

# 지르코니아 코아의 색조부여가 전부도재관의 색조에 미치는 영향에 대한 분광측색분석

백기현 · 우이형\* · 권극록 · 김형섭

경희대학교 치의학전문 대학원 보철학교실, 구강생물학연구소

**연구목적:** 인간은 누구나 아름다움을 추구하는 욕망을 가지고 있으며 치의학 분야에서도 심미란 중요한 치료목적 중의 하나이다. 최근에는 부하를 많이 받는 구치부에까지 심미적 요구가 증가됨에 따라 지르코니아를 이용한 코아의 사용이 증가되고 있다. 기본적으로 zirconium oxide의 색상은 흰색-상아색이며, 만약 하부구조물이 이미 인접치의 색조와 조화되어 있다면 색조 부여에 훨씬 유리할 것이며, 원하는 색상을 내기 위하여 필요한 도재층의 두께를 감소시킬 수 있어 더 많은 치질을 보존할 수 있을 것이다.

**연구재료 및 방법:** 이 연구에서는 현재 임상에서 사용되고 있는 3가지 지르코니아 시스템의 코아 색조 부여 유무와 도재층의 두께가 전부도재관의 색조에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 각 시스템의 코아에 색조 부여를 한 실험군과 부여하지 않은 실험군으로 구분하여 코아에 축성한 도재층의 두께에 따른 각각의 색조를 분광측색장치를 이용하여 CIE L\*a\*b\* 색체계를 사용하여 색차를 비교, 분석하였다.

**결과:** 도재층 0.5 mm 축성시 Lava Frame Zirconia 군과 KaVo Everest Zirconia 군은 코아의 색조 부여 유무에 따라 육안으로 인지 가능한 색조 차이를 보이지 않았으나, Digident CAD/CAM Zirconia 군의 경우 육안으로 인지 가능한 색조차이를 보여 하부 코아의 색조가 충분히 피개되지 못하는 것으로 나타났다. 또한 도재층의 두께를 0.4 mm로 감소시켰을 때 코아 자체에 색조를 부여한 Lava Frame Zirconia 군과 KaVo Everest Zirconia 군의 경우 육안으로 인지 가능한 색조의 차이를 보이지 않았으나, 불투명 도재를 도포한 Digident CAD/CAM Zirconia 군의 경우 육안으로 인지 가능한 색조의 차이를 보였다.

**결론:** 코아 자체에 색조를 부여할 경우 지르코니아 코아 자체의 색을 피개하기 위해 도포하는 불투명 도재층 축성에 필요한 두께를 감소시킬 수 있어 색조 재현에 더욱 유리하며, 치아의 삭제량을 감소시킬 수 있을 것으로 판단되었다. (대한치과보철학회지 2008;46:409-419)

**주요단어:** 지르코니아, 색조, 분광측색장치

## 서론

인간은 누구나 아름다움을 추구하는 욕망을 가지고 있으며 치의학 분야에서도 심미란 중요한 치료목적 중의 하나이다. 결손된 치아의 회복시에도 예전에 중요시 되어오던 물리적 기능회복은 물론 심미에 더욱 많은 비중을 두게 되었다.

최근에는 부하를 많이 받는 구치부에까지 심미적 요구가 증가됨에 따라 지르코니아를 이용한 코아의 사용이 증가되고 있다.<sup>1</sup> 지르코니아는 높은 파절강도와 생체친화성, 심미성으로 인하여 그 사용이 더욱 늘어날 것으로 생각된다. 그러나 현재 지르코니아의 물리적 성질에 대한 연구는 많이 진행되고 있지만 심미성을 좌우하는 색

조에 대한 보고는 부족한 실정이다. 대부분의 지르코니아 코아는 기존의 공업적으로 제작된 지르코니아 코아를 밀링하여 사용하고 있다. Green sintering 또는 white sintering된 상태에서 밀링하며 이는 소결 방법에 따른 차이로서 최종 소결 후에도 색조의 차이가 있다.

수복물의 색조의 차이는 심미적인 관점에서 매우 중요하며, 이에 영향을 미치는 요소로는 여러 가지가 있다. 술자의 색조 선택 능력, 조명 조건, 사용되는 shade guide, 도재의 종류와 제조사, 도재의 두께에 의해 전반적 보철물의 색조가 영향을 받는다.<sup>2</sup> 여러 전부 도재관의 시스템마다 다양한 종류의 코아를 사용하기 때문에 코아 자체의 색조와 투명도가 수복물의 심미성에 영향을 끼치게 되며, 재료를 선택함에 있어 중요한 고려사항이 된다.

교신저자: 우이형

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

원고접수일: 2008년 2월 25일 / 원고최종수정일: 2008년 4월 30일 / 원고채택일: 2008년 8월 18일

기본적으로 zirconium oxide의 색상은 흰색-상아색이며, 흰 색상은 이를 피개하기 위하여 금속도재물에 비하여 더 많은 도재층성이 요구되기도 한다. 하부구조물이 이미 인접치의 색조와 조화되어 있다면 색조 부여에 훨씬 유리할 것이며, 원하는 색상을 내기 위하여 필요한 도재층의 두께를 감소시킬 수 있어 더 많은 치질을 보존할 수 있을 것이다.<sup>4</sup>

기존의 지르코니아 시스템은 내부 코아의 색을 피개하기 위하여 불투명 도재층을 얇게 도포하는 방식을 사용하였다. 최근의 지르코니아 시스템은 내부 코아에 색조를 부여할 수 있게 되면서 더욱 심미적인 수복물 제작이 가능하게 되었다. 그러나 분광측색적으로 과연 어떠한 장점이 있는지 보고된 결과는 미미하다.

