

# 시멘트 공간이 캐드캠 시스템으로 제작한 지르코니아 수복물의 변연과 내부 적합도에 미치는 효과

이정환, 안재석  
광주보건대학교 치기공과

## Effect of cement space on the marginal and internal fit of zirconia restorations fabricated by CAD/CAM system

Jung-Hwan Lee, Jae-Seok Ahn

Department of Dental Lab Technology, Gwangju Health University

### [Abstract]

**Purpose:** The aim of this study was to evaluate the marginal and internal gap of zirconia copings fabricated by CAD/CAM system and to research the effect of cement space on the fit of zirconia prosthesis.

**Methods:** Zirconia copings were designed using 3shape software and then milled from presintered zirconia blocks by Kavo dental milling machine. The cement space was set at 0  $\mu\text{m}$  around the margins for all groups, and additional cement space applying 1 mm above the finish lines of tooth. The samples were classified into 4 groups according to the cement space setting(Cs-0, Cs-40, Cs-80, Cs-120).

Replica technique used to investigate marginal and internal gap. The silicone film thickness was recorded using a optical microscope with image software analysis system at 75 $\times$  magnification. The assessment performed on the six points in bucco-lingual and mesio-distal sections(4 groups, 10 copings per group, 12 measuring points per coping).

The data were statistically analyzed with one-way ANOVA followed by pair-wise Tukey's post hoc tests( $\alpha < 0.05$ ).

**Results:** Better marginal and internal fit values were exhibited by 80  $\mu\text{m}$  cement space. The results showed that different cement space values had statistically significant effect on the marginal and internal gap of zirconia copings( $p < 0.001$ ). The gap of margin and axial wall area was smaller than that the gap of occlusal area in all groups( $p < 0.001$ ).

**Conclusion :** Effect of different cement spaces on the marginal and internal gap of zirconia copings.

○ **Key words:** CAD/CAM, Cement space, Marginal and internal fit, Zirconia coping

\* 본 논문은 2015년도 광주보건대학교 연구비의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.

Corresponding author	Name	안재석	Tel.	062-958-7693	E-mail	jsahn@ghu.ac.kr
	Address	광주광역시 광산구 북문대로 419번길 73 광주보건대학교 치기공과				
Received	2017. 9. 15	Revised	2017. 10. 17	Accepted	2017. 12. 20	

## 1. 서론

고정성 수복물에서 과도하게 부정확한 변연은 심미적으로 좋지 않을 뿐만 아니라 치태 부착과 미세누출의 원인이 될 수 있으며, 치주질환을 초래할 수 있다(Jacobs & Windeler, 1991; Goldman 등, 1982). 또한 변연 적합도는 수복물의 수명과도 상당한 관련이 있기 때문에 지대치와 수복물의 적절한 변연 일치에 필요하며 치과 수복물의 적합도 연구들에서 많이 다루어지고 있는 주제이다. 그러나 상대적으로 내부 적합도는 등한시하는 경향이 있다. 그러한 이유는 일반적으로 치과 수복물 제작 시 변연을 기준으로 적합이 이루어지기 때문에 수복물이 완전히 안착되지 않을 경우 내면을 삭제하여 완전한 안착을 돕는다. 따라서 수복물 내부의 정확도는 조정 유무에 따라 변화의 폭이 크다고 할 수 있으며, 변연과 달리 측정해야 될 영역도 넓어 연구자마다 의견 일치가 어렵다. 또한 수복물의 내부에는 빈 공간이 존재하더라도 시멘트로 채워질 것이기 때문에 큰 문제가 없다고 생각한다. 그러나 도재 수복물 내부에 과도한 시멘트 공간이 존재하는 경우 교합압과 같은 반복적인 하중이 가해지면 접착 재료(시멘트)의 점소성 변형에 의해 수복물의 인장면에 스트레스 집중을 유발하여 전장 도재에 균열이나 파절이 발생할 수 있다는 보고(Rekow & Thompson, 2005)가 있다. 따라서 내부 적합도는 도재 수복물에 있어서 중요한 요소이다. 또한 내부 간격이 클 경우 수복물의 유지력 저하에 영향을 미칠 수 있기 때문에 유지력의 손실없이 수복물의 정확한 안착을 도울 수 있는 적절한 내부 공간이 요구된다.

