that of the HJ specimens $29.6 \pm 4.0 \mu\text{m}$ for mesial, $29.0 \pm 3.0 \mu\text{m}$ for distal. One-way ANOVA showed statistically significant difference between groups for marginal fitness($p < 0.05$). From the above results, the impression techniques and zirconia blocks had influence on marginal fit of the zirconia copings. Also the marginal fitness of all groups showed clinically acceptable range.

■ keyword : | Intraoral Scanner | Zirconia Block | Zirconia Coping | Marginal Fitness | Surface Roughness |

* 본 연구는 2015년도 부산가톨릭대학교 연구비의 지원으로 수행되었습니다.

접수일자 : 2015년 07월 06일

심사완료일 : 2015년 07월 30일

수정일자 : 2015년 07월 30일

교신저자 : 김원영, e-mail : 92por@hanmail.net

I. 서론

디지털 치의학의 발전과 심미적이고 생체친화적 수복치료의 요구가 증가하면서 금속-도재관보다는 지르코니아 코핑을 이용한 전부도재관의 수요가 증가하고 있다[1]. 지르코니아 코핑을 이용한 전부도재관의 성패는 변연적합성, 내구성, 색조 안정성, 베니어 세라믹스와의 결합강도 등에 의해 좌우된다[2][3]. 이 요소 중 변연적합성은 보철물의 장기적, 안정적 수명을 위해 매우 중요한 요소이며, 임상에서 허용되는 변연간격은 100~120 μ m 이하이다. 변연간격이 허용치보다 크면, 시멘트의 용해가 발생해 그 틈 사이로 치태 및 음식물 침착으로 인한 2차 우식과 치은염이 발생할 수 있고[4][5], 치과보철물의 파절 원인이 되기도 한다[6].

디지털 방식의 치과 CAD/CAM 시스템을 활용하여 제작한 전부도재관의 변연적합도에 영향을 주는 요인으로는 인상채득 방법 및 재료, 데이터 변환, 치과보철물 디자인, 지대치의 형태, 치과용 밀링머신 등이 있다[7]. 전부도재관의 변연적합도에 관한 연구로는 치과용 밀링 장비 간의 차이를 비교한 연구[8]와 지르코니아 코어의 span 길이가 변연적합도에 미치는 영향[9] 그리고 구강스캐너를 활용하여 제작하는 전부도재관의 변연적합도에 미치는 영향에 대한 보고가 있으며, An 등[10]과 Cho 등[11]은 구강스캐너 사용법이 전통적인 인상법보다 변연적합도가 떨어진다고 보고하였고, Pradies 등[12]은 구강스캐너 사용법이 전통적인 인상법보다 변연적합도가 우수하다고 보고하였다.

최근에는 지르코니아 블록 제조회사에서 색조 재현성이 우수한 다양한 블록과 적층용 도재, 착색 도재 등을 개발하고 있다[13]. 다양한 지르코니아 블록들의 파절강도, 결합강도, 경도 등 기계적 특성에 관한 연구는 다양하게 이루어지고 있으며[14-16], 지르코니아 블록의 소결 후 수축에 따른 부정확성이 변연적합도에 영향을 미친다는 보고[17]는 있으나, 지르코니아 블록 종류에 따른 변연적합도에 관한 비교 연구는 전혀 없는 실정이다.

본 연구에서는 임상에서 많이 사용되고 있는 3종의 구강인기방법과 3종의 지르코니아 블록을 사용하여 제

작한 지르코니아 코핑의 표면 거칠기와 변연적합도를 측정하여 구강인기방법과 지르코니아 블록 종류가 지르코니아 코핑의 변연적합도에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 금속 지대치 제작

금속 지대치는 높이 5mm, 직경 10mm, 경사각 3° taper, 1mm chamfer margin의 치아 형태가 되도록 customized abutment Ti 블록(BTBR10S, Shinhung Co., Korea)을 치과용 밀링머신으로 가공하여 금속 지대치를 제작하였다(그림 1-a).

2. 디지털 모형과 STL 파일 제작

디지털 모형은 2종의(Exafine injection, GC Co., Japan; HyFlex light, Osstem Implant Co., Korea) 고무 인상재를 사용하여 금속 지대치의 인상을 채득하고 인상체에 치과용 석고 모형재(Fugirock EP, GC Co., Japan)를 사용하여 석고 모형(그림 1-b)을 제작한 다음, 치과용 광학 스캐너(Scanner 600, Zirkonzahn GmbH, Italy)를 이용하여 디지털 모형을 제작하였고, STL 파일은 구강스캐너(CEREC Omnicam, Sirona Dental System, Germany)로 금속 지대치를 스캔하여 제작하였다.