이 연구는 3종의 지르코니아 시스템에 관하여 코아 자체의 색조 부여가 전부 도재관의 색조에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 객관적으로 비교해 보고자 함을 그 목적으로 하였으며, 분광측색장치를 이용하여 CIE L\*a\*b\* 색체계로 코아의 색조와 도재의 두께에 따른 색조를 측정하여 서로 다른 두 가지 색의 3차원 공간에서의 거리를 나타내는 색차방정식을 이용하여 그 차이 ( $\Delta E^*$ )를 비교, 분석하였다.

## 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

이 연구에서는 지르코니아 코아를 이용한 Lava Frame Zirconia (3M ESPE, Germany), KaVo Everest (KaVo Everest, Germany), Digident CAD/CAM Zirconia (Girrbach, Germany)를 사용하여 시편을 제작하였다 (Table I).

### 2. 시편제작

#### 1) 코아 제작

각 재료당 두께 0.5 mm, 직경 20 mm의 디스크 형태로 각 제조사의 지시에 따라 밀링하여, 각 재료당 20개씩 총 60개의 시편을 제작하였다. 코아에 색조를 부여할 수 있

는 Lava Frame Zirconia, KaVo Everest 군의 경우 10개 코아는 색조를 침투시키지 않고 소결을 수행하였고, 나머지 10개는 제조사의 지시에 따라 A3 색조에 해당되는 염색 용액에 담귀 색조를 침투시킨 후 소결을 수행하였다. 코아 자체에 색조를 부여할 수 없는 Digident CAD/CAM Zirconia 군은 10개의 시편에 해당 색조의 불투명 도재를 2회 도포하였다.

#### 2) 도재 측정

각 재료당 제조사에서 추천하는 도재를 평균 0.5 mm 두께로 측정하였다. Lava Frame Zirconia 군은 Lava Ceram (3M ESPE, Germany), KaVo Everest Zirconia 군은 Everest Zirconium Porcelain (KaVo Everest, Germany), Digident CAD/CAM Zirconia (Girrbach, Germany) 군은 Creation ZI (WilliGeller, Baar, Swiss) 도재를 측정하였다.

#### 3) 표면 연마

시편제작 후 1/100 mm 단위까지 측정이 가능한 전자식 캘리퍼 (Model No. CD-15CPX, Mitutoyo Corp, Japan)를 이용하여 (Fig. 1) 도재층의 두께를 0.5 mm로 조정 한 후 1000-grit SiC paper를 이용하여 최종 연마를 수행하여 시편을 완성하였다 (Fig. 2, 3, 4). 두께 측정은 시편의 중앙부와 상하좌우 4 부위, 총 5 부위를 측정하였다.

### 3. 실험군의 설정

실험군을 종류에 따라 Lava Frame Zirconia를 LZ군, KaVo Everest를 KZ군, Digident CAD/CAM Zirconia를 DZ군으로 임의로 코드화하였으며, 코아의 색조 부여에 따라 색조를 부여한 군은 (+)군, 부여하지 않은 군은 (-)군으로 구분하였다 (Table I).

### 4. 실험 방법

0.5 mm 두께로 연마를 수행한 후 분광측색장치를 사용하여 시편의 색조를 측정하였다. 그 후, 도재층의 두께를 0.4 mm로 조정 한 뒤 연마를 시행한 다음 다시 색조를 측

Table I. Materials used in the study

Zirconia Material	Arbitrary Code	Type	Manufacturer
Lava Frame Zirconia	LZ	green sintering	3M ESPE, Germany
KaVo Everest	KZ	green sintering	KaVo Everest, Germany
Digident CAD/CAM Zirconia	DZ	white sintering	Girrbach, Germany



Fig. 1. Digital caliper (Model No. CD-15CPX, Mitutoyo Corp, Japan).



Fig. 2. Samples of Lava Frame Zirconia (Lt: After staining, Rt: Before staining).

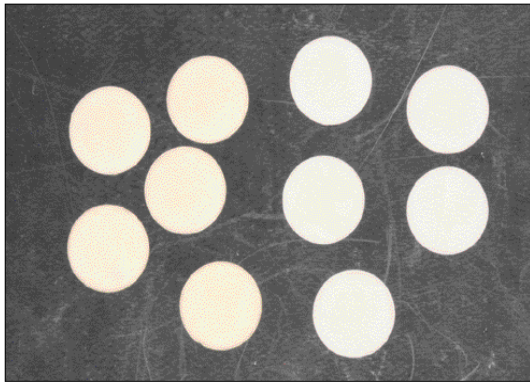


Fig. 3. Samples of KaVo Everest Zirconia (Lt: After staining, Rt: Before staining).

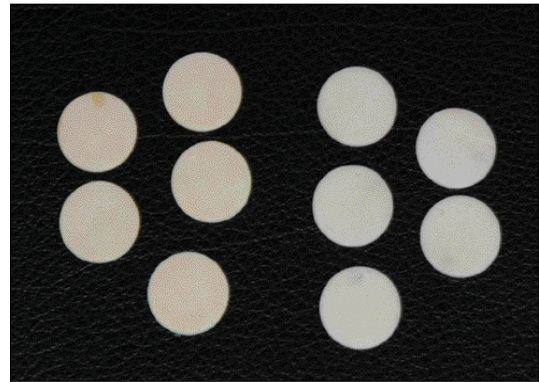


Fig. 4. Samples of Digident CAD/CAM Zirconia (Lt: After staining, Rt: Before staining).



Fig. 5. Spectrophotometer (Model CM-2600d, Minolta, Japan).

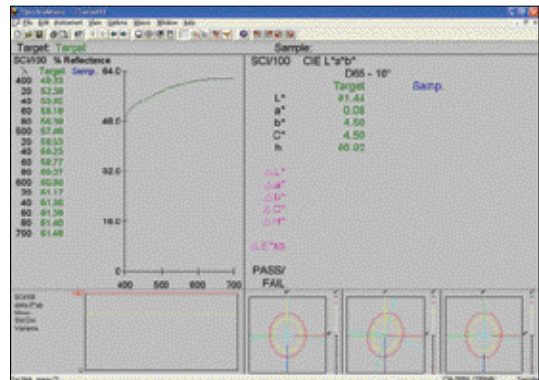


Fig. 6. Spectra Magic software image (CM-S9w, Minolta, Japan).