치과 수복물 제작 시 이러한 변연과 내부 간격에 영향을 줄 수 있는 다양한 요인 가운데 중요한 하나가 바로 시멘트 공간이라고 생각된다.

전통적인 치과 수복물 제작 방식인 lost wax technique에서는 지대치 석고모형의 표면에 다이-스페이서를 도포함으로써 시멘트공간을 부여한다. 이렇게 부여된 시멘트공간은 주조수축을 보상하고 크라운의 완전한 안착을 돕는 것으로 잘 알려져 있다. 주조방식으로 제작되는 고정성 수복물의 적합도 연구들에서 Eames 등(1978)은 20-33 $\mu$ m의 시멘트 공간을 제안하였

고 Campagni 등(1986)은 대략 20-40 $\mu$ m의 두께로 다이-스페이서를 도포했을 때 수복물의 안착이 유의하게 개선되었다고 보고하였다. 그러나 다이-스페이서의 두께는 동일한 횡수를 도포하더라도 제품의 종류, 제품의 점조도, 술자의 숙련도에 따라 변할 수 있는 한계가 있다. 반면에 CAD/CAM 시스템에서는 시멘트 공간을 부여하기 위해 다이-스페이서를 지대치 모형에 수작업으로 도포하지 않고 지대치 스캔 후 CAD 소프트웨어 상에서 술자가 원하는 시멘트 공간을 균일하고 정확하게 설정할 수 있기 때문에 시멘트 공간이 적합도에 미치는 영향을 더욱 정확히 파악할 수 있을 것으로 생각한다.

이전의 지르코니아 수복물의 적합도에 관한 논문은 많이 존재하지만 시멘트 공간과 지르코니아 수복물의 연관성에 관한 논문은 찾아보기 어려웠다. 또한 CAD/CAM을 기반으로 제작되는 지르코니아 수복물의 적합도 연구들에서 임상적 기준인 120 $\mu$ m이하(McLean & Von Fraunhofer, 1971)의 변연 적합도를 보여주고 있지만 이러한 논문들에서 시멘트 공간을 어느 정도로 설정해서 그러한 변연 적합도를 얻었는지 제시하지 않는 경우가 많다. 또한 많은 치과기공사들이 주조방식으로 수복물 제작 시 적용했던 다이-스페이서 두께 정도를 지르코니아 수복물 제작 시에도 동일하게 적용하거나 제조회사가 설정해놓은 값으로 제작하는 경우가 일반적이다. 하지만 전통적인 제작방식에서 적용했던 시멘트 공간을 납형제작, 매몰 및 주조과정이 생략된 CAD/CAM 기반 지르코니아 수복물 제작방식에 그대로 적용해도 될지 의문이 든다.

이러한 이유로 주조를 이용한 제작방식에서와 달리 CAD/CAM를 이용해 지르코니아 수복물을 제작할 때 시멘트 공간 설정에 따라 변연과 내부 적합도에 영향을 미치는지, 적절한 시멘트 공간은 어느 정도인지 확인해 볼 필요가 있다고 생각한다. 따라서 본 연구의 목적은 CAD/CAM 시스템으로 지르코니아 수복물 제작 시 시멘트 공간을 4개의 군으로 각각 다르게 설정하여 변연 및 내부 적합도를 비교, 평가하는 것이다.

본 연구의 귀무가설은 지르코니아 수복물 제작 시 시멘트 공간 설정에 따라 변연 및 내부에서 적합도의 차이가 없다는 것이다.

시멘트 공간이 캐드캠 시스템으로 제작한 지르코니아 수복물의 변연과 내부 적합도에 미치는 효과

## II. 연구 방법

### 1. 주모형의 설계 및 작업모형의 제작

상악 우측 제1소구치 모형(Prosthetic restoration jaw model, Nissin dental products Inc, Kyoto, Japan)에 전부-도재 단관 치료를 위한 이상적인 지대치 삭제를 시행하여 금속 주모형을 제작하였다(Fig. 1). (교합면 1.5-2mm 삭제, 측면은 1.2-1.5mm 삭제, 측면 수렴 각은 6°, 변연은 360°에 걸쳐 1mm의 large chamfer 형성)

완성된 금속 주모형을 실리콘(Elite double 32 extra fast, Zhermack SpA, Italy)으로 복제한 후, 치과용 초경석고(Fujirock EP, GC product Inc, Japan)을 사용 설명서에 따라 혼합 및 주입하여 석고모형을 완성하였다(Fig. 1).

