

# 지르코니아 전부도재관 지대치 삭제시 측면 경사각과 만곡 반경에 대한 조사

김혜은 · 우이형 · 배아란 · 김형섭\*

경희대학교 대학원 치의학과 치과보철학교실

**연구 목적:** 지르코니아 보철물을 위한 치아 형성이 실제 임상에서 어떻게 이루어지는지에 대해 조사하고 향후 치아 형성에 대한 교육 자료 및 추가 연구의 기초 자료로 활용하고자 한다.

**연구 재료 및 방법:** 지르코니아 치관 제작을 위해 milling center에 보내진 모형을 조사하여 Lava CAD/CAM System으로 스캔 한 후 'ImageJ' 프로그램 상에서 측정하여, 이를 비교 분석하였다. 각 치아마다 근원심면과 협설면에서의 측면 경사각을 측정하였다. 또한, 견치를 제외한 전치에서 절단면 0.4 mm 하방 부위의 bucco-lingual diameter 측정하였다.

**결과 및 결론:** 실험군 내에서 지르코니아 전부도재관을 위한 지대치의 측면 경사각은 18.67°로 문헌에서 추천하는 각도 보다 크게 나타났다. 지르코니아 완전도재관의 지대치 형성 시 측면 경사각은 협설과 근원심면, 악궁내 위치에 따라 차이가 있었다. Peak 0.4의 평균값은 1.18 mm로 밀링버의 최소직경을 고려한 요구조건인 0.8 mm 보다 큰 값으로 나타났다. 그러나 선각 부위 rounding 에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. (*대한치과보철학회지* 2011;49:22-8)

**주요단어:** 지르코니아 전부도재관, 측면 경사각, 만곡 반경

## 서론

치과 치료에서 심미적인 요구가 높아짐에 따라 심미적인 수복물을 제작하기 위한 다양한 방법들이 소개되고 있다. 특히 금속과 유사한 강도를 가지면서 금속의 비심미성을 극복할 수 있는 지르코니아를 이용한 보철물 제작이 국내외에서 이루어지고 있다. 지르코니아는 통상적인 도재 수복물 제작 방법으로는 가공이 어려워 컴퓨터로 디자인 하여 보철물을 제작하는 CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) 시스템으로 제작한다.<sup>1</sup> CAD/CAM 시스템의 사용으로 인해 비교적 정확하고 물성이 균일하며, 설계 단계에서 합착제를 위한 공간이나 수복물의 두께 및 외형을 정확히 조절할 수 있고, 최신의 고강도 치과용 도재로 여러 가지 보철물의 제작이 가능하게 되었다.<sup>2</sup>

Oilo 등<sup>3</sup>은 고강도 치과용 도재는 여전히 깨지기 쉬운 물질이므로 응력의 집중이나 인장력 등을 피해야 한다고 하였다. 그러므로 지르코니아 수복물의 위한 지대치 형성에 있어서도 수복물의 유지력의 지속뿐 아니라 기능 시 수복물의 응력 분산을 위해서는 일반적인 피개 전장관을 위한 전통적인 치아 삭제 원칙이 반드시 지켜져야 한다.

측면 경사각 (convergence angle)이란 삭제된 치아의 마주보는 두 측면 사이에서 이루어지는 각도를 의미한다. 이상적인 측면 경사각에 대해 Prothero<sup>4</sup>가 처음으로 2°에서 5°의 범주가 되어

야 한다고 주장하였다. Shillingburg 등<sup>5</sup>은 최대 유지를 얻기 위해서는 치아 삭제 시 측면 경사각이 6°가 되어야 한다고 추천하였다. 그러나 이것은 왁스 소거법 (lost wax technique)으로 제작한 전부 피개관의 측면 경사각에 관한 것이다.

Beuer 등<sup>6</sup>은 CAD/CAM system으로 제작된 zirconia crown coping은 지대치가 12°의 측면 경사각을 가질 때 가장 정밀한 적합을 보인다고 하였다.

Lava™ CAD/CAM System에서는 고정성 보철을 위한 지대치를 최소 8° 이상으로 삭제할 것을 추천하고 있다.<sup>7</sup> 그러나 실제 임상에서는 술자의 경험, 구강 내 환경, 형성될 치아의 종류 등이 측면 경사각에 영향을 미치며, 평행이 아닌 수렴되는 면 (converging surface)으로 관찰되는 시각적인 편차가 12°인 것 또한 이상적인 측면 경사각을 얻기 힘든 요인 중의 하나이다.<sup>8</sup>

지르코니아 전부도재관의 지대치 삭제에서 모든 선각이나 변연을 둥글게 형성해주는 것은 매우 중요하다. 날카로운 선각과 변연은 스캐닝 과정에서 정확한 탐지에 영향을 미칠 뿐 아니라 정밀한 밀링을 어렵게 하는 요인 중 하나이다. 선각부위 둥글게 하는 정도인 만곡 반경 (rounding radius)에 대해 Lava™ CAD/CAM System에서 추천하는 값은 0.4 mm 이상이다.<sup>7</sup> 즉, 삭제한 지대치의 절단면 0.4 mm 하방에서 지대치의 직경이 0.8 mm 이상이어야 한다.