정하였다. 그런 다음 도재층 두께를 다시 0.3 mm로 조정 한 후 연마, 색조 측정을 시행하였다. 각 단계마다 전자식 캘리퍼를 이용하여 두께를 측정하였고, 연마 과정을 표준화하기 위하여 1000-grit SiC paper를 사용하였다.

## 5. 분광측색장치를 이용한 색조측정

Spectrophotometer (Model CM-2600d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 연구를 진행하였으며, 광원은 자외역을 대낮의 햇빛을 기준으로 하며 CIE, ISO의 표준광으로 사용되는 D65 (6503K) 광원을 채택하였고, 광택 요소를 포함하여 측정하는 SCI (Specular Component Included) 방식으로, 시야각 10°에서 측정하였다 (Fig. 5). 색조측정을 위하여 Zero 교정 박스를 이용하여 Zero 교정을 시행하고, 표준백색판을 이용하여 백색 조정 한 후, 3 mm의 측정 경을 시편에 밀착시켰다.

자동 평균 측정 횟수를 3회로 하여 각 시편당 서로 다른 부위를 5회 측정하여 평균값을 구하였다. 측정값을 Spectra Magic software (CM-S9w, Minolta, Japan) 프로그램을 이용하여 분석하였다 (Fig. 6).

## 6. 실험 재료에 따른 $\Delta E^*$ 수치의 분석

$L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  수치는 3차원 색공간의 좌표를 의미하는데  $\Delta E^*$ 는 두 가지 다른 색의 3차원 공간에서의 거리를 나타내는 수치이며, 색차방정식

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$(\Delta L^* = L^*_1 - L^*_2, \Delta a^* = a^*_1 - a^*_2, \Delta b^* = b^*_1 - b^*_2)$$

로 값을 구하였다.

## 7. 통계 분석

측정된 결과는 통계적 유의성을 검증하기 위하여 SPSS Version 13.0 for Win (SPSS Inc., IL, USA)을 이용하여 일반선형모형 (General Linear Model) 중 반복측정 (Repeated measures ANOVA) 분석법과 Tukey 다중범위 검증법을 사용하였다.

## 연구성적

### 1. 각 군의 $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ 수치 분석

$L^*$  수치는 색조를 부여한 (+)군의 경우 LZ, KZ, DZ 군 순서로 높은 값을 보였으며, 색조를 부여하지 않은 (-)

군의 경우 LZ, DZ, KZ 군 순서로 높은 값을 나타냈다. 코아 자체에 색조를 부여함에 상관없이 LZ군이 가장 높은 값을 보여 명도가 가장 높았으며, DZ(+)군이 명도가 가장 낮은 것으로 나타났다 (Table II, Fig. 7).

$a^*$  수치는 코아의 색조 부여 유무에 상관없이 DZ, KZ, LZ 군 순서로 높은 값을 보였으며, 전체적으로 DZ(+)군이 가장 높은 수치를 보였다. 이는 전체적으로 DZ군이 가장 적색의 경향을 띠었음을 의미한다 (Table II, Fig. 8).

$b^*$  수치는 코아에 색조를 부여한 (+)군의 경우 DZ, KZ, LZ 군 순서로 높은 값을 보였으며, 색조를 부여하지 않은 (-)군의 경우 DZ, LZ, KZ 군 순서로 높은 값을 나타냈다. 전체적으로 DZ(+)군이 가장 높은 수치를 나타냈다. 이는 DZ군이 가장 황색의 경향을 띠었으며, 채도가 가장 높다는 것을 의미한다 (Table II, Fig. 9).

## 2. 각 군의 초기 $\Delta E^*$ 수치 분석

하부구조물에 색조 부여가 가능하였던 LZ군과 KZ군은 도재층의 두께가 0.5 mm일 때 (+)군과 (-)군간의  $\Delta E^*$  수치가 각각 0.97, 1.97로 나타났다. 그러나 불투명 도재층을 이용하여 코아에 색을 부여한 DZ군의 경우 (+)군과 (-)군간의  $\Delta E^*$  수치는 9.80로 나타났다 (Table III).

## 3. Lava Frame Zirconia 군 $L^*$ , $a^*$ , $b^*$

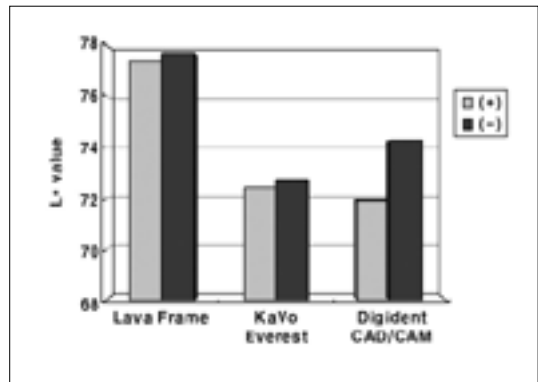
$L^*$  수치는 도재층의 두께가 0.5 mm일 경우 (+)군과 (-)군간의  $\Delta L^*$  수치는 0.34로 큰 차이를 보이지 않았으나, (+)군의 경우, 도재층의 두께가 0.4 mm, 0.3 mm로 감소될 때  $\Delta L^*$  수치는 각각 0.37, 1.01로 비교적 적은 감소를 보인 반면, (-)군의  $\Delta L^*$  수치는 각각 1.43, 4.92로 매우 많은 감소를 보였다.  $a^*$ ,  $b^*$  수치의 경우 도재층의 두께 감소에 따라 (+), (-)군 모두에서 유의하게 감소되는 것으로 나타났다 (Table IV, Fig. 10, 11, 12).  $\Delta E^*$  수치는 도재층의 두께가 0.5 mm에서 0.4 mm로 감소될 때 (+)군은 0.69, (-)군은 2.70으로 나타났으며, 0.5 mm에서 0.3 mm로 감소될 때 (+)군은 2.18, (-)군은 5.54로 나타났다 (Table V).

