

지대주 경사각이 지르코니아 전부도재관의 변연적합도에 미치는 영향

이서연, 정인성, 전병욱
부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과

The Effect of Abutment Inclined Angle on the Marginal Fit of Zirconia All-ceramic Crown

Seo-Yeon Lee, In-Sung Chung, Byung-Wook Jeon

Department of Dental Laboratory Science, College of Health Science, Catholic University of Pusan

[Abstract]

Purpose: The present study was performed to investigate the effect of abutment inclined angle on the marginal fit of zirconia all-ceramic crown.

Methods: The Ti abutments with 3 different inclined angle(2°, 4° and 6°) were fabricated. The zirconia copings were fabricated for each abutment by using dental CAD/CAM system. The manufactured zirconia copings were duplicated through silicone replica technique, and a replicated specimen was sectioned in the center of bucco-lingual and mesio-distal axial to measure the marginal fit by using a stereo microscope. The results were analyzed using a one-way ANOVA with SPSS 22.0 for Windows($\alpha=0.05$).

Results: On the bucco-lingual axial, marginal fit was the RL3($41.5 \pm 3.4 \mu\text{m}$), RL2($44.3 \pm 4.3 \mu\text{m}$) and RL1($47.5 \pm 5.7 \mu\text{m}$), respectively. On the mesio-distal axial, marginal fit was the RL3($41.1 \pm 3.7 \mu\text{m}$), RL2($45.7 \pm 5.3 \mu\text{m}$) and RL1($46.2 \pm 4.5 \mu\text{m}$), respectively. One-way ANOVA showed statistically significant difference between groups for marginal fit($p<0.05$).

Conclusion: For marginal fit of the abutments inclined angle, RL3 specimen was superior. The abutment inclined angle had influence on marginal fit of the zirconia copings. The marginal fit of each group were within clinically acceptable range.

● **Key words** : Abutment inclined angle, Marginal fit, Zirconia all-ceramic crown

교신저자	성명	전 병 욱	전화	051-510-0599	E-mail	nanjbu@nate.com	
	주소	부산광역시 금정구 오륜대로 57 부산가톨릭대학교 치기공학과					
접수일	2016. 5. 1		수정일	2016. 8. 25		확정일	2016. 9. 9

I. 서 론

치과수복물에서 기능적인 부분뿐만 아니라 심미적인 요구가 높아짐에 따라 심미적인 치과수복물을 제작하기 위한 다양한 재료와 제작 방법들이 소개되고 있다. 또한 치과 분야에서 디지털 기술의 발전은 치과 진료 분야뿐만 아니라 치과기공 환경까지 많은 변화를 초래하고 있다. 디지털 기술의 발전으로 컴퓨터를 이용하는 치과 CAD/CAM 시스템도 급성장하여 예전 방식의 금속-도재관보다 치과용 지르코니아를 이용한 전부도재관을 선호하고 있다(Lee, 2011). 전통적인 금속-도재관에 비해 치과 CAD/CAM 시스템을 활용하여 제작 과정이 간단하고 제작 과정에서 발생하는 변형의 문제가 해결되어 정확하고 균일한 결과물을 반복적으로 제작할 수 있으며 금속보다 생체적합성 및 물성이 뛰어난 재료를 사용한 치과수복물이 증가하고 있다.

기능과 심미성의 조화를 이룬 성공적인 치과수복물 제작에 있어서 여러 가지 요건을 충족시켜야 하며, 그 중에서 변연적합도는 매우 중요한 요소이다(Besimo et al., 1997). 고정성 보철물의 변연적합도는 기계적 특성, 색조 안정성 등과 함께 치과수복물의 중요한 요건으로 다방면으로 활발하게 연구되는 분야이다. 전부도재관의 변연적합도에 관한 연구로는 밀링머신 간의 비교 연구(Contrepolis et al, 2013), 인상 채득 방법인 디지털 인상과 전통적인 인상 간의 비교 연구(An et al, 2014) 그리고 지르코니아 블록 간의 비교 연구(Chung et al, 2016) 등 다양하게 연구되어 임상에서 기초자료로 활용하여 적용되고 있다.