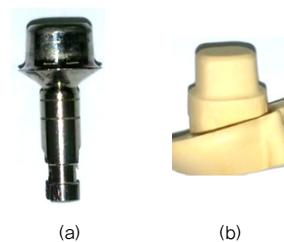


그림 1. 금속 지대치(a) 및 석고 모형(b)

3. 지르코니아 코핑 제작

스캔이 완료된 3D 모형과 구강스캐너를 이용하여 제

작한 STL 파일을 해당 캐드 프로그램을 이용하여 코핑을 디자인한 후 치과용 밀링머신(CAD/CAM MS, Zirkonzahn GmbH, Italy)을 이용하여 3종류의 반소결 상태의 지르코니아 블록을 가공하였다. 가공이 완료된 코핑을 전용 소결로(Zirkonofen 600, Zirkonzahn GmbH, Italy)로 최종 소결 과정을 거쳐 지르코니아 코핑을 각각 10개를 제작하였다[표 1]. 모든 과정은 제조사의 지시대로 시행하였다.

표 1. 지르코니아 블록 재료

재료	제품명	제조회사	N
Zirconia block	iJAM Emerald	U&C Inc., Korea	10
	LUXEN Smile block	DM FACTORY CO., Korea	10
	ICE Zirkon transluzent	Zirkonzahn GmbH, Italy	10

4. 표면 거칠기 관찰

지르코니아 블록 간의 표면 거칠기를 관찰하기 위하여 지르코니아 코핑을 절단한 후 내면을 digital microscope(VHX-600, KEYENCE Co., Japan)를 이용하여 세 군데를 측정하여 그 평균을 표면 거칠기 값으로 하였다.

5. 변연적합도 측정

지대치와 지르코니아 코핑 간의 변연적합도를 관찰하기 위하여 실리콘 복제법(silicone replica technique)을 이용하여 협설 방향, 근원심 방향으로 나누어 변연간격을 측정하였다. 지르코니아 코핑 안쪽에 light body silicone을 채운 후 지대치에 시적하여 압력을 가하였다. 그 후에 light body silicone이 손상되지 않게 지대치에서 지르코니아 코핑을 제거한 후 medium body silicone으로 둘러쌌다. 실리콘 복제본이 완성된 후 절단한 단면을 stereo microscope(SZX7, Olympus, Japan)을 이용하여 40배율로 변연간격을 측정하였다.

5. 통계 분석

SPSS Ver.21.0 for windows program(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 통계 분석을 시행하였다. 시편을 [표 2]와 같이 분류하여 변연간격 평균값과

표준편차를 구하고 각 그룹 간의 유의차를 검정하기 위하여 95% 신뢰도 조건에서 일원 배치분산분석을 시행하였으며, 사후검정으로 Scheffe 분석을 시행하였다.

표 2. 시편 분류

구강인기 방법	지르코니아 블록	Group	N	
고무 인상재	HyFlex light	iJAM Emerald	HJ	10
		LUXEN Smile block	HL	10
		ICE Zirkon transluzent	HZ	10
	Exafine injection	iJAM Emerald	EJ	10
		LUXEN Smile block	EL	10
		ICE Zirkon transluzent	EZ	10
구강 스캐너	CEREC Omnicam	iJAM Emerald	CJ	10
		LUXEN Smile block	CL	10
		ICE Zirkon transluzent	CZ	10

III. 실험 결과

1. 표면 거칠기 관찰

지르코니아 블록에 따른 표면 거칠기(Ra)는 [표 3]과 같이 LUXEN Smile($2.3 \pm 0.9 \mu m$)이 가장 낮게 나타났으며, ICE Zirkon transluzent($3.7 \pm 0.6 \mu m$), iJAM Emerald($4.5 \pm 1.3 \mu m$) 순으로 나타났으며, 통계학적으로 유의차가 있었다($p < 0.05$).

표 3. 표면 거칠기 평균 및 표준편차

	Block	Mean \pm SD(μm)	Min.	Max.
Surface roughness (Ra)	iJAM Emerald	4.5 ± 1.3^a	3.9	5.0
	LUXEN Smile block	2.3 ± 0.9^b	2.0	2.8
	ICE Zirkon transluzent	3.7 ± 0.6^a	3.5	4.0

^{a,b} The same letters indicate no significant difference between groups by Scheffe($p < 0.05$).