국내에서는 아직까지 임상과 관련된 지르코니아 전부도재관의 지대치 형성에 대한 연구가 거의 없는 실정이다. 따라서

\*교신저자: 김형섭

130-701 서울 동대문구 회기동 1 경희대학교 치과대학 치과보철학교실 02-958-9340; e-mail, odontopia@khu.ac.kr

원고접수일: 2010년 12월 9일 / 원고최종수정일: 2010년 12월 15일 / 원고채택일: 2011년 1월 8일

이 연구에서는 현재 국내에서 지르코니아 보철물을 위해 시술한 지대치 삭제 모형을 조사 및 분석하고, 문헌상에서 추천하는 지대치 형성과 비교 분석하였다. 그리고 본 연구 결과를 치과 임상에 대한 학부생 교육과 임상의를 위한 보수 교육의 자료로 활용하고자 한다. 또한 이를 바탕으로 지르코니아 수복물의 유지와 안정에 영향을 미치는 치아 형성에 관한 추가 연구의 기초 자료로 활용하고자 분석 하였다.

**연구 재료 및 방법**

**가. 연구자료**

**1. 자료 수집**

서울 시내 임상의가 2010년 5월부터 10월 사이에 지르코니아 치관 제작을 위해 Lava™ CAD/CAM Milling Center에 의뢰한 환자의 모형을 수집하였다.

**2. 자료 분류**

총 496개의 모형을 악궁 내 위치별로 전치부, 소구치부, 대구치부, 그리고 상악과 하악, 좌측과 우측으로 분류하였다 (Table 1).

**나. 연구방법**

**1. 모형 스캐닝 및 측정**

Lava™ Scan ST scanner (3M ESPE, Seefeld, Germany)를 이용하여

복제 모형 다이를 스캔 하였고, ImageJ (version 1.32j, National Institutes of Health, USA) 프로그램을 이용하여 측정하였다.

**2. 측면 경사각 측정**

측정 원리는 평행한 두 직선에서 엇각이 동일함을 이용하여 두 변의 각을 각각 측정하여 합을 구하는 방식으로 측면 경사각을 구하였다 (Fig. 1). 측정 과정은 치은 1/3의 측면 상에 한 지점을 선택한 뒤 그 하방의 측면과 일치하도록 선을 이동시켜 측면의 연장선상에 있는 적절한 위치에 두 번째 지점을 지정한다. 이후 세 번째 지점은 선을 작업창에 수직이 되도록 맞춘 뒤에 지정한다 (Fig. 2). 그리고 측정 기능을 선택하여 각도를 측정한다. 측정 부위 선정 기준은 Kaufman 등<sup>9)</sup>이 수렴형태로 삭제된 지대치의 부위 중 치은에 가까운 곳에서 전부 피개관의 유지력에 크게 작용한다는 보고를 참고로 하였다.

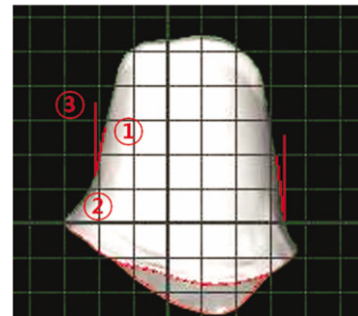
각 치아마다 근원심면과 협설면에서의 측면 경사각을 측정하였다.