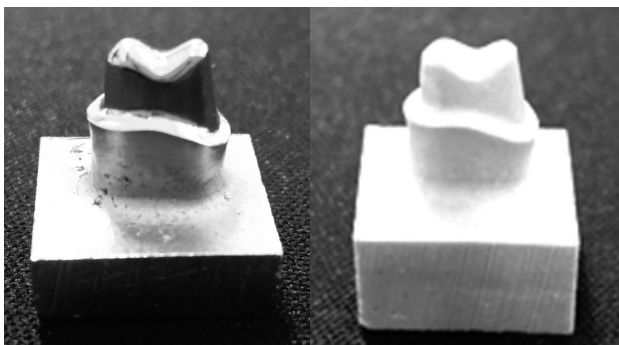


Figure 1. The master model & Type IV dental stone model.

### 2. 스캔 및 큐어 디자인

스캐너(3Shape D900, 3Shape A/S, Copenhagen K, Denmark)로 작업모형을 스캔한 후 CAD소프트웨어(CAMbridge™, 3Shape A/S, Denmark)를 사용하여 변연 1mm 상방에서 시멘트 공간(추가 접합제 간격)을 갖도록 디자인하였다(Fig. 2). 시멘트 공간의 크기에 따라 4개의 군(0, 40, 80, 120μm)으로 총 40개의 지르코니아 코핑 디자인을 완성하였다(Table 1).

적합도에 미치는 변수를 최소화하기 위해 스캔 스프레이를 도포하지 않은 상태로 석고모형을 스캔하였다.

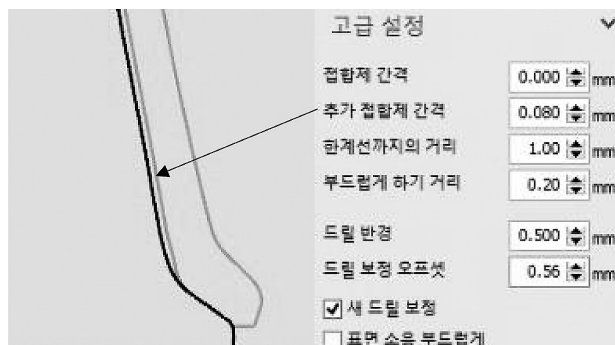


Figure 2. Adjusting the cement space(3 shape).

### 3. 가공과 소결

지르코니아 코핑 제작을 위해 CAM프로그램(Hyper DENT CAM, Germany)에서 사용할 반소결 지르코니아 블록의 수축률을 입력한 후 5축 밀링머신(Everest system, Kavo dental, Germany)으로 지르코니아 블록(NexZr T, Sagemax, USA)을 가공하였으며, 밀링 머신에 장착된 버는 지름 3mm와 1mm 두 종류가 사용되었다. 마지막으로 소결로(Everest Therm, Kavo dental, Germany)에서 지르코니아 블록 제조회사가 제시하는 소결 스케줄(1540°C에서 150분 계류)에 따라 완성하였다. 소결 전·후 내면과 변연에서 어떠한 삭제도 하지 않았다.

### 4. 적합도 측정

코핑의 적합도 측정은 도재 전장없이 측정되었다.

소결된 지르코니아 코핑 내면에 Light body 실리콘 인상재 (Aquasil Ultra XLV, Dentsply Caulk, Milford, USA)를 채우고 나서 금속 주모형에 안착시켰다. Light body 인상재가 경화될 때까지 5분 동안 손가락으로 눌러 힘을 유지하였다. Light body 실리콘 인상재가 결합되어있는 상태의 지르코니아 코핑을 주모형에서 분리하여 내면에 Regular body 실리콘 인상재 (Aquasil Ultra Monophase, Dentsply Caulk, USA)를 주입하여 지대치 영역을 완성하였다(Fig. 3).