2. 변연적합도 측정

지르코니아 코핑과 지대치 사이의 변연적합도를 협, 설, 근, 원심측을 실제현미경을 사용하여 관찰한 그림이다[그림 2].

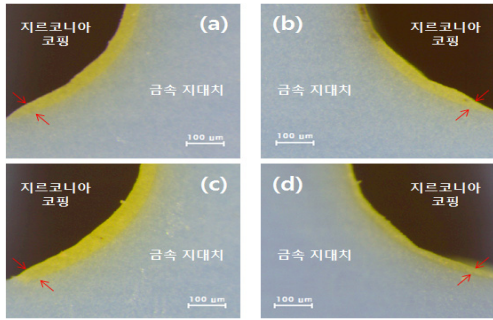


그림 2. 실체현미경으로 관찰한 변연적합도(x40); (a)협측 (b)설측 (c)근심측 (d)원심측

표 4. 협측 변연간격 평균 및 표준편차 (n=10)

Marginal gap	group	Mean±SD (μm)	Min.	Max.	F	P
Buccal	HJ	32.7±4.1 ^{a,b}	26.1	37.0	76.859	.000
	HL	26.5±2.1 ^a	23.2	29.0		
	HZ	34.5±5.0 ^{a,b}	25.4	40.7		
	EJ	72.0±4.0 ^e	67.0	78.0		
	EL	43.9±4.6 ^{c,d}	38.2	50.1		
	EZ	51.8±7.7 ^d	43.3	63.6		
	CJ	44.4±8.2 ^{c,d}	35.4	54.0		
	CL	30.6±3.0 ^{a,b}	26.1	35.1		
	CZ	37.4±2.2 ^{b,c}	33.6	40.4		

a,b,c,d,e The same letters indicate no significant difference between groups by Scheffe(p)0.05).

협측 변연간격은 [표 4]와 같이 HL시편이 26.5±2.1μm로 가장 낮게 나타났으며, CL시편(30.6±3.0μm), HJ시편(32.7±4.1μm), HZ시편(34.5±5.0μm), CZ시편(37.4±2.2μm), EL시편(43.9±4.6μm), CJ시편(44.4±8.2μm), EZ시편(51.8±7.7μm), EJ시편(72.0±4.0μm) 순으로 나타났으며, 통계학적으로 유의차가 있었다(p<0.05).

표 5. 설측 변연간격 평균 및 표준편차 (n=10)

Marginal gap	group	Mean±SD (μm)	Min.	Max.	F	P
Lingual	HJ	28.8±2.8 ^a	26.1	36.2	91.065	.000
	HL	27.2±2.1 ^a	22.6	29.6		
	HZ	34.6±5.0 ^{a,b}	25.7	40.8		
	EJ	71.3±4.0 ^e	65.5	77.4		
	EL	45.7±4.7 ^{c,d}	38.2	50.1		
	EZ	52.9±6.8 ^d	43.3	63.6		
	CJ	44.1±7.5 ^c	35.4	54.0		
	CL	31.7±3.0 ^{a,b}	27.2	36.2		
	CZ	37.8±2.5 ^{b,c}	33.1	40.7		

a,b,c,d,e The same letters indicate no significant difference between groups by Scheffe(p)0.05).

설측 변연간격은 [표 5]와 같이 HL시편이 27.2±2.1μm로 가장 낮게 나타났으며, HJ시편(28.8±2.8μm), CL시편(31.7±3.0μm), HZ시편(34.6±5.0μm), CZ시편(37.8±2.5μm), CJ시편(44.1±7.5μm), EL시편(45.7±4.7μm), EZ시편(52.9±6.8μm), EJ시편(71.3±4.0μm) 순으로 나타났으며, 통계학적으로 유의차가 있었다(p<0.05).

표 6. 근심측 변연간격 평균 및 표준편차 (n=10)

Marginal gap	group	Mean±SD (μm)	Min.	Max.	F	P
Mesial	HJ	29.6±4.0 ^a	26.5	39.9	61.631	.000
	HL	35.1±3.4 ^{a,b,c}	29.1	40.7		
	HZ	34.5±5.1 ^{a,b}	25.4	40.7		
	EJ	72.6±4.2 ^e	66.7	78.3		
	EL	43.9±4.6 ^{b,c,d}	38.2	50.1		
	EZ	52.1±7.8 ^d	43.3	64.5		
	CJ	44.4±8.4 ^{c,d}	35.4	54.5		
	CL	40.9±3.0 ^{b,c}	36.4	45.4		
	CZ	38.0±2.5 ^{a,b,c}	33.7	41.4		

a,b,c,d,e The same letters indicate no significant difference between groups by Scheffe(p)0.05).