**3. Peak 0.4의 측정**

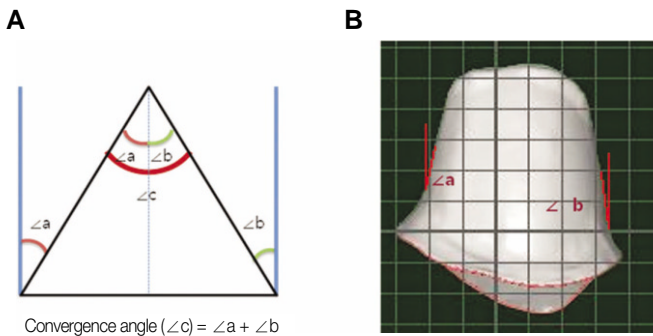
견치를 제외한 267개의 전치부 모형을 조사하였다. 견치는 치아의 해부학적 형태를 고려해 볼 때, 절단면 부위 폭경이 절치에 비해 비교적 충분하므로 본 연구에서 제외하였다. 400% 확대한 협설측면에서 절단면 부위 정점을 선택한 후 그 하방 0.4 mm 부위의 협설 직경을 측정 하였다 (Fig. 3). 그리고 이 측정치를 'Peak 0.4' 로 명명하였다. 각 치아마다 근심측과 원심측에서 측정하였다.

**Table 1.** Numbers of examined teeth with regard to tooth and dental arch

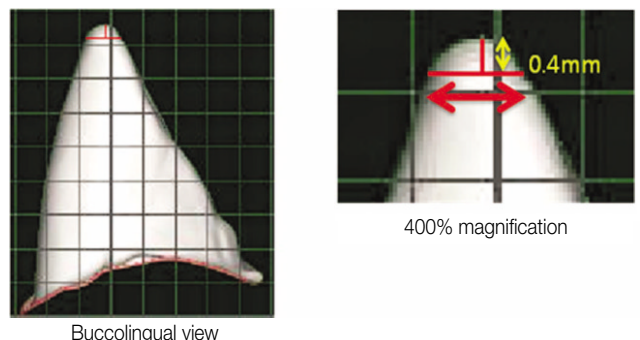
	Incisors/Canines	Premolars	Molars	Total
Maxilla				373
Right	143	40	14	197
Left	132	37	7	176
Mandible				123
Right	18	29	27	74
Left	13	17	19	49
Total	306	123	67	496



**Fig. 2.** The angle measured with the ImageJ.



**Fig. 1.** The theory of measurement.



**Fig. 3.** Measurement of Peak 0.4 with the ImageJ.

4. 측정 방법의 신뢰도 측정

측정의 정확성과 재현성을 평가하기 위해 Annerstedt 등<sup>10</sup>이 시행한 방법을 참고로 하여 30개의 표본 (전치 10개, 소구치 10개, 대구치 10개)을 임의로 선택하여 재 측정하였다. 그 결과 오차는 ±1° 미만이었다 (Table 2).

5. 통계 분석

각 군간의 자료 분석은 윈도우즈용 SPSS 통계 프로그램 (version 12.0, Chicago, IL, USA)을 이용하여 독립표본 t-검정, one-way ANOVA 그리고 다중 분석 (Sheffé test)을 통해 95%의 신뢰수준에서 유의성을 검증했다.

결과

1. 측면 경사각

이번 연구를 통해 조사한 결과 지르코니아 전부도재관의 지대치 형성시 협설면과 근원심면에서의 측면 경사각의 전체 평균은 18.67°이며 표준 편차는 8.89°로 나타났다 (Table 3).

1-1. 치열궁 내에서의 위치에 따른 분석

치아의 근원심면 (16.93°)과 협설측면 (20.42°)에 따라 유의성 있는 차이를 보였다 (Table 3).

Table 2. Assessment of measurement reliability

	Incisors/Canines	Premolars	Molars
First	25.41	19.95	22.24
Second	26.02	19.77	21.99

Table 3. Mean mesio-distal and bucco-lingual convergence angles of dies

	M-D	B-L	Total
Mean	16.93	20.42	18.67
SD	8.04	9.35	8.89
P	.000*		

M-D: mesio-distal surface, B-L: bucco-lingual surface, \*: The difference is significant at the level of 0.05

Table 4. Mean convergence angle of anteroposterior position of the teeth in arch

	M-D	B-L	Total
Incisors/Canines			
Mean	14.81	22.32	18.57
SD	6.00	9.48	8.77
Premolars			
Mean	16.87	15.41	16.14
SD	7.16	7.43	7.32
Molars			
Mean	26.70	20.93	23.82
SD	10.27	8.66	9.89

M-D: mesio-distal surface, B-L: bucco-lingual surface

치아의 전후적인 위치에 따라 전체적인 치아의 측면 경사각을 비교시 전치부 (18.57°), 소구치부 (16.14°), 대구치부 (23.82°)는 각각 유의성 있는 차이를 보였다. 근원심면의 측면 경사각은 전치부 (14.81°), 소구치부 (16.87°), 대구치부 (26.70°) 비교시 각각 유의성 있는 차이를 보였다. 협설측면의 측면 경사각에서는 전치부 (22.32°)와 대구치부 (20.93°)는 소구치부 (15.41°)와 비교시 각각 유의성 있는 차이를 보였고, 전치부 (22.32°)와 대구치부 (20.93°) 사이에 유의성 있는 차이가 없었다 (Table 4, 5).