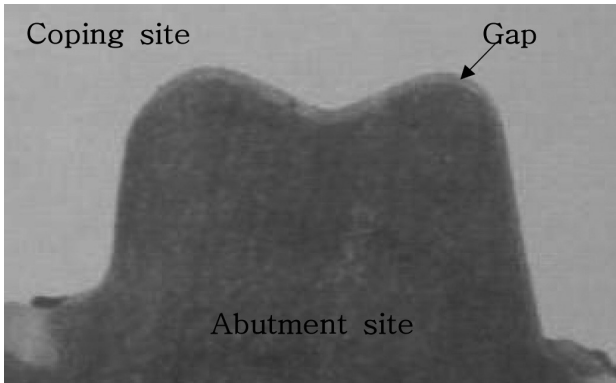


Figure 3. Bucco-lingual section of silicone replica.

경화된 light body 인상재는 코어의 내면과 지대치 사이의 공간을 재현하게 된다. 이러한 복제방식(Replica technique)으로 소구치의 근·원심과 협·설의 중앙에서 절단하여 6개의 지점(Fig. 4)에서 광학 현미경(GX41, Olympus Corporation, Japan) 75배의 배율로 측정하였다.

결과적으로 한 개의 치아에서 12개의 측정값을 얻었으며, 4개의 실험군 10개의 시편을 관찰하여 총 480개의 측정을 수행하였다. 6개의 측정값은 변연(1, 6), 축벽(2, 5), 교합면(3, 4)의 3개 영역으로 나누어진다.

견본의 분류와 실험에 사용된 재료는 Table 1에 제시하였다.

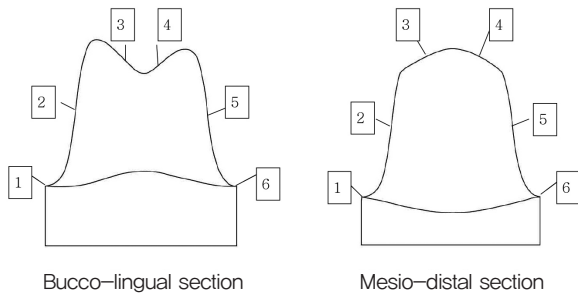


Figure 4. Schematic illustration of the measurement points

Table 1. Classification of specimens

Group	Impression material	Cement space	Zirconia block	N
Cs-0	Aquasil Ultra	0 $\mu$ m	NexZr T	10
Cs-40		40 $\mu$ m		10
Cs-80		80 $\mu$ m		10
Cs-120		120 $\mu$ m		10

## 5. 통계 분석

모든 분석의 유의수준은 0.05로 적용하였으며, 4개의 군에서 시멘트 공간의 크기가 변연 및 내부 적합도에 미치는 영향을 확인하기 위해 일원분산분석(One-way ANOVA)를 시행하였고, 사후검정은 Tukey HSD를 적용하였다.

## III. 결과

### 1. 군별 각 측정영역에서의 적합도

시멘트 공간의 설정(0, 40, 80, 120 $\mu$ m)에 따른 소구치 단일 코핑의 적합도 조사결과 협·설과 근·원심 단면의 각 측정영역에서 Table 2와 같은 평균값을 얻었다.

Table 2. Mean values and standard deviations of gap at each measuring area

(unit:  $\mu$ m)

Groups	Cs-0		Cs-40		Cs-80		Cs-120	
	bucco-lingual	mesio-distal	bucco-lingual	mesio-distal	bucco-lingual	mesio-distal	bucco-lingual	mesio-distal
Measuring area	M(SD)							
Margin	398 (43)	401 (41)	128 (43)	112 (51)	19 (7)	16 (7)	28 (13)	15 (7)
Axial wall	26 (11)	61 (9)	21 (5)	71 (16)	34 (17)	98 (29)	58 (30)	123 (50)
Occlusal	505 (36)	574 (39)	260 (48)	310 (51)	189 (19)	239 (30)	238 (25)	276 (29)

### 2. 군별 적합도

시멘트 공간 설정에 따른 군별 측정지점 전체의 평균값 조사결과 Cs-80군 99 $\pm$ 89 $\mu$ m, Cs-120군 123 $\pm$ 105 $\mu$ m, Cs-140군 150 $\pm$ 109 $\mu$ m, Cs-0군 327 $\pm$ 213 $\mu$ m순으로 우수한 적합도를 보였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Fig. 5).