근심측 변연간격은 [표 6]과 같이 HJ시편이 29.6±4.0μm로 가장 낮게 나타났으며, HZ시편(34.5±5.1μm), HL시편(35.1±3.4μm), CZ시편(38.0±2.5μm), CL시편(40.9±3.0μm), EL시편(43.9±4.6μm), CJ시편(44.4±8.4μm), EZ시편(52.1±7.8μm), EJ시편(72.6±4.2μm) 순으로 나타났으며, 통계학적으로 유의차가 있었다(p<0.05).

표 7. 원심측 변연간격 평균 및 표준편차 (n=10)

Marginal gap	group	Mean±SD (μm)	Min.	Max.	F	P
Distal	HJ	29.0±3.0 ^a	24.6	33.7	80.302	.000
	HL	34.6±2.7 ^{a,b}	28.4	37.4		
	HZ	32.0±4.9 ^{a,b}	25.0	39.0		
	EJ	71.4±3.9 ^e	65.1	76.7		
	EL	44.0±4.6 ^{c,d}	38.2	50.1		
	EZ	51.4±6.8 ^d	43.5	62.7		
	CJ	45.0±6.8 ^{c,d}	34.0	53.5		
	CL	47.6±3.0 ^d	43.1	52.1		
	CZ	38.6±2.1 ^{b,c}	33.6	40.4		

a,b,c,d,e The same letters indicate no significant difference between groups by Scheffe(p)0.05).

원심측 변연간격은 [표 7]과 같이 HJ시편이 29.0±3.0μm로 가장 낮게 나타났으며, HZ시편(32.0±4.9μm), HL시편(34.6±2.7μm), CZ시편(38.6±2.1μm), EL시편(44.0±4.6μm)

(μm), CJ시편($45.0 \pm 6.8 \mu\text{m}$), CL시편($47.6 \pm 3.0 \mu\text{m}$), EZ시편($51.4 \pm 6.8 \mu\text{m}$), EJ시편($71.4 \pm 3.9 \mu\text{m}$) 순으로 나타났으며, 통계학적으로 유의차가 있었다($p < 0.05$).

IV. 고찰

본 연구에서는 구강인기방법과 지르코니아 블록 종류에 따른 지르코니아 코핑의 변연적합도 변화를 관찰하기 위해 2종의 고무인상재와 1종의 구강스캐너를 사용한 구강인기방법과 3종의 지르코니아 블록을 사용하여 지르코니아 코핑을 제작한 다음 변연적합도를 측정하였다.

지르코니아 코핑의 변연적합도 측정은 절단하여 관찰하는 방법, 광간섭단층영상(OCT)을 이용하여 관찰하는 방법과 정확도에서 유의차가 없고, 코핑 절단 시 생기는 변연의 변형을 막을 수 있으며 반복 측정도 가능하다는 장점을 가진 실리콘 복제법(silicone replica technique)을 사용하였다[18][19].

치과 CAD/CAM 시스템 사용을 위한 구강인기방법은 고무인상재를 사용하는 전통법과 구강스캐너를 사용하는 디지털 인상채득법이 있다. 디지털 인상채득법은 전통법에 비해 사용재료의 경화수축에 의한 오차가 없고, 여러 번 인상 채득이 가능하고, bite check 없이 교합을 인기 할 수 있다는 장점이 있으나, 언더컷 부위를 스캔할 수 없어 변연 하방의 sub gingival contour의 재현이 어렵다는 단점이 있다[20].

현재 임상에서 사용되고 있는 구강스캐너에 관한 변연적합도 연구에는 Schaefer 등[21]은 iTero 90 μm , Trios 128 μm , CEREC AC Bluecam 146 μm , Lava COS 109 μm 의 변연간격을 보고 하였고, Ng 등[22]은 Lava COS 48 μm 의 변연간격에 대한 보고가 있었다. 본 연구에서도 구강인기방법이 변연적합도에 영향을 준 것으로 나타났으며, 변연간격은 모든 군에서 임상적 허용범위인 120 μm [23]보다 낮게 나타났는데, 이는 디지털 인상채득법은 기존의 인상채득법과 대등한 정확도를 나타내고 있다는 보고와도 일치한다[24][25]. 구강인기방법에 따라 변연적합도에 차이가 있음을 확인할 수 있었고, 고무인상재를 사용하는 전통법을 사용할 때는 크기