## 4. KaVo Everest 군 $L^*$ , $a^*$ , $b^*$

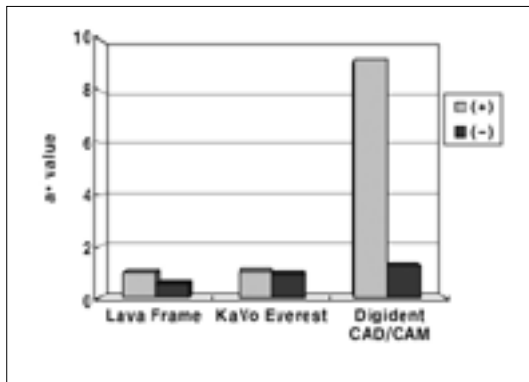
$L^*$  수치는 도재층의 두께가 0.5 mm일 경우 (+)군과 (-)군간의  $\Delta L^*$  수치는 0.26으로 큰 차이를 보이지 않았으나, 도재층의 두께 감소에 따라 두 군 모두에서  $L^*$  수치의 증가되는 경향이 관찰되었다. (+)군의 경우, 도재층

**Table II.** Comparison of mean values of L\*, a\*, b\* in each group

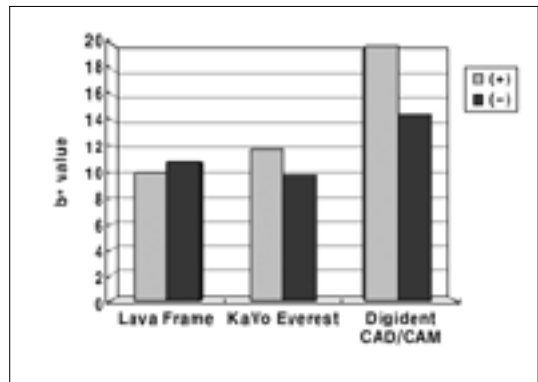
Material	Shade	L*	a*	b*
Lava Frame	(+)	77.34	0.97	10.00
	(-)	77.68	0.54	10.79
KaVo Everest	(+)	72.41	1.01	11.75
	(-)	72.67	0.91	9.80
Digident	(+)	71.92	9.17	19.69
CAD/CAM	(-)	74.27	1.28	14.38



**Fig. 7.** Comparison of mean values of L\*.



**Fig. 8.** Comparison of mean values of a\*.



**Fig. 9.** Comparison of mean values of b\*.

의 두께가 0.4 mm, 0.3 mm로 감소될 때  $\Delta L^*$  수치는 각각 0.50, 1.27이었으며, (-)군의  $\Delta L^*$  수치는 각각 1.55, 0.66으로 나타났다. a\*, b\* 수치의 경우 도재층의 두께 감소에 따라 (+), (-)군 모두에서 유의하게 감소되는 것으로 나타났다 (Table VI, Fig. 13, 14, 15).

$\Delta E^*$  수치는 도재층의 두께가 0.5 mm에서 0.4 mm로 감소될 때 (+)군은 0.86, (-)군은 2.01로 나타났으며, 0.5 mm에서 0.3 mm로 감소될 때 (+)군은 2.12, (-)군은 2.70으로 나타났다 (Table VII).

5. Digident CAD/CAM Zirconia 군 L\*, a\*, b\*

L\* 수치는 도재층의 두께가 0.5 mm일 경우 (+)군과 (-)군의  $\Delta L^*$  수치는 2.35로 비교적 큰 차이를 보였으며,

(+)군의 경우, 도재층의 두께가 0.4 mm, 0.3 mm로 감소될 때  $\Delta L^*$  수치는 각각 1.01, 1.90으로 비교적 완만한 감소를 보였다. 그러나 (-)군의 경우 도재층의 두께 감소에 따라 L\* 수치가 오히려 증가하는 경향이 관찰되었으며, 0.4 mm, 0.3 mm로 감소될 경우 L\* 수치는 각각 75.77, 76.57로 약 1.50, 2.30의 증가를 보였다. a\*, b\* 수치의 경우 LZ군, KZ군과 유사하게 도재층의 두께 감소에 따라 두 군 모두에서 감소되는 것으로 관찰되었다 (Table VIII, Fig. 16, 17, 18).

$\Delta E^*$  수치는 도재층의 두께가 0.5 mm에서 0.4 mm로 감소될 때 (+)군은 2.09, (-)군은 4.10으로 나타났으며, 0.5 mm에서 0.3 mm로 감소될 때 (+)군은 4.15, (-)군은 6.01로 나타났다 (Table IX).

**Table III.**  $\Delta E^*$  values between subgroups of core thickness of 0.5 mm

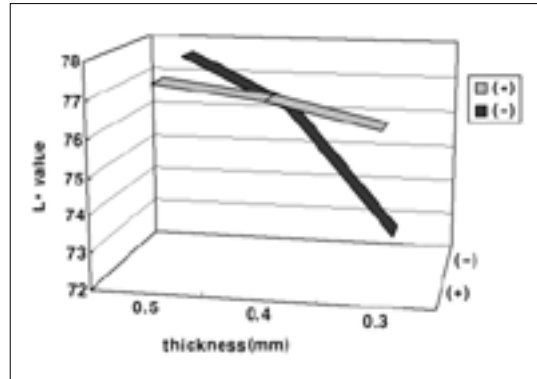
Material	$\Delta E^*$
Lava Frame Zirconia	0.97
KaVo Everest	1.97
Digident CAD/CAM Zirconia	9.80