시멘트 공간이 캐드캠 시스템으로 제작한 지르코니아 수복물의 변연과 내부 적합도에 미치는 효과

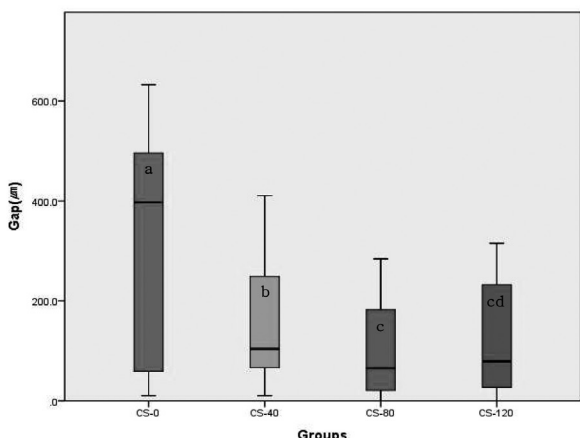


Figure 5. Box plot chart of gap mean values as function of cement space(\* a, b, c, d = Tukey's HSD).

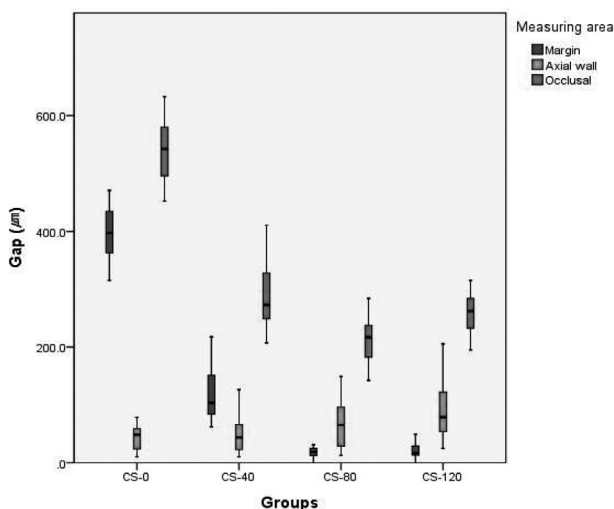


Figure 6. Box plot chart of gap mean values at each measuring area of groups.

### 3. 각 군별 측정영역의 적합도

각 측정영역에서 적합도 측정결과 평균값에 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 군별로 분리하여 조사하였다 (Fig. 6).

변연 적합도를 비교한 결과 Cs-80군이  $18 \pm 7 \mu\text{m}$ 으로 가장 우수했으며, Cs-120군( $21 \pm 12 \mu\text{m}$ ), Cs-40군( $120 \pm 47 \mu\text{m}$ ), Cs-0군( $399 \pm 41 \mu\text{m}$ ) 순으로 나타났다 ( $p < 0.001$ ).

측벽에서의 적합도는 Cs-0군( $44 \pm 20 \mu\text{m}$ ), Cs-40군( $46 \pm 27 \mu\text{m}$ ), Cs-80군( $66 \pm 40 \mu\text{m}$ ), Cs-120군( $91 \pm 52 \mu\text{m}$ )

순으로 시멘트 공간 설정 값이 커질수록 측벽의 적합도는 낮아지는 경향을 보였다( $p < 0.001$ ).

교합면에서의 적합도는 변연에서의 적합도 순위와 동일한 경향을 보였으며, Cs-80군( $214 \pm 35 \mu\text{m}$ )에서 가장 우수한 적합도를 보였고 Cs-120군( $257 \pm 33 \mu\text{m}$ ), Cs-40군( $285 \pm 55 \mu\text{m}$ ), Cs-0군( $539 \pm 51 \mu\text{m}$ ) 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.001$ ). 또한 모든 군에서 교합면 영역의 공간이 공통적으로 크게 나타났다(Fig. 6).