변화가 적은 인상재의 선택과 인상재와 젖음성이 좋은 모형재의 선택과 모형을 정확하게 스캔할 수 있는 스캔 방법의 선택이 매우 중요하다. 또한 구강스캐너 사용시는 구강스캐너의 종류에 따라 변연적합도가 큰 차이가 있다는 것과 변연하부의 언더컷 부위의 스캔이 어렵다는 점을 고려하여 정확한 지르코니아 코핑 제작을 위해서는 정확도가 우수한 구강스캐너의 선택과 개발 그리고 정확하고 숙련된 기술이 필요하다고 생각한다.

지르코니아 블록의 소결 후 수축에 따른 부정확성이 변연적합도에 영향을 미친다는 보고[17]는 있으나, 지르코니아 블록 종류에 따른 변연적합도에 관한 연구는 전혀 없는 실정이다.

국내 임상에서 많이 사용되고 있는 3종의 지르코니아 블록을 선택하여 변연적합도를 비교한 결과, 지르코니아 블록 종류가 변연적합도에 영향을 준 것으로 나타났으며, 변연간격은 모든 군에서 임상적 허용범위인 120 μm [23]보다 낮게 나타났다. 그리고 표면 거칠기와 변연적합도와의 상관관계를 비교한 결과는 표면 거칠기가 가장 낮은 LUXEN Smile 블록이 가장 우수한 것으로 나타났는데 이는 표면 거칠기가 낮을수록 변연적합도가 좋았다는 보고와도 일치한다[26]. 지르코니아 코핑의 표면 거칠기가 다르게 나타나는 이유는 지르코니아 입자 크기와 밀도 차이, 코핑을 가공할 때 사용되는 밀링바의 거칠기와 상태 차이 때문이라고 판단된다. 지르코니아 블록에 따라 표면 거칠기와 변연적합도에 차이가 있음을 확인할 수 있었고, 정확한 지르코니아 코핑 제작을 위해 기계적 특성과 소결성이 우수한 블록을 선택할 필요가 있다고 생각한다.

V. 결론

구강인기방법과 지르코니아 블록 종류에 따른 지르코니아 코핑의 변연적합도 변화를 관찰하기 위해 2종의 고무인상재와 1종의 구강스캐너를 사용한 구강인기방법과 3종의 지르코니아 블록을 사용하여 지르코니아 코핑을 제작하여 표면 거칠기와 변연적합도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 구강인기방법이 변연적합도에 영향을 준 것으로

나타났으며, 변연간격은 모든 군에서 임상적 허용 범위 내에 속했다.

2. 지르코니아 블록 종류가 변연적합도에 영향을 준 것으로 나타났으며, 변연간격은 모든 군에서 임상적 허용 범위 내에 속했다.