치과수복물의 변연적합도에 영향을 주는 요인으로는 지대주 형성, 인상체와 모형의 정확도, 수복재의 종류와 제작방법, 변연의 형태와 위치, 합착재의 종류, 측면의 경사도 등이 있다(Fischer et al, 2003). 최근에는 임플란트 환자가 증가하면서 기성 지대주보다 지대주 경사각을 설정하여 제작할 수 있는 개인 맞춤형 지대주(customized abutment)의 수요가 증가하면서 치과수복물의 변연적합도에 영향을 주는 요인 중의 하나인 지대주 경사각에 대한 관심이 높아지고 있다(Kim et al, 2013). 지대주에 대한 치과수복물의 양호한 변연적합도를 얻기 위해서는 적

절한 지대주 형성, 정확한 인상 채득, 각 기공 과정에서 정확성이 수반되어야 한다. 지대주에 관한 선행연구에는 지대주의 변연형태(Han et al., 2008), 지대주 각도에 따른 응력분포에 관한 연구(Moon, 2008)와 지대주의 높이와 수렴각에 따른 착탈 용이성에 관한 연구(Choi, 2015) 등이 있다. 측면 경사각에 따른 연구에서는 Jorgensen(1955)은 5°, Shillingburg 등(1997)은 6°에서 최대의 유지력을 발생하는 최적의 측면 경사각이라고 하였다. 하지만 아직 임플란트 환자에게 적용되는 지대주 경사각이 전부도재관의 변연적합도에 미치는 영향에 관한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 지대주 경사각이 지르코니아 전부도재관의 변연적합도에 미치는 영향을 알아보기 위해 지대주 경사각을 2°, 4°, 6°로 부여한 다음 지르코니아 코핑을 제작하여 협설 방향, 근원심 방향에서 변연적합도를 비교 관찰하였다.

II. 연구 방법

1. 시편 제작

1) 금속 지대주 제작

금속 지대주는 높이 5mm, 지름 10mm, 1mm chamfer 변연형태로 같게 하고 경사각은 각 2°, 4°, 6° taper가 되도록 customized abutment Ti 블록(BTBR10S, Shinhung Co., Korea)을 치과용 밀링머신(CAD/CAM MS, Zirkonzahn GmbH, Italy)으로 가공하여 3종의 금속 지대주를 제작하였다.

2) 지르코니아 코핑 제작

고무인상재(Mega-Sil Heavy, Megagen Implant Co., Korea)를 사용하여 3종의 금속 지대주의 인상을 채득하고, 석고모형(Fugirock EP, GC Co., Japan)을 제작한 후 치과용 광학 스캐너(inEos X5, Sirona Dental System, Germany)로 석고모형을 스캔하여 디지털 모형을 제작하였다. 스캔이 완료된 디지털 모형을 Exocad CAD를 이용하여 지르코니아 코핑을 디자인한 후 치과용 밀링머신(CAM 5-S1, vhf camfacture AG, Germany)

을 이용하여 반소결 상태의 지르코니아 블록(LUXEN Smile block, DM Factory Co., Korea)을 가공하였다. 가공이 완료된 코핑을 전용 소결로(inFire HTC speed, Sirona Dental System, Germany)에서 최종 소결 과정을 거쳐 지르코니아 코핑을 각 10개를 제작하였다. 모든 과정은 제조사의 지시대로 시행하였다.

2. 변연적합도 측정

지르코니아 코핑 내면에 light body 고무인상재(Imprint II Garant Light, 3M ESPE, U.S.A.)를 채운 뒤 지르코니아 코핑을 금속 지대주에 시적한 후 금속 지대주 장축 방향으로 50N의 일정한 힘을 가해 인상재가 완전히 경화될 때까지 유지하였다. 인상재가 최종 경화가 끝난 후 금속 지대주에서 지르코니아 코핑을 제거하면 금속 지대주와 지르코니아 코핑의 간격이 light body 고무 인상재에 의해 인기된다. 인기 된 light body 고무인상재

는 형태 유지가 어려우므로 medium body 고무인상재(Examixfine Regular, GC Co., Japan)를 사용하여 금속 지대주를 다 감싸줄 정도로 도포하여 경화시킨다. 최종 경화가 끝난 후 고무인상재를 협설과 근원심 중심 방향으로 4등분으로 절단하고, 절단된 고무인상재를 실체 현미경(SZX7, Olympus, Japan)으로 50배율에서 light body 고무인상재의 두께를 측정하였다.