### 4. 절단 방향에 따른 적합도

각 단면에서 적합도 측정결과 평균값(협·설 단면  $159 \pm 159 \mu\text{m}$ , 근·원심 단면  $191 \pm 168 \mu\text{m}$ )이 유의하게 다른 결과를 보여 측정역역별로 적합도를 조사하였다. 변연에서는 협·설과 근·원심 단면의 값이 거의 비슷한 결과를 보였지만 측벽과 교합면에서 근·원심 단면보다 협·설 단면의 적합도가 우수하게 나타났다(Fig. 7).

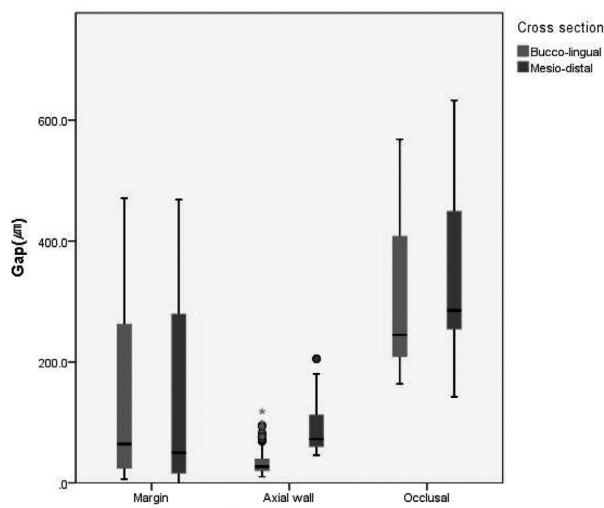


Figure 7. Box plot chart of gap mean values at each measuring area as cross section.

### IV. 고찰

본 연구는 실험의 모든 과정을 한명의 숙달된 치과기공사에 의해 진행됐으며, CAM 소프트웨어에서 가공하려는 지르코니아 블록의 정확한 수축률을 입력하였고,



정확한 소결 스케줄을 지켰으며, 소결 후 어떠한 내면 조정도 시행하지 않았다.

수복물의 적합도는 시멘트 공간, 지대치 형성 각, 변연형태, 측정위치, 측정방법, 수복물의 길이 등 다양한 요인에 영향을 받기 때문에 동일한 조건의 연구가 거의 없어 다른 연구들과 직접적인 비교에 어려움이 있었다.

본 연구의 결과 CAD/CAM을 이용한 지르코니아 수복물 제작 시 시멘트 공간 설정에 따라 변연 및 내부에서 적합도의 차이가 있는 것으로 나타났다(Fig. 5). 따라서 귀무가설은 기각되었다.

서론에서 언급했듯이 전통적인 주조방식으로 고정성 수복물 제작 시 적절한 변연 적합을 위해서 20-40  $\mu\text{m}$ 의 시멘트공간이 필요하다. 그러나 본 연구에서는 40  $\mu\text{m}$ 의 시멘트공간을 적용했을 때 변연에서의 수직적 틈은 평균  $120 \pm 47 \mu\text{m}$ 이었으며, 80  $\mu\text{m}$ 의 시멘트공간을 적용했을 때는 수직적 틈이  $18 \pm 7 \mu\text{m}$ 로 조사되었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 CAD/CAM시스템을 이용한 제작 방식에서는 주조방식에서 적절한 적합을 얻기 위해 적용했던 다이-스페이서의 두께보다 큰 시멘트 공간이 요구된다는 것을 알 수 있다. 이러한 생각의 근거는 Kale 등(2016)의 연구결과에서도 찾아볼 수 있다. 그들은 지르코니아 단관의 적합도 연구에서 20, 30, 50  $\mu\text{m}$ 의 시멘트공간을 다르게 적용했을 때 시멘트 공간이 커질수록 우수한 변연 적합도를 획득했다고 보고하였다. 그러나 그들이 적용한 최대 시멘트공간은 50  $\mu\text{m}$ 이었다.