참고 문헌

- [1] 이해형, "최근 치과용 지르코니아 CAD/CAM 수복물의 임상적 고찰," 대한치과의사협회지, 제49권, 제5호, pp.279-285, 2011.
- [2] H. J. Conrad, W. J. Seong, and I. J. Pesun, "Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review," J Prosthet Dent, Vol.98, No.5, pp.389-404, 2007.
- [3] B. Al-Amleh, K. Lyons, and M. Swain, "Clinical trials in zirconia: a systematic review," J Oral Rehabil, Vol.37, No.8, pp.641-652, 2010.
- [4] J. D. Bader, R. G. Rozier, W. T. McFall Jr., and D. L. Ramsey, "Effect of crown margins on periodontal conditions in regularly attending patients," J Prosthet Dent, Vol.65, No.1, pp.75-79, 1991.
- [5] 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.
- [6] J. B. Quinn, G. D. Quinn, J. R. Kelly, and S. S. Scherrer, "Fractographic analyses of three ceramic whole crown restoration failures," Dent Mater, Vol.21, No.10, pp.920-929, 2005.
- [7] 허중보, 심준성, "CAD/CAM 보철물의 제작 과정에서 오류가 발생할 수 있는 요소들에 대한 경험적 고찰," 대한치과의사협회지, 제52권, 제6호, pp.332-345, 2014.
- [8] M. Contrepois, A. Soenen, M. Bartala, and O. Laviolle, "Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review," J Prosthet Dent, Vol.110, No.6, pp.447-454, 2013.
- [9] 노형록, 선금주, 주규지, "CAD/CAM 시스템으로 제작한 지르코니아 코어의 변연 적합도 평가," 한국콘텐츠학회논문지, 제13권, 제11호, pp.800-806, 2013.
- [10] S. Y. An, S. T. Kim, H. M. Choi, J. H. Lee, and H. S. Moon, "Evaluating the marginal fit of zirconia copings with digital impressions with an intraoral digital scanner," J Prosthet Dent, Vol.112, No.5, pp.1171-1175, 2014.
- [11] S. H. Cho, O. Schaefer, G. A. Thompson, and A. Guentsch, "Comparison of accuracy and reproducibility of casts made by digital and conventional methods," J Prosthet Dent, Vol.113, No.4, pp.310-315, 2015.
- [12] G. Pradies, C. Zarauz, A. Valverde, A. Ferreira, and F. Martinez-Rus, "Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology," J Dent, Vol.43, No.2, pp.201-208, 2015.
- [13] M. N. Aboushelib, C. J. Kleverlaan, and A. J. Feilzer, "Effect of zirconia type on its bond strength with different veneer ceramics," J Prosthodont, Vol.17, No.5, pp.401-408, 2008.
- [14] 이인섭, 김정미, 동진근, "치아 부위에 따른 지르코니아 도재관의 파절강도," 대한치과보철학회지, 제48권, 제2호, pp.94-100, 2010.
- [15] 이정환, 안재석, "저온열화가 도재전장 지르코니아의 결합강도와 굴곡강도에 미치는 영향," 대한치과기공학회지, 제33권, 제3호, pp.193-202, 2011.
- [16] 박다령, 배지명, 오승환, "글리세린이 coloring liquid의 침투와 지르코니아 경도에 미치는 영향," 대한치과기공학회지, 제40권, 제4호, pp.327-334, 2013.
- [17] 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.

- [18] 김재홍, 김기백, "고정성 보철물의 적합도 측정 시 사용하는 실리콘 복제본 기술의 정확도 평가," *치위생과학회지*, 제12권, 제6호, pp.566-571, 2012.
- [19] 김재홍, 김기백, "광간섭단층영상기를 이용한 치과용 지르코니아 코어의 적합도 분석," *한국콘텐츠학회논문지*, 제12권, 제8호, pp.240-247, 2012.
- [20] S. S. Wagman, "The role of coronal contour in gingival health," *J Prosthet Dent*, Vol.37, No.3, pp.280-287, 1977.
- [21] O. Schaefer, M. Decker, F. Wittstock, H. Kuepper, and A. Guentsch, "Impact of digital impression techniques on the adaptation of ceramic partial crowns in vitro," *J Dent*, Vol.42, No.6, pp.677-683, 2014.
- [22] J. Ng, D. Ruse, and C. Wyatt, "A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods," *J Prosthet Dent*, Vol.112, No.3, pp.555-560, 2014.
- [23] J. W. McLean and J. A. Von Fraunhofer, "The estimation of cement film thickness by an in vivo technique," *Br Dent J*, Vol.131, No.3, pp.107-111, 1971.
- [24] A. Syrek, G. Reich, D. Ranftl, C. Klein, B. Cerny, and J. Brodesser, "Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling," *J Dent*, Vol.38, No.7, pp.553-559, 2010.
- [25] P. Seelbach, C. Brueckel, and B. Wostmann, "Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow," *Clin Oral Investig*, Vol.17, No.7, pp.1759-1764, 2013.
- [26] T. Hirata, T. Nakamura, K. Wakabayashi, and H. Yatani, "Study of surface roughness and

marginal fit using a newly developed microfinishing bur and new preparation technique," *Int J Microdent*, Vol.1, No.1, pp.61-64, 2009.

저 자 소 개

정 인 성(In-Sung Chung)

정회원



- 1999년 2월 : 부산대학교 대학원 무기재료공학과(공학박사)
- 1981년 3월 ~ 현재 : 부산가톨릭대학교 교수

<관심분야> : 치과재료, 생체재료, 무기재료

전 병 욱(Byung-Wook Jeon)

정회원



- 2012년 2월 : 부산가톨릭대학교 생명과학대학원 치기공학과(이학석사)
- 2015년 2월 : 부산대학교 대학원 치의학과(치의학박사)

<관심분야> : 치과재료, 치과보철, 치과기공

김 원 영(Won-Young Kim)

정회원



- 2012년 2월 : 부산가톨릭대학교 생명과학대학원 치기공학과(이학석사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 우성치과 기공소

<관심분야> : 치과재료, 치과보철, 치과기공