3. 통계분석

SPSS Ver.22.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, Il, U.S.A.)을 사용하여 지대주 경사각에 따른 변연적합도의 평균값과 표준편차를 구하고 각 그룹(Table 1) 간의 유의 차 검증을 위해 95% 신뢰도로 일원배치분산(ONE-way ANOVA)분석을 시행하였고, Scheffe test로 사후검정하였다.

Table 1. Classification of specimens

Impression method	Zirconia block	Abutment inclined angle	Group	N
Rubber impression	LUXEN Smile block	2	RL1	10
		4	RL2	10
		6	RL3	10

Ⅲ. 결 과

1. 협설 방향

지대주 경사각에 따른 지르코니아 코핑의 협설 방향에서 측정된 변연적합도의 평균값, 표준편차, 최소값, 최대

값은 Table 2에 나타내었다. 지르코니아 코핑의 협설 방향 변연적합도 분석 결과, RL3가 41.5±3.4µm로 가장 우수한 것으로 나타났으며, RL2(44.3±4.3µm), RL1(47.5±5.7µm) 순으로 나타났다(Fig. 1). 통계학적으로 그룹 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<0.05).

Table 2. Mean and standard deviations of marginal fitness (bucco-lingual axial)

Group	Mean	SD	Min.	Max.	p
RL1	47.5µm	5.7µm	39.7µm	50.3µm	0.002
RL2	44.3µm	4.3µm	40.1µm	55.1µm	
RL3	41.5µm	3.4µm	35.0µm	44.1µm	

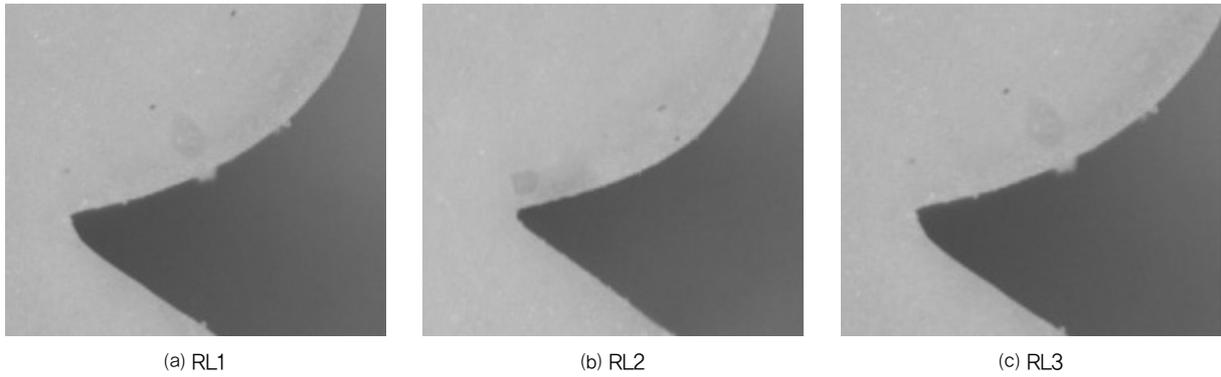


Fig. 1. Images of marginal fitness (bucco-lingual axial) (×50)

2. 근원심 방향

지대주 경사각에 따른 지르코니아 코핑의 근원심 방향에서 측정된 변연적합도의 평균값, 표준편차, 최소값, 최대값은 <Table 3>에 나타내었다. 지르코니아 코핑의 근원

심 방향 변연적합도 분석 결과, RL3가 $41.1 \pm 3.7 \mu\text{m}$ 로 가장 우수한 것으로 나타났으며, RL2($45.7 \pm 5.3 \mu\text{m}$), RL1($46.2 \pm 4.5 \mu\text{m}$) 순으로 나타났다(Fig. 2). 통계학적으로 그룹 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

Table 3. Mean and standard deviations of marginal fitness (mesio-distal axial)

Group	Mean	SD	Min.	Max.	p
RL1	46.2 μm	4.5 μm	37.5 μm	51.0 μm	0.002
RL2	45.7 μm	5.3 μm	40.1 μm	54.2 μm	
RL3	41.1 μm	3.7 μm	35.0 μm	49.4 μm	