상악과 하악으로 분류하여 분석한 경우 근원심면 (상악: 16.01°, 하악: 19.72°)과 협설면 (상악: 21.24°, 하악: 17.95°)에서 유의성 있는 차이를 보였다 (Table 6).

악궁을 좌측과 우측으로 분류하여 분석한 경우 유의성 있는 차이가 없었다 (Table 7).

Table 5. Multiple comparison (Sheffé test) of anteroposterior position of the teeth in arch

	M-D	B-L	Total
Incisors/Canines - Premolars			
P	.005*	.000*	.000*
Incisors/Canines Molars			
P	.000*	.269	.000*
Premolars Molars			
P	.000*	.000*	.000*

M-D: mesio-distal surface, B-L: bucco-lingual surface, \*: The difference is significant at the level of 0.05

Table 6. Mean convergence angle on maxilla and mandible

	M-D	B-L	Total
Maxilla (n = 373)			
Mean	16.01	21.24	18.62
SD	6.76	9.64	8.72
Mandible (n = 123)			
Mean	19.72	17.95	18.84
SD	10.60	7.95	9.39
P	.000*	.000*	.000*

M-D: mesio-distal surface, B-L: bucco-lingual surface, \*: The difference is significant at the level of 0.05

Table 7. Mean convergence angle depending on right and left of arch

	M-D	B-L	Total
Right (n = 271)			
Mean	17.14	21.05	19.09
SD	8.07	9.55	9.05
Left (n = 225)			
Mean	16.67	19.66	18.17
SD	8.00	9.08	8.68
P	0.525	.100	.103

M-D: mesio-distal surface, B-L: bucco-lingual surface, \*: The difference is significant at the level of 0.05

1-2. 최종 보철물에 따른 분석

CAD/CAM system으로 제작하는 지르코니아 전부도재관의 지대치와 왁스 소거법으로 제작하는 전부 피개관의 지대치의 측면 경사각의 차이를 알아보기 위해 2010년 김 등<sup>11</sup>이 국내 임상가들을 대상으로 조사한 전부 피개관의 측면 경사각과 비교해 보았다. 전체적인 측면 경사각의 경우 지르코니아를 위한 지대치 (18.67°)와 금속 도재관을 위한 지대치 (16.55°)는 유의성 있는 차이를 보였다. 또한 협설측의 측면 경사각 (지르코니아: 20.42°, 금속 도재관: 16.19°)이 통계적으로 유의성 있는 차이를 보였다 (Table 8).

치아의 전후적인 위치에 따라 전치, 소구치, 대구치로 나누

어 비교 분석한 결과, 소구치 근원심면을 제외한 모든 부위에서 각각 유의성 있는 차이를 보였다 (Table 9).

2. Peak 0.4

이번 연구에서 Peak 0.4의 평균은 1.18 mm 이고, 측정값은 0.65 mm 에서 1.54 mm로 비교적 넓은 범위를 나타내었다 (Table 10). 그러나 표준 편차가 0.24 mm로 조사한 모형의 Peak 0.4가 대부분 평균값 근처에 밀집되어 있었다 (Fig. 4). 조사 범위 내에서 밀링 버의 최소 직경을 고려하여 최소 요구 조건으로 앞서 언급한 0.8 mm 보다 작은 수치를 보인 개체는 6개 였다.

Table 8. Overall mean convergence angle depending on types of definitive prosthesis

	M-D		B-L		Total	
	Zirconia	Metal-ceramic	Zirconia	Metal-ceramic	Zirconia	Metal-ceramic
Mean	16.93	16.91	20.42	16.19	18.67	16.55
SD	8.04	10.73	9.35	11.19	8.89	10.96
P	.985		.000*		.000*	

M-D: mesio-distal surface, B-L: bucco-lingual surface, \*: The difference is significant at the level of 0.05

Table 9. Mean convergence angle of incisors, premolars, and molars depending on types of definitive prosthesis

	M-D		B-L		Total	
	Zirconia	Metal-ceramic	Zirconia	Metal-ceramic	Zirconia	Metal-ceramic
Incisors/Canines						
Mean	14.81	12.14	22.32	17.71	18.57	14.51
SD	6.00	8.01	9.48	13.55	8.77	11.05
P	.001*		.002*		.000*	
Premolars						
Mean	16.87	14.01	15.41	12.15	16.14	12.75
SD	7.16	9.92	7.43	9.56	7.32	9.67
P	0.129		.009*		.002*	
Molars						
Mean	26.70	23.35	20.93	17.23	23.82	20.29
SD	10.27	10.52	8.66	9.11	9.89	10.29
P	.037*		.008*		.001*	