**Table IV.** Mean values of  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  in Lava Frame Zirconia

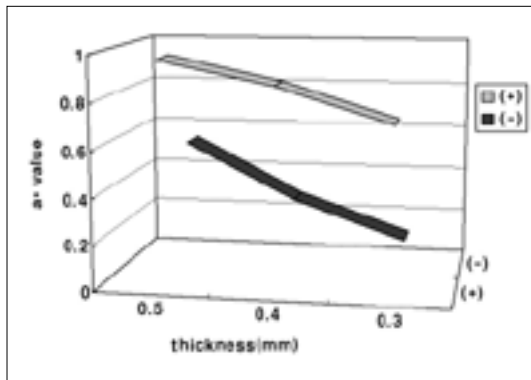
Shade	Thickness	$L^*$	$a^*$	$b^*$
( + )	0.5 mm	77.34	0.97	10.00
	0.4 mm	76.97	0.87	9.57
	0.3 mm	76.33	0.72	7.54
( - )	0.5 mm	77.68	0.54	10.79
	0.4 mm	76.25	0.29	9.28
	0.3 mm	72.76	0.12	8.40

**Table V.**  $\Delta E^*$  values between porcelain thickness in Lava Frame Zirconia

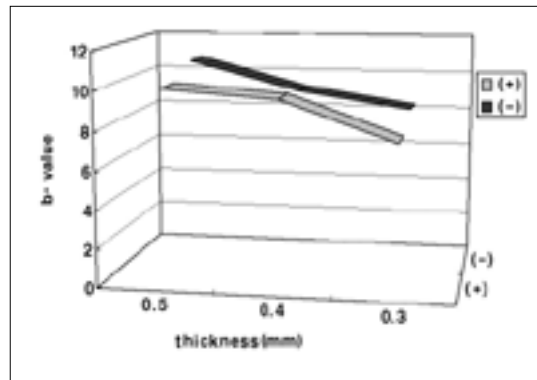
Code	Thickness change(mm)	$\Delta E^*$	P
LZ ( + )	0.5-0.4	0.69	0.00
	0.5-0.3	2.18	0.00
LZ ( - )	0.5-0.4	2.70	0.00
	0.5-0.3	5.54	0.00



**Fig. 10.** Mean values of  $L^*$  in Lava Frame Zirconia.



**Fig. 11.** Mean values of  $a^*$  in Lava Frame Zirconia.



**Fig. 12.** Mean values of  $b^*$  in Lava Frame Zirconia.

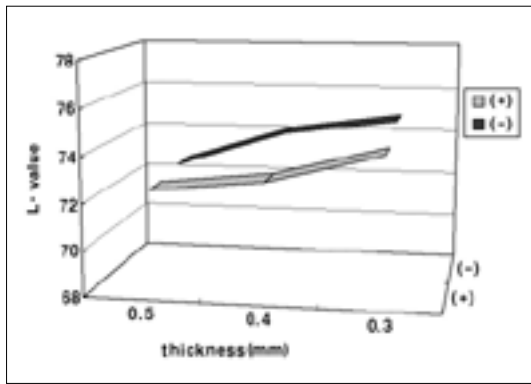


Fig. 13. Mean values of L\* in KaVo Everest.

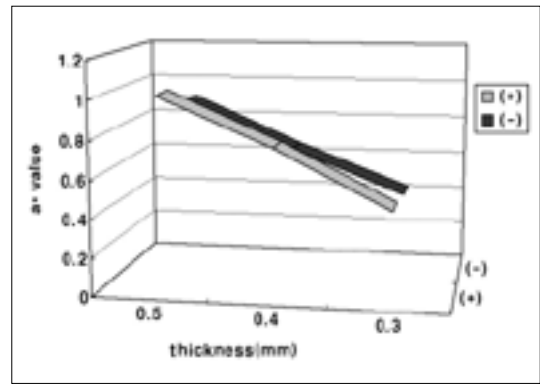


Fig. 14. Mean values of a\* in KaVo Everest.

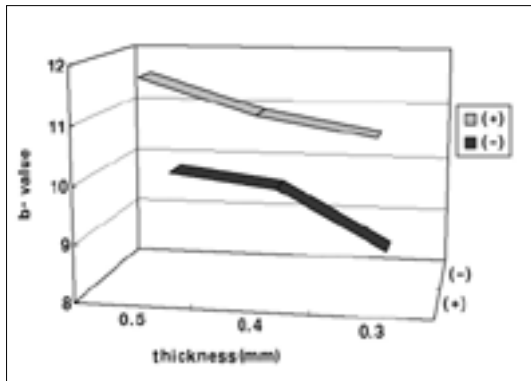


Fig. 15. Mean values of b\* in KaVo Everest.

Table VI. Mean values of L\*, a\*, b\* in KaVo Everest

Shade	Thickness	L*	a*	b*
( + )	0.5 mm	72.41	1.01	11.75
	0.4 mm	72.91	0.76	11.16
	0.3 mm	74.18	0.46	10.84
( - )	0.5 mm	72.67	0.91	9.80
	0.4 mm	74.22	0.66	9.57
	0.3 mm	74.88	0.43	8.48

Table VII. ΔE\* values between porcelain thickness in KaVo Everest

Code	Thickness change (mm)	ΔE*	P
KZ ( + )	0.5-0.4	0.86	0.00
	0.5-0.3	2.12	0.00
KZ ( - )	0.5-0.4	2.01	0.00
	0.5-0.3	2.70	0.00

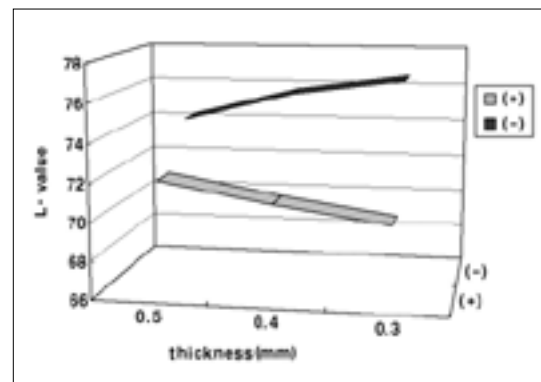


Fig. 16. Mean values of L\* in Digident CAD/CAM Zirconia.