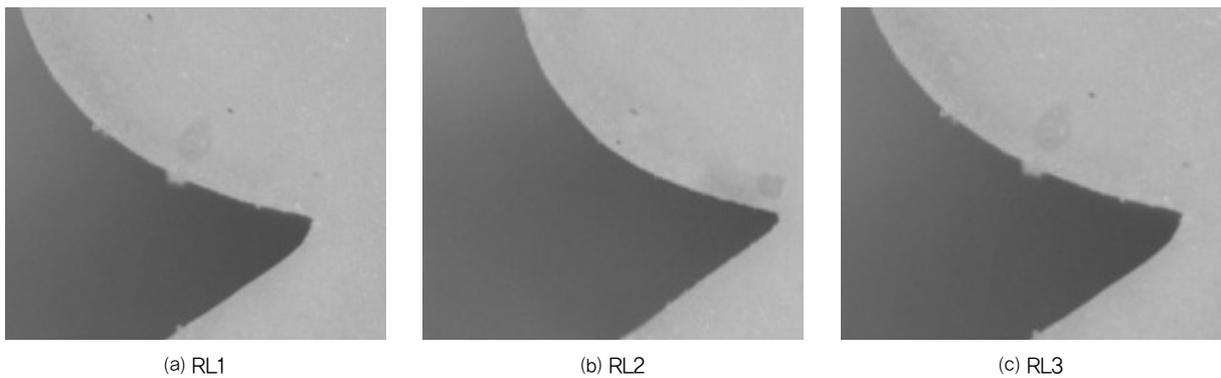


Fig. 2. Images of marginal fitness (mesio-distal axial) (×50)

IV. 고찰

지대주 경사각이 지르코니아 전부도재관의 변연적합도에 미치는 영향을 알아보기 위해 지대주 경사각을 2°, 4°, 6°로 부여 한 다음 지르코니아 코핑을 제작하여 협설 방향,

근원심 방향에서 지대주 변연적합도를 비교 관찰하였다.

심미수복에 대한 환자들의 요구가 증가하면서 금속-도재관보다 심미성이 우수한 전부도재관이 증가하고 있으며, 최근에는 예전의 세라믹 재료보다 강도가 높은 정방정 지르코니아 다결정체(Tetragonal Zirconia

Polycrystalline; TZP)의 도입과 CAD/CAM 장비 및 기술이 발달하면서 치과용 지르코니아를 사용한 치과수복물 제작이 증가하고 있다(Kosmac et al, 2008). 지르코니아 전부도재관의 성공여부는 변연적합도, 내구성, 색조 안정성, 베니어 세라믹스와의 결합강도 등에 의해 좌우된다(Al-Amleh al, 2010). 그중에서 변연적합도는 매우 중요한 요소이며, 변연적합도가 떨어질수록 접착제의 빠른 용해를 야기하고 이에 따른 치과수복물의 파절을 가져올 수 있으며(Felton et al, 1991), 구강 내 미생물 분포의 변화를 일으켜 미세누출이 증가하며 2차 우식의 가능성, 치태 및 음식물의 침착, 치은 조직의 염증을 유발할 수 있다(Grasso et al, 1985; Bader et al., 1991). 따라서 치과수복물을 평가 시 변연적합도는 제일 먼저 고려되어야 하는 요소이다.

치과수복물의 변연적합도를 측정하는 표준화된 방법은 없으나 실리콘 복제법, 직접관찰법, 절단 관찰법, Micro-CT법 등 다양한 치과수복물의 변연적합도를 측정하는 방법이 있다(Kim et al, 2014). Rahme 등(2008)은 같은 시편의 내면 적합도를 절단법과 실리콘 복제법으로 비교 측정하였을 때 정밀도에서 두 방법 사이에 유의차는 없다고 보고하였다. 본 연구에서는 금속 지대주와 지르코니아 코핑의 강도가 강하여 절단이 어렵고 협설 방향, 근원심 방향의 변연적합도를 모두 측정할 수 있는 실리콘 복제법을 이용하였다.

변연적합도의 임상적 허용 범위에 대한 정확한 국제규격은 아직 없지만, Ostlund(1985)는 50 μ m를 넘지 말아야 한다고 하였으나 이 측정값은 매우 작아서 임상적으로 실현 가능성이 적은 것으로 여겨지고 있다. 대부분의 임상가가 많이 동의하는 측정값은 McLean and von Fraunhofer(1971)가 연구 보고한 최대간격 100~120 μ m가 임상적으로 허용할 수 있는 변연적합도이고, 이 변연적합도 데이터를 많이 활용하고 있다.