임상적 기준에 부합하는 변연 적합도를 보인 군은 CS-80(최대 31.1  $\mu\text{m}$ ), CS-120군(최대 49.8  $\mu\text{m}$ )으로 나타났다. 그러나 CS-120군에서는 CS-80군보다 모든 측정영역에서 수직적 틈이 증가한 것을 볼 수 있다(Fig. 6). 이러한 결과는 과도한 시멘트공간은 변연뿐만 아니라 내부 적합도에도 영향을 준다는 것으로 해석할 수 있다. Hmaidouch 등(2011)은 CAD/CAM 시스템을 이용한 단관 제작 시 시멘트 공간을 50  $\mu\text{m}$ 와 100  $\mu\text{m}$ 로 설정하고 2종류의 시멘트를 이용하여 접착했을 때 변연 적합도는 100  $\mu\text{m}$ 의 군에서 축벽의 적합도는 50  $\mu\text{m}$ 의 군에서 우수하게 나타났다고 보고하였는데 본 연구의 결과와 유사한 것을 알 수 있다. 즉 일정범위까지의 시멘트 공간은 변연 적합도를 개선할 수 있지만 축벽과 교합면의 적합

도를 저하시킬 수 있다는 것이다.

축벽에서의 적합도는 Cs-0군( $44 \pm 20 \mu\text{m}$ ), Cs-40군( $46 \pm 27 \mu\text{m}$ ), Cs-80군( $66 \pm 40 \mu\text{m}$ ), Cs-120군( $91 \pm 52 \mu\text{m}$ ) 순으로 시멘트 공간 설정 값이 커질수록 수직적 틈이 크게 나타났다. Cs-0군과 Cs-40군에서 축벽의 적합도 차이는 거의 없지만 변연 적합도는 Cs-40군에서 현저히 우수하게 나타났다. 이러한 결과가 나타난 이유를 생각해 보면 Cs-0군은 시멘트공간을 주지 않았기 때문에 지대치에 위치시킬 때 Cs-40군보다 축벽에서 먼저 접촉되고 거기에 인상재가 차지하는 두께가 더해져 변연에서 큰 틈이 나타난 것으로 생각된다. 즉 Cs-40군은 40  $\mu\text{m}$ 의 시멘트 공간 설정부위로 인상재가 들어가 위치했기 때문에 지대치에 조금 더 안착될 수 있어 변연적합도가 개선된 것으로 판단된다. 이전의 많은 연구들에서도 축벽의 적합도가 높게 나타남을 언급하고 있지만 이로 인해 수복물의 내부 측면에서 조기 접촉되어 완전히 안착되는데 한계가 있음을 제시하지는 않았다. 술자는 그동안의 연구결과 축벽의 시멘트 공간 크기가 수복물의 정확한 안착과 내부 적합을 향상시키는 열쇠가 될 수 있다고 생각한다. 다시 말해서 수복물을 지대치에 안착시킬 때 축벽에서 조기 접촉되지 않을 정도의 공간과 시멘트 두께를 고려한 수치가 적절한 시멘트공간이 될 것이다.

일반적으로 시멘트공간은 변연의 1 mm상방에서 균일한 두께로 설정한다. 연구 결과 모든 군에서 변연과 축벽보다 교합면에서 인상재 두께가 현저히 크게 나타났다. 가장 적합도가 우수한 Cs-80군의 경우 80  $\mu\text{m}$ 의 시멘트공간을 부여했지만 교합면에서의 틈은 그보다 큰 평균  $214 \pm 35 \mu\text{m}$ 이었다. 이러한 결과는 이전에 보고된 고정성 수복물의 내부 적합도 연구에서 동일하게 나타났다(Ha & Cho, 2016; Huh 등 2010). 따라서 교합면 공간을 줄일 수 있는 방법으로 각 영역별로 시멘트공간을 적용하거나 적어도 교합면의 시멘트 공간은 따로 설정할 수 있도록 소프트웨어 개선이 필요하다고 생각된다. 그렇게 된다면 CAD/CAM으로 제작되는 고정성 수복물에서 보다 균일한 내부 적합을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