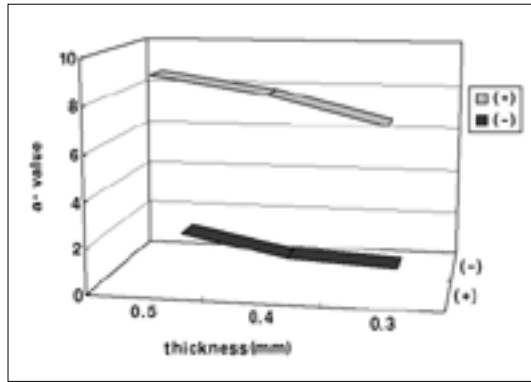


Fig. 17. Mean values of a\* in Digident CAD/CAM Zirconia.

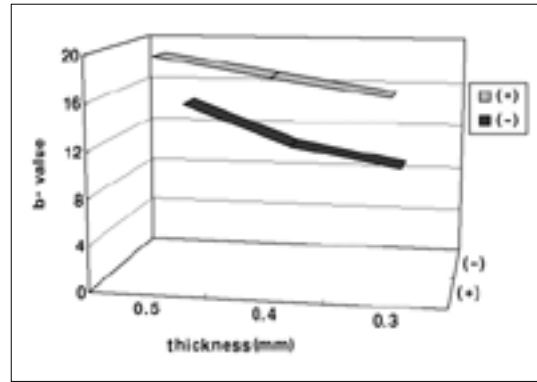


Fig. 18. Mean values of b\* in Digident CAD/CAM Zirconia.

Table VIII. Mean values of L\*, a\*, b\* in Digident CAD/CAM Zirconia

Shade	Thickness	L*	a*	b*
( + )	0.5 mm	71.92	9.17	19.69
	0.4 mm	70.91	8.46	18.10
	0.3 mm	70.02	7.31	16.64
( - )	0.5 mm	74.27	1.28	14.38
	0.4 mm	75.77	0.30	10.75
	0.3 mm	76.57	0.04	9.01

Table IX. ΔE\* values between porcelain thickness in Digident Zirconia

Code	Thickness change (mm)	ΔE*	P
DZ (+)	0.5-0.4	2.09	0.000
	0.5-0.3	4.15	0.000
DZ (-)	0.5-0.4	4.10	0.000
	0.5-0.3	6.01	0.000

### 총괄 및 고안

색은 관찰하는 사람의 상황이나 환경에 따라서 다르게 관찰될 수 있으며, 관찰된 색을 전달하는 과정에서 객관성을 유지하는 일은 어렵다. 색채의 정확한 측정, 전달과 재현을 위한 색채표준 확립이 필요하며 이들에 대한 기준을 정의해야 한다. 광원, 물체, 시각으로 정의되는 색에 대해 어떤 것을 기준광원으로 정할 것인가, 사람의 표준시각을 무엇으로 정할 것인가, 어떤 관측각도로 할 것인가 하는 등의 결정이 필요하다. 색채표준을 국제적으로 정의하기 위하여 국제조명위원회 (CIE; Commission Internationale de l'Éclairage)가 구성되게 되었다.<sup>5</sup>

일반적으로 사용되는 표색계 (color order system)에는 Munsell system과 CIE L\*a\*b\* system이 있다. Munsell system은 색상, 명도, 채도의 3가지 변수에 의해 3차원 좌표로 표현해 색을 정의하며 표준화된 색을 이용하여 육안적으로 색을 구명하는 것이다.<sup>6,7</sup>

이 연구에서 사용한 CIE L\*a\*b\* system은 1976년 국제

조명위원회에 의해 제정된 것으로서 현재 모든 분야에서 가장 일반적으로 사용되고 있는 표색계이며 한국에서도 KS에 채택되고 있다. L\*은 명도를 나타내고, a\*는 적색과 녹색의 정도를 나타내며, b\*는 황색과 청색의 정도를 나타낸다. 이러한 CIE L\*a\*b\* 색공간은 Munsell system에 근사시킴과 동시에, 보다 균등한 색공간을 얻고자 하는 노력의 산물이다.<sup>8</sup>

색차의 정도를 나타내는 ΔE\*값에 대한 해석에는 많은 연구가 있어 왔다. 미국 치과의사 협회 (ADA)는 ΔE\*값이 2일 때를 색상차를 구별할 수 있는 기준값으로 규정하고 있어 이를 이 연구의 기준으로 사용하였다.<sup>9</sup> 그 외에도 Johnston과 Kao는 색차가 3.7 이하이면 치과용 수복재료로 임상에서 허용 가능하다고 하였으며,<sup>10</sup> Crispin 등<sup>11</sup>은 ΔE\*값이 2일 때를 육안으로 식별 가능한 기준점으로 삼아, 2 이상인 경우는 식별 가능한 색의 변화가 존재한다고 보고하였고, O'Brien 등<sup>12</sup>은 ΔE\*값이 1 이하일 경우 색의 일치가 우수하고, 2 이하일 경우 임상적으로 허용 가능하며, 3.7 이상일 경우 임상적으로 확연히 구별된다



고 하였다.

이 연구에서는 모두 CAD/CAM milling시 사용하는 지르코니아 시스템을 사용하였다. 따라서 일정한 두께로 코아를 제작하는 것이 가능하였지만, 도재 축성은 기존의 수작업에 의존하게 된다. 또한 도재의 두께에 따른 색조의 변화를 살펴보기 위하여 도재층의 두께를 조절하는 실험 과정이 포함되어 있었다. 이럴 경우 도재층 표면의 거칠기와 연마 상태에 의해 색조가 영향을 받게 된다. 2003년 김 등<sup>13</sup>은 표면의 거칠기와 glazing이 색차에 미치는 영향에 대해 발표하였다. 그들은 SCI 측정방식의 경우, SiC paper 연마군과 glazing 군간의 CIE L\*, a\*, b\* 수치의 차이는 나타나지 않았으며,  $\Delta E^*$  수치도 인지가 가능한 색상차를 나타내지 않았다고 하였다. 따라서 이 실험에서는 1000 grit-SiC paper로 연마방법을 표준화하여 실험을 수행하여 표면의 거칠기가 색조에 미치는 영향을 최소화하였다.