변연 형태가 변연적합도에 미치는 영향에 대해서 Pera 등(1994)은 chamfer margin과 50° shoulder margin이 90° shoulder margin에 비해서 더 우수한 변연적합도를 나타내었고, Koo 등(1997)은 전부도재관을 수복하는 경우 chamfer margin과 130° shoulder margin이 90° shoulder margin보다 더 나은 변연적합도를 나타내었다

고 하였다. 본 연구에서는 이들의 보고를 바탕으로 chamfer margin 형태의 지대주로 제작하였다.

지대주 경사각이란 삭제된 치아의 마주 보는 두 측면사이의 각도를 일컫는다. 지대주의 경사각에 대해 일반적으로 4~6°가 이상적이거나 4~14°의 범위는 받아 들여질만하다고 하였다(Annerstedt et al, 1996). 그러나 이것은 lost wax technique으로 제작한 전부도재관의 지대주 경사각에 관한 것이다. 지대주 경사각에 따른 변연적합도에 관한 연구에서는 지대주 경사각이 클수록 변연적합도는 우수한 것으로 나타났으며(Beuer et al, 2008), 이는 본 연구에서 지대주 경사각이 가장 큰 6°의 시편 RL3의 변연적합도가 협설 방향, 근원심 방향 모두에서 가장 우수한 것과 일치하였다. Shillingburg(1997)는 임상에서 치아 삭제 시 지대주 경사각은 6°가 되어야 한다고 주장하였으며, Song and Cho(2000)는 지대주 경사각을 달리하여 파절강도와 시멘트 접착 전후의 변연적합도를 분석한 결과 6°의 지대주 경사각에서 가장 높은 파절강도가 나타났으며 시멘트 접착 전의 변연적합도도 가장 우수하다고 보고하였다. 이는 본 연구의 결과 지대주 경사각이 6°의 RL3 시편의 변연적합도가 협설 방향, 근원심 방향 모두에서 가장 우수한 것과 일치하였다.

본 연구에서는 각 변연간격은 평균값만을 고려한다면 임상적으로 허용할 만한 범위 내에 있다고 생각된다. 하지만 실리콘 복제법으로 측정된 변연적합도는 금속 지대주와 지르코니아 코핑 사이에 형성된 실리콘 막의 경계가 모호하여 기준점을 알기가 쉽지 않아 측정에 어려움이 있었기에 실험방법에서도 개선이 필요할 것으로 생각된다. 또한 도재 축성 전후의 변연적합도 측정, 단일치관이 아닌 교의치를 비롯한 각 증례에 맞는 연구와 다양한 임상 데이터를 활용한 평가가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

우수한 생체 친화성과 높은 강도 및 인성, 치아 색과 유사한 심미성 등을 가지는 치과용 지르코니아 블록의 사용 범위는 점점 넓어지고 있으며, 이는 환자의 만족도를 높여주고 임상적으로 충분히 사용 가능한 수준에까지 도달하였다. 하지만 이를 임상에 잘 적용하기 위해서는 치과 기공사의 숙련도, 시멘트 공간의 조절, 지대주의 삭제 등 표준화되지 않는 요소들에 관해 더 많은 연구가 있어야 한다고 사료된다.

V. 결 론

지대주 경사각이 지르코니아 전부도재관의 변연적합도에 미치는 영향을 알아보기 위해 지대주 경사각을 2°, 4°, 6°로 부여 한 다음 지르코니아 코핑을 제작하여 협설 방향, 근원심 방향에서 지대주 변연적합도를 비교 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 변연적합도는 지대주 경사각이 가장 큰 RL3 시편이 가장 우수한 것으로 나타났다.
2. 지대주 경사각은 변연적합도에 영향을 주는 것으로 나타났다.
3. 변연적합도는 모든 군에서 임상적 허용 범위 내에 속했다.

REFERENCES

Al-Amleh B, Lyons K, Swain M. Clinical trials in zirconia: a systematic review. *J Oral Rehabil*, 37(8), 641-652, 2010.

Annerstedt AL, Engströma U, Hansson A, Jansson T, Karlsson S, Liljhagena H, Lindquist E, Rydhammara E, Tyreman-Bandhede M, Svensson P, Wandela U. Axial wall convergence of full veneer crown preparations. Documented for dental students and general practitioners. *Acta Odontol Scand*, 54(2), 109-112, 1996.