M-D: mesio-distal surface, B-L: bucco-lingual surface, \*: The difference is significant at the level of 0.05

Table 10. Mean Peak 0.4 of examined teeth

	Maxilla (n = 484)	Mandible (n = 50)	Total
Mean	1.16	1.34	1.18
SD	0.22	0.34	0.24
Range	0.65 - 2.54		

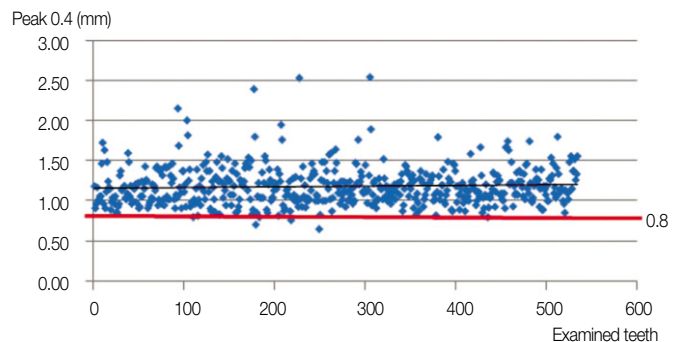


Fig. 4. Distribution of Peak 0.4.

## 고찰

지르코니아 전부도재관은 제작과정의 특성상 치아 형성 시 몇몇의 특별한 요구 조건을 필요로 한다.<sup>6</sup> 이러한 요구 조건의 충족은 완성된 지르코니아 전부도재관의 유지력 등에 영향을 주어 장기간 성공률에 영향을 미친다. 또한, 지르코니아는 기존의 도재와는 달리 접착의 효과를 기대할 수 없으므로 보철물을 위한 치아 형성이 중요하다.

지르코니아 전부도재관의 지대치 측면 경사각에 대해 문헌과 Lava™ CAD/CAM System에서 추천하는 값은 왁스 소거법으로 제작하는 전부 피개관의 지대치의 경우보다 더 크다. 이것은 지대치의 경사도가 너무 작으면 스캐닝 과정에서 정확한 탐지를 방해하는 요소가 될 수 있기 때문이다. 또한, Beuer 등<sup>6</sup>은 측면 경사각이 증가하면 측면의 표면적이 증가하여 이로부터 더 많은 정보를 얻을 수 있으므로 결과적으로 CAM 처리 과정에서 더 높은 수준의 정보를 얻게 된다고 하였다. Iwai 등<sup>12</sup>은 측면 경사각이 증가하면 스캐닝의 정확성이 향상되어 수복물 내면 공간을 감소시킬 수 있다고 하였다. 그러나 임상적인 측면 경사각의 결정은 수복물의 내면 적합도, 파절 저항성, 유지와 안정 등의 모든 면을 고려해야 한다.

본 연구의 결과에 따르면 현재 임상 의들에 의해 시술되는 지르코니아 전부도재관을 위한 지대치의 전체적인 평균 측면 경사각은 18.67°이며, 이는 Beuer 등<sup>6</sup>이 추천하는 각도(12°)보다 크다.

구강 내에서 지대치 형성 시 적절한 측면 경사각을 이루는 것은 쉽지 않다. Mack<sup>8</sup>은 측면 경사각에 영향을 주는 요소로 술자의 경험, 형성될 치아의 종류, 구강 내 환경, 그리고 언더컷 없이 편평하게 삭제하려는 술자의 의지 등이 있다고 하였다. Annerstedt 등<sup>10</sup>은 접근성, 침, 혀, 주위 조직, 그리고 치아의 형태가 지대치 형성 시 측면 경사각에 영향을 준다고 하였다.

임상적인 측면 경사각에 대해 Ohm과 Silness<sup>13</sup>는 생활치 19-27°, 실활치 12-37° 일 때 장기간의 유지력과 좋은 예후를 얻을 수 있다고 하였다. Leempoel 등<sup>14</sup>은 임상에서 15.5°에서 30.2°도의 측면 경사각을 가지면 전부 피개관의 유지에 충분하다고 하였다. Goodacre<sup>15</sup>은 50년간 발표된 연구를 정리하여 치아 삭제의 지침으로 10-20° 범위를 추천하였다. 김 등<sup>16</sup>은 국내 일반의와 보철 전문의를 대상으로 삭제된 치아 모형을 수집하여 측정된 결과 각각 16.55°와 12.90°로 발표하였다.