이 실험에서는 코아의 두께를 제조사의 추천에 따라 0.5 mm로 규격화하였다. 하중을 많이 받게 되는 구치부의 경우 통상 0.7 mm, 심미성이 요구되는 전치부의 경우 0.5 mm의 코아 두께가 요구되나, 배 등<sup>14</sup>에 의하면 코아의 두께를 0.5 mm에서 0.7 mm로 증가시켜도 인지 가능한 색조를 차이를 보이지 않았다. 그러나, 신과 우에 의하면 코아의 두께는 파절하중에 유의한 영향을 끼치므로 상황에 맞는 적절한 코아의 두께를 선택하여야 할 것이다.<sup>15</sup>

Devigus와 Lombardi는 일반적으로 도재층의 두께가 0.5 mm 이상일 경우 지르코니아 코아의 색조가 피개된다고 하였으며,<sup>16</sup> 이 연구에서 사용한 Lava Frame Zirconia 군과 KaVo Everest 군에서도 동일한 실험 결과가 얻어졌다. 따라서 코아 자체의 색조가 도재관의 최종 색조에 끼치는 영향을 평가하기 위해서는 이보다 얇은 도재층, 즉 0.5 mm보다 적은 두께의 도재층을 축성한 후 색조를 측정해야만 한다. 그렇지 않을 경우, 도재관의 최종 색조가 상부 도재의 색조에 의해서만 결정되게 되며, 코아의 색조는 도재관의 색조에 영향을 주지 못한다. 따라서 이 실험에서는 하부 코아 색조 부여가 최종 색조에 끼치는 영향을 평가하기 위하여 도재층의 두께가 0.4 mm, 0.3 mm로 감소하였을 때의 색조를 측정하는 실험 방법을 사용하였다. 이 연구에 따르면 색조 구현에 필요한 도재층의 두께를 0.5 mm에서 0.4 mm로 감소시켜도 색조 차이를 인지할 수 없으므로 도재층의 두께를 0.4 mm로 감소시킬 수 있으며, 그에 따라 치아의 삭제량을 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

코아 자체에 색조를 부여할 수 없는 지르코니아 시스템의 경우, 코아 자체의 색상을 피개하여 색조 구현에 유리하도록 하기 위하여 기존의 금속 도재관의 술식과 유사하게 불투명 도재를 도포하게 된다. 이 등<sup>17</sup>에 의하면

불투명 도재를 한 번 도포하였을 때 평균적인 두께는 0.08 mm, 두 번 도포한 평균적인 두께는 0.15 mm라 하였다. Digident CAD/CAM Zirconia 군은 밝은 코아 색조를 피개하기 위하여 불투명 도재를 도포하게 되는데, 그 결과 0.15 mm 정도의 두께가 추가적으로 요구되게 된다. 따라서 동일 두께로 도재층을 축성하였을 때 코아 자체에 색조를 부여하는 다른 시스템에 비해 상대적으로 도재층의 두께가 얇아져 불리한 것으로 나타났다.

지르코니아 코아를 사용한 도재 수복물 제작시 높은 강도를 얻을 수 있어 유리하지만, 코아 자체의 색조로 인하여 도재층의 두께를 증가시켜야 하는 단점이 존재하였다. 그러나 코아 자체에 색조를 부여하여 색상을 구현하기 위한 도재층의 두께를 감소시킬 수 있다면 투명 도재를 증가시켜 더욱 심미적인 최종 수복물을 얻을 수 있을 것이다. 색조 침투가 코아 자체의 강도에 끼치는 영향에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 결론

이 연구에서는 코아 색조 부여 유무와 도재층의 두께가 전부도재관의 색조에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 각 지르코니아 시스템의 코아에 색조 부여를 한 실험군과 부여하지 않은 실험군으로 구분하여 코아에 축성한 도재층의 두께를 0.5 mm, 0.4 mm, 0.3 mm로 감소시킬 때의 각각의 색조를 분광측색장치를 이용하여 CIE L\*a\*b\* 색체계를 사용하여 객관적으로 색차를 비교, 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 도재층을 0.5 mm로 동일하게 축성하였을 때, Lava Frame Zirconia 군과 KaVo Everest Zirconia 군은 코아의 색조 부여 유무에 따라 육안으로 인지 가능한 색조 차이를 보이지 않아 ( $\Delta E^* < 2$ ) 하부 코아의 색조가 충분히 피개되는 것으로 나타난 반면, Digident CAD/CAM Zirconia 군의 경우 육안으로 인지 가능한 색조차이를 보여 ( $\Delta E^* > 2$ ) 하부 코아의 색조가 도재층에 의해 충분히 피개되지 못하는 것으로 나타났다.
2. 도재층의 두께를 0.5 mm에서 0.4 mm로 감소시켰을 때 코아 자체에 색조를 부여한 Lava Frame Zirconia 군과 KaVo Everest Zirconia 군의 경우 육안으로 인지 가능한 색조의 차이를 보이지 않았으나 ( $\Delta E^* < 2$ ), 코아 자체의 색조 부여가 불가능하여 불투명 도재를 사용한 Digident CAD/CAM Zirconia 군의 경우 육안으로 인지 가능한 색조의 차이를 보였다 ( $\Delta E^* > 2$ ).
3. 도재층의 두께가 0.5 mm에서 0.3 mm로 감소될 때 세 군 모두에서 육안으로 인지 가능한 색조 차이를 나

타냈다 ( $\Delta E^* > 2$ ).