An SY, Kim ST, Choi HM, Lee JH, Moon HS. Evaluating the marginal fit of zirconia copings with digital impressions with an intraoral digital scanner. *J Prosthet Dent*, 112(5), 1171-1175, 2014.

Bader JD, Rozier RG, McFall WT, Ramsey DL. Effect of crown margins on periodontal

conditions in regularly attending patients. *J Prosthet Dent*, 65(1), 75-79, 1991.

Besimo C, Jeger C, Guggenheim R. Marginal adaptation of titanium frameworks produced by CAD/CAM technique. *Int J Prosthodont*, 10(6), 541-546, 1997.

Beuer F, Edelhoff D, Germet W, Naumann M. Effect of preparation angles on the precision of zirconia crown copings fabricated by CAD/CAM system. *Dent Mater J*, 27(6), 814-820, 2008.

Choi KH. Influence of abutment height and convergence angle on the retrievability of cement-retained implant prostheses with a lingual slot. Department of Dentistry Graduate School Kyungpook National University, Doctor's thesis, 2015.

Chung IS, Jeon BW, Kim WY. Comparison of marginal fitness of zirconia copings according to impression techniques and zirconia blocks. *Journal of the Korea Contents Association*, 16(1), 151-157, 2016.

Contrepolis M, Soenen A, Bartala M, Laviolle O. Marginal adaptation of ceramic crown: a systematic review. *J Prosthet Dent*, 110(6), 447-454, 2013.

Felton DA, Kanoy BE, Bayne SC, Wirthman GP. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. *J Prosthet Dent*, 65(3), 357-364, 1991.

Fischer H, Weber M, Marx R. Life time prediction of all-ceramic bridges by computational methods. *J Dent Res*, 82(3), 238-242, 2003.

Grasso JE, Nalbandian J, Sanford C, Bailit H. Effect of restoration quality on periodontal health. *J Prosthet Dent*, 53(1), 14-19, 1985.

Han SH, Cho JH, Lee EJ, Jeong SI, Oh NS. FEA estimates of margin design in all ceramic

- crowns. *J Korean Acad Prosthodont*, 46(1), 1–11, 2008.
- Jorgensen DK. The relationship between retention and convergence angle in cemented veneer crowns. *Acta Odontol Scand*, 13(1), 35–40, 1955.
- Kim JW, Heo YR, Kim HJ, Chung CH. A comparative study on the fit and screw joint stability of ready-made abutment and CAD-CAM custom-made abutment. *J Korean Acad Prosthodont*, 51(4), 276–283, 2013.
- Kim KB, Kim SH, Kim JH. Effect of Porcelain Firing Process on the Marginal and Internal Fit of Ni-Cr Alloy Metal-Ceramic Crown. *Journal of Dental Hygiene Science*, 14(3), 405–410, 2014.
- Koo JY, Lim JH, Cho IH. Marginal fidelity according to the margin types of all ceramic crowns. *J Kor Acad Prosthodont*, 35(3), 445–457, 1997.
- Kosmac T, Oblak C, Marion L. The effect of dental grinding and sandblasting on ageing fatigue behavior of dental zirconia(Y-TZP) ceramics. *J Eur Ceram Soc*, 28(5), 1085–1090, 2008.
- Lee HH. A clinical consideration of current dental zirconia CAD/CAM restorations. *Korean Dental Association*, 49(5), 279–285, 2011.
- McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J*, 131(3), 107–111, 1971.
- Moon HH. A finite element study on the strain of the maxillary anterior implant by the abutment angulation. Graduate School of Clinical Dentistry Ewha Womans University, Master's thesis, 2008.
- Ostlund LE. Cavity design and mathematics: their effect on gaps at the margins of cast restorations. *Oper Dent*, 10(4), 122–137, 1985.
- Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. *J Prosthet Dent*, 72(6), 585–590, 1994.
- 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*, 9(2), 25–32, 2008.
- Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of fixed prosthodontics*. Quintessence Publishing Co., 120–152, 1997.
- Song HY, Cho LR. Marginal accuracy and fracture strength of Targis/Vectris Crowns prepared with different preparation designs. *J Korean Acad Prosthodont*, 38(6), 791–799, 2001.