치열궁 내에서의 위치별 분류에서 먼저 근원심면과 협설면의 측면 경사각을 분석하였는데, Annerstedt 등<sup>10</sup>은 협설측면이 근원심면보다 측면 경사각이 더 크다고 하였으며 Kent 등<sup>16</sup>은 근원심면이 협설측면 보다 측면 경사각이 더 크다고 하였다. 본 연구에서는 협설면과 근원심면이 유의성 있는 차이를 보였으며, 협설면이 근원심면 보다 더 크게 나타났다. 이러한 결과는 협설면은 근원심면 보다 혀나 주위 조직으로 인해 시야 확보나 기구의 접근도가 떨어지고, 또한 치아의 해부학적인 형태에 있어서 특히 전치부에서 치아 삭제 전의 협설면 경사가

근원심면보다 큰 것도 영향을 미쳤을 것이다.

치열궁 내에서 전치부, 소구치부, 대구치부로 나누어 분류한 것은 악궁의 후방으로 갈수록 술자의 시야확보가 어렵고 혀와 주위 조직, 인접치의 접촉 등으로 적절한 측면 경사각을 형성하기 어려워지므로 이에 따른 차이를 알아보려는 것이다. 이전에 위치에 따른 측면 경사각에 대해 Annerstedt 등<sup>10</sup>과 Kent 등<sup>16</sup>은 전방부보다 후방부가 측면 경사각이 더 크다고 하였으며 Nordlander 등<sup>17</sup>은 소구치부가 전치부와 대구치부보다 측면 경사각이 더 작으며 이는 특히 하악부에서 더 명백하다고 하였다. 본 연구에서도 전체적으로 전방부와 후방부 사이에 유의성 있는 차이를 나타냈으며, 소구치부가 전치부와 대구치부보다 측면 경사각이 더 작았다. 연구 결과에서 전치부가 구치부 보다 치아 삭제시 유리한 조건을 가지고 있음에도 불구하고 전치부 협설면의 측면 경사각이 비교적 큰 수치로 나타난 것에 대해서는 전치 설면 부위의 해부학적인 형태의 영향이 컸을 것으로 생각된다. 그러므로 전치 설면 부위 치아 삭제 시 술자는 더욱 주의할 기울여야 할 것이라 생각된다.

상악 치열궁과 하악 치열궁의 위치에 따라 상악에서는 시야 확보가 어렵고 하악에서는 혀의 움직임으로 접근성이 많이 떨어지기 때문에 지대치 형성시 제약이 있을 것으로 생각된다. 그래서 이에 따른 측면 경사각의 차이를 조사하기 위해 상악 치열궁과 하악 치열궁으로 나누어 분석하였다. 이에 대해 이전의 연구 결과를 살펴보면 Smith 등<sup>18</sup>과 Nordlander 등<sup>17</sup>, Kent 등<sup>16</sup>이 하악이 상악보다 측면 경사각이 더 크다고 하였다. 본 연구에서도 하악이 더 큰 측면 경사각을 나타냈다.

공 등<sup>19</sup>은 대부분의 치과 장비는 오른손잡이를 위해 고안되었으며 악궁의 좌우측에 있는 치아를 삭제 시 술자의 위치와 시야확보, 그리고 자세의 안정성 등에 의해 영향을 받는다고 하였다. 이에 따라 두 집단 치아 모형을 각각 좌측 악궁과 우측 악궁으로 분류하여 분석 분석하였다. 하지만 그 결과는 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.

최종 보철물에 따른 측면 경사각의 차이는 지르코니아 전부도재관의 지대치 삭제시 술자가 일반적인 전부 피개관을 위한 삭제보다 의도적으로 경사를 더 부여할 것으로 생각되어 분석해 보았다. 연구 결과 협설면과 전체적인 측면 경사각에서 유의성 있는 차이를 보였다. 이것으로 미루어 볼 때 변연 형태나 삭제량을 제외한 측면 경사각의 경우만 비교한다면, 오히려 금속도재관을 위한 지대치의 측면 경사각(16.55°)이 문헌에서 추천하는 지르코니아 전부도재관 지대치의 측면 경사각에 근접하므로 이를 고려하여, 지르코니아 전부도재관을 위한 치아 삭제시 의도적으로 경사도를 더 부여 하려는 것 보다는 일반적인 전부 피개관을 위한 형성을 해야 할 것이라고 생각된다.