이상의 결과로 볼 때 코아에 색조를 부여할 수 있는 지르코니아 시스템은 색조 부여가 불가능한 시스템에 비해 지르코니아 코아 자체의 색을 피개하기 위해 도포하는 불투명 도재층 축성에 필요한 두께를 감소시킬 수 있어 색조 재현에 더욱 유리하며, 치아의 삭제량을 감소시킬 수 있을 것으로 판단되었다. 따라서 임상에서 사용시 이러한 특성을 고려하여 임상 상황에 적절한 시스템을 사용하도록 노력하여야 할 것이다.

## 참고문헌

1. Tamura K. Ceramo-metal crown. Ishiyaku Publishers. Inc. Tokyo, Japan, 1991.
2. Suárez MJ, Lozano JF, Paz Salido M, Martí nez F. Three-year clinical evaluation of In-Ceram Zirconia posterior FPDs. *Int J Prosthodont* 2004;17:35-8.
3. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent* 1986;56:35-40.
4. Devigus A, Lombardi G. Shading Vita YZ substructures : Influence on value and chroma, Part I. *Int J Comput Dent* 2004;7:293-301.
5. Kim KI, Kim CS. Introduction to color science. Daekwang. Seoul, Korea, 1999.
6. Bangston LK, Goodkind RJ. The conversion of chromascan designations to CIE tristimulus values. *J Prosthet Dent* 1982;48:610-7.
7. Kim YH. Study on the color stability of veneer resin. *J Kor Acad Conservative Dent* 1991;16:1-5.
8. Douglas RD. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent* 2000;83:166-70.
9. Wozniak WT. Proposed guidelines for the acceptance program for dental shade guides. American dental association. Chicago. 1987;1-2.
10. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989;68:819-22.
11. Crispin BJ, Hewlett E, Seghi R. Relative color stability of ceramic stains subjected to glazing temperatures. *J Prosthet Dent* 1991;66:20-3.
12. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small-color-difference equation for dental shades. *J Dent Res* 1990;69:1762-4.
13. Kim IJ, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Effect of surface topography on the color of dental porcelain. *J Mater Sci Mater Med* 2003;14:405-9.
14. Pae AR, Woo YH, Choi DG, Kim HS, Baik J. Spectrophotometric analysis of the influence of zirconia core on the color of ceramic. *J Kor Acad Prosthodont* 2005;43:466-77.
15. Shin YM, Woo YH. The effect of core : type and thickness ratio on the strength of all ceramic crown. M.S.D Thesis. Kyung Hee University 2006.
16. Devigus A, Lombardi G. Shading Vita YZ substructures : Influence on value and chroma, Part II. *Int J Comput Dent* 2004;7:379-88.
17. Lee SO, Woo YH, Choi DG, Kwon KR. Spectrophotometric analysis of the influence of metal substrate on the color of ceramic. *J Kor Acad Prosthodont* 2003;41:148-59.

## Spectrophotometric analysis of the influence to shade of zirconia core on the color of ceramic

**Kihyun Baek**, DMD, **Yi-Hyung Woo**, DMD, MSD, PhD

**Kung-Rock Kwon**, DMD, MSD, PhD, **Hyeong-Seob Kim**, DMD, MSD, PhD

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

**Statement of problem:** At all times people have tried to fabricate tooth restorations using tooth colored materials. Recently, demands for esthetics, even in restorations requiring strength, has brought a revolution to dentistry and increased use of zirconia. The basic color of zirconia is white to ivory. The color can be partially adapted by veneering it with ceramic materials. However, it would be better if the sub-structure could already be adapted to the basic color shade of neighboring teeth. By adaptation to the basic shade, it can help to reduce the necessary layer thickness of the veneer ceramic to achieve the desired color. **Purpose:** The purpose of this study was to spectrophotometrically evaluate the influence of shading of zirconia core on the final shade of all-ceramic restorations using the CIE L\*a\*b\* system. **Material and methods:** Core specimens (n = 20 per group) of Lava Frame Zirconia, KaVo Everest Zirconia, Digident CAD/CAM Zirconia were fabricated at 20 mm in diameter and 0.5 mm in thickness. Halves of each groups were shaded in A3 color. These core specimens were veneered with A3 porcelain of the recommended manufacturer at thickness of 0.5 mm. CIE L\*a\*b\* coordinates were recorded for each specimen with a spectrophotometer (Model CM-2600d, Minolta, Japan) at 0.5 mm, 0.4 mm, 0.3 mm in thickness. Color differences were calculated using the equation  $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ . **Results:** 1. In the case where porcelain layer has a thickness of 0.5 mm, Lava Frame Zirconia and KaVo Everest group did not show clinically perceived color difference, however Digident CAD/CAM Zirconia group showed clinically perceived color difference according to shade allowed on core. 2. When the thickness of porcelain layer decreased from 0.5 mm to 0.4 mm, Lava Frame Zirconia and KaVo Everest group did not show clinically perceived color difference, on the other hand Digident CAD/CAM Zirconia group showed clinically perceived color difference according to shade allowed on core. 3. When the thickness of porcelain layer decreased from 0.5 mm to 0.3 mm, clinically perceived color differences were observed from all three groups. **Conclusions:** Zirconia system, which is possible to allow shade on core, are thought to be much more favorable to reproduce natural shade compared to systems that is impossible to give shade. Therefore, clinicians ought to choose adequate system for certain clinical situation by considering above specific character.

**Key words:** Zirconia core, Shade, Spectrophotometer

*Corresponding Author: Yi-Hyung Woo*

*Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung-Hee University*

*#1, Hoegi-Dong, Dongdaemun-Gu, Seoul, 130-701, Korea*

*+82 2 958 9340 : e-mail, yhw@khu.ac.kr*

*Received February 25, 2008: Last Revision April 30, 2008: Accepted August 18, 2008.*