시편의 절단 방향에 따른 분석결과 협·설 단면보다

근·원심 단면의 측벽과 교합면 영역에서 인상재 두께가 두꺼운 결과를 보였다. 이러한 결과는 술자의 이전 연구인 제작방식에 따른 3분 브리지 구조물의 적합도 연구에서도 동일하게 나타났다. 이전의 연구에서 이러한 현상이 발생하는 이유는 브릿지 구조물이기 때문이라고 추측했으나 단관에서도 동일하게 나타나는 것을 볼 때 원인이 불확실하고, 구조방식이나 CAD/CAM 제작 방식에 상관없이 나타나고 있어 명확한 이유를 알 수 없었다. 하지만 이러한 결과를 보면 적합도 조사 시 한쪽 단면의 값을 제시하는 것보다 적어도 2개의 단면(근·원심, 협·설)에서 측정하는 것이 신뢰도를 높일 수 있다고 생각되며 이러한 현상의 원인은 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

본 연구의 한계는 Holmes 등(1989)이 주장한 임상적으로 중요한 수평적 변연 불일치(Absolute marginal discrepancy)를 제외한 수직적인 이개 정도만을 측정함과 다양한 회사의 CAD/CAM 시스템으로 제작하여 적합도를 비교하지 못한 것이다. 향후 추가적인 연구에서는 시멘트 공간이 지르코니아 수복물의 유지력과 파절 강도에 미치는 효과에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 결론

본 연구에서는 시멘트 공간 설정이 CAD/CAM 시스템으로 제작되는 지르코니아 수복물의 변연 및 내부 적합도에 미치는 영향을 알아보기 위해 시멘트 공간을 다르게(0  $\mu$ m, 40  $\mu$ m, 80  $\mu$ m, 120  $\mu$ m) 적용하였다. 인상재를 이용한 복제방법(Replica technique)으로 지대치의 중앙에서 근·원심과 협·설 방향에서 적합도를 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 80  $\mu$ m과 120  $\mu$ m의 시멘트 공간을 적용한 경우 변연에서의 수직적 틈이 임상적 기준이하의 범위를 보였다.
2. 80  $\mu$ m의 시멘트 공간을 적용한 경우 변연, 측벽 및 교합면에서 수직적 틈이 가장 작게 나타났다(p

<0.001).

3. 측정영역별 적합도 비교결과 교합면의 수직적 틈이 가장 크게 나타났다(p<0.001).
4. 절단면에 따른 분석결과 협·설 단면보다 근·원심 단면의 측벽과 교합면에서 수직적 틈이 크게 나타났다(p<0.001).
5. 시멘트 공간 설정에 따라 지르코니아 코핑의 변연 및 내부 적합에 영향을 미치는 것으로 나타났다(p<0.001).

## REFERENCES

- Campagni WV, Wright W, Martinoff JT. Effect of die spacer on the seating of complete cast gold crowns with grooves. *J Prosthet Dent*, 55, 324-328, 1986.
- Eames WB, O'Neal SJ, Monteiro J, Miller C, Roan JD, Cohen KS. Techniques to improve the seating of castings. *J Am Dent Assoc*, 96, 432-437, 1978.
- Goldman M, Laosonthorn P, White RR. Microleakage-full crowns and the dental pulp. *J Endod*, 18, 473-475, 1982.
- Ha SJ, Cho JH. Comparison of the fit accuracy of zirconia-based prostheses generated by two CAD/CAM systems. *J Adv Prosthodont*, 8(6), 439-448, 2016.
- Hmaidouch R, Neumann P, Mueller WD. Influence of preparation form, luting space setting and cement type on the marginal and internal fit of CAD/CAM crown copings. *Int J Comput Dent*, 14(3), 219-26, 2011.
- Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent*, 62, 405-408, 1989.
- 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*, 48(2), 135–142, 2010.

Jacobs MS, Windeler AS. An investigation of dental luting cement solubility as a function of the marginal gap. *J Prosthet Dent*, 65, 436–442, 1991.

Kale E, Seker E, Yilmaz B, Özcelik TB. Effect of cement space on the marginal fit of CAD–CAM–fabricated monolithic zirconia crowns. *J Prosthet Dent*, 116(6), 890–895, 2016.

McLean JW, Von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J*, 131, 107–111, 1971.

Rekow D, Thompson VP. Near–surface damage—a persistent problem in crowns obtained by computer–aided design and manufacturing. *Proc Inst Mech Eng*, 219, 233–243, 2005.