선각은 서로 다른 삭제면이 만날 때 형성된다. 날카로운 선각은 응력을 집중 시키기 때문에 강도의 증가를 위해서 치아 삭제 시 반드시 둥글게 처리 해 주어야 한다. 이것은 완전 도재관의 구조적인 완전성을 위한 필수 요소라고 할 수 있다.<sup>15</sup> 지르코니아 전부도재관에서는 이와 같은 이유 외에도 제작 과정의

특성상 만곡 반경이 더욱 중요하다. 만곡 반경에 대해 Lava™ CAD/CAM System (3M ESPE, Seefeld, Germany)에서 추천하는 값은 0.4 mm 이상이며, 이는 Lava™ CAD/CAM System에서의 밀링머의 최소 직경이 1 mm임을 고려한 것이다. 작업 모형의 확대된 복제체를 밀링할 때, 만곡 반경이 최소 0.5 mm 이상 되어야지만 직경 1 mm의 버가 끝까지 삽입되어 정확한 밀링이 가능하다. 이후 약 20% 정도의 소결 수축을 고려한다면 만곡 반경은 최소 0.4 mm 이상 되어야 한다.

현재 대부분의 CAD/CAM System에서 밀링머의 최소 직경이 0.8 - 1 mm 정도임을 고려해 볼 때, 지르코니아 전부도재관의 치아 형성 시 만곡 반경은 0.4 mm 이상이며 Peak 0.4는 최소 0.8 mm 이상 이어야 함을 의미한다. 본 연구 결과에 따르면 Peak 0.4의 평균은 1.18 mm로 국내 임상가들은 비교적 적절한 범주 내의 지대치 형성을 하고 있음을 알 수 있다. 이를 통해 선각부위 밀링머 삽입 가능 여부를 확인할 수 있었으나, 선각 부위 rounding에 관한 추가적인 연구가 필요할 것이라 생각된다.

## 결론

본 연구는 임상의가 지르코니아 전부도재관의 제작을 위해 Lava™ CAD/CAM Milling Center에 의뢰한 환자의 모형을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 현재 서울 지역 밀링센터에 의뢰된 지르코니아 전부도재관을 위한 지대치의 측면 경사각은 18.6°로 문헌에서 추천하는 각도보다 크게 나타났다 ( $P < .05$ ).
2. 근원심면과 협설면의 측면 경사각 분석 시 유의성 있는 차이를 보였으며 ( $P < .05$ ), 그 결과는 협설면이 근원심면보다 컸다.
3. 전치부, 소구치부, 대구치부로 나누어 분석한 결과 전체적으로 악궁의 전방부와 후방부 사이에 유의성 있는 차이를 나타냈다 ( $P < .05$ ).
4. 상악 과 하악 치열궁으로 나누어 분석시, 하악 치아가 더 큰 측면 경사각을 나타냈다 ( $P < .05$ ).
5. 악궁의 좌우측은 통계적으로 유의성 있는 차이가 없다 ( $P > .05$ ).
6. Peak 0.4의 평균값은 1.18 mm로 밀링머의 최소 직경을 고려한 요구조건인 0.8 mm 보다 큰 값으로 나타났다.

이와 같은 결론과 함께 이번 연구에서는 peak 0.4가 밀링머의 최소 직경을 고려한 요구조건 (peak 0.4 > 0.8)을 만족하였으나, 선각 부위 rounding에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. Seghi RR, Sorensen JA. Relative flexural strength of six new ceramic materials. *Int J Prosthodont* 1995;8:239-46.
2. Rekow ED. High-technology innovations-and limitations--for restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 1993;37:513-24.
3. Oilo G, Törnquist A, Durling D, Andersson M. All-ceramic crowns and preparation characteristics: a mathematic approach. *Int J Prosthodont* 2003;16:301-6.
4. Prothero JH. *Prosthetic dentistry*. Medico-Dental Publishing Co.; 1916. pp. 1128.
5. Shillingburg HT Jr, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics*. 3<sup>rd</sup> ed. Quintessence Publishing; IL; 1997. pp. 120-52.
6. Beuer F, Edelhoff D, Gernet W, Naumann M. Effect of preparation angles on the precision of zirconia crown copings fabricated by CAD/CAM system. *Dent Mater J* 2008;27:814-20.
7. 3M ESPE. Lava™ Handling and preparation guidelines for dentists and labs. 2009.
8. Mack PJ. A theoretical and clinical investigation into the taper achieved on crown and inlay preparations. *J Oral Rehabil* 1980;7:255-65.
9. Kaufman EG, Coelho AB, Colin L. Factors influencing the retention of cemented gold castings. *J Prosthet Dent* 1961;11:486-502.
10. Annerstedt A, Engström U, Hansson A, Jansson T, Karlsson S, Liljhagen H, Lindquist E, Rydhammar E, Tyreman-Bandhede M, Svensson P, Wandel U. Axial wall convergence of full veneer crown preparations. Documented for dental students and general practitioners. *Acta Odontol Scand* 1996;54:109-12.
11. Kim SJ, Pae AR, Woo YH, Kim HS. Clinical convergence angle of prepared tooth for full veneer crowns. *J Dent Rehab Appl Sci* 2010;26:21-32.
12. Iwai T, Komine F, Kobayashi K, Saito A, Matsumura H. Influence of convergence angle and cement space on adaptation of zirconium dioxide ceramic copings. *Acta Odontol Scand* 2008;66:214-8.
13. Ohm E, Silness J. The convergence angle in teeth prepared for artificial crowns. *J Oral Rehabil* 1978;5:371-5.
14. Leempoel PJ, Lemmens PL, Snoek PA, van't Hof MA. The convergence angle of tooth preparations for complete crowns. *J Prosthet Dent* 1987;58:414-6.
15. Goodacre CJ, Campagni WV, Aquilino SA. Tooth preparations for complete crowns: an art form based on scientific principles. *J Prosthet Dent* 2001;85:363-76.
16. Kent WA, Shillingburg HT Jr, Duncanson MG Jr. Taper of clinical preparations for cast restorations. *Quintessence Int* 1988;19:339-45.
17. Nordlander J, Weir D, Stoffer W, Ochi S. The taper of clinical preparations for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1988;60:148-51.
18. Smith CT, Gary JJ, Conkin JE, Franks HL. Effective taper criterion for the full veneer crown preparation in preclinical prosthodontics. *J Prosthodont* 1999;8:196-200.
19. Kong SH, Woo YH. Accidental damage to teeth adjacent to prepared tooth. Masters thesis, Dept. of Dentistry, Graduate School, Kyung-Hee University, Seoul, Korea, 2004.

## Clinical convergence angle and rounding radius on tooth preparation for zirconia all-ceramic crown

Hye-Eun Kim, DMD, Yi-Hyung Woo, DMD, MSD, PhD, Ahran Pae, DMD, MSD, PhD, Hyeong-Seob Kim\*, DMD, MSD, PhD

*Department of Prosthodontics, Division of Dentistry, Graduate School, Kyung-Hee University, Seoul, Korea*

**Purpose:** This article attempted to examine how teeth for restoration is made in a clinical practice and utilize it as future educational material of teeth formation and basic data for additional research. **Materials and methods:** This experiment investigated the models sent to milling center for production of zirconia crowns. After scanned with Lava CAD/CAM System (3M ESPE, Seefeld, Germany), they are measured on 'ImageJ (version 1.32j, National Institutes of Health, USA)' program and compared and analyzed. Convergence angle from mesio-distal surfaces and bucco-lingual surfaces of each teeth are measured. Also, bucco-lingual diameter of the region lowered as much as 0.4 mm from incisal edge in anterior teeth except canines. (This measure is defined as the Peak 0.4) The analysis of data between each group was conducted by Windows SPSS statistic program, and was proved significant on 95% confidence level by independent t-test, one-way ANOVA and multiple analysis (Sheffé test). **Results:** The mean value of convergence angle was  $18.67^\circ$ . It is ranked as molar ( $26.70^\circ$ ) > premolar ( $16.87^\circ$ ) > anterior teeth ( $14.81^\circ$ ) in the order of mesio-distal convergence angle; anterior teeth ( $22.32^\circ$ ) > molar ( $20.93^\circ$ ) > premolar ( $15.41^\circ$ ) in the order of bucco-lingual convergence angle. The mean value of Peak 0.4 was 1.18 mm. **Conclusion:** Convergence angle of abutment of zirconia all ceramic crown has difference depending on the location in the arch. Due to the nature of production of zirconia all ceramic crown, convergence angle of abutment and line angle finishing degree can have an effect on internal suitability of restoration. (*J Korean Acad Prosthodont 2011;49:22-8*)

**Keywords:** Zirconia, Tooth preparation, Convergence angle, Rounding radius

Corresponding Author: **Hyeong-Seob Kim**

*Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung-Hee University, #1, Hoegi-Dong, Dongdaemun-Gu, Seoul, 130-701, Korea*

+82 2 958 9340: e-mail, [odontopia@khu.ac.kr](mailto:odontopia@khu.ac.kr)

Article history

Received December 9, 2010 / Last Revision December 15, 2010 / Accepted January 8, 2011