

## 지르코니아와 전장용 세라믹의 색상에 관한 연구

김 사 학  
동우대학 치기공과

### A Study on the Colors of Zirconia and Veneering Ceramics

Sa-Hak Kim

Dept. of Dental Laboratory Technology, Dong-U College, Sokcho 217-711, Korea

#### [Abstract]

**Purpose:** This study was conducted to investigate the colors of zirconia and veneered ceramics according to the build-up method of veneer porcelain.

**Methods:** The samples were divided into three groups: a group for which a liner was applied to the zirconia surface and dentine coating was built up and burned (Cz1), a group for which the dentine coating was directly built up and burned (Cz2), and a group for which the samples were wash-burned with dentine coating and a dentine coating was built up and burned again (Cz3). The colors were measured with a Spectrophoto-meter.

**Results:** The average L\* value of the Cz3 group was the highest among the groups at  $59.1 \pm 0.5$  ( $P < 0.05$ ), followed by Cz2 at  $57.5 \pm 0.8$  and Cz1 at  $56.6 \pm 1.3$ . The a\* value of Cz3 was negative at  $-0.0 \pm 0.0$  and the a\* values of Cz2 and Cz1 were positive at  $0.2 \pm 0.1$  and  $0.4 \pm 0.0$ , respectively ( $P < 0.05$ ). The b\* of Cz1 was the highest at  $11.2 \pm 0.6$ , followed by Cz3 at  $10.8 \pm 0.5$  and Cz2 at  $10.5 \pm 0.8$  ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** Compared to other experimental groups, the Cz3 groups showed the brightest colors with high brightness and relatively low green and yellow levels.

○ **Key words :** Zirconia, Colors, Spectrophoto-meter

\* 본 연구는 2012학년도 동우대학 학술연구비 지원을 받아 수행되었음.

교신저자	성명	김 사 학	전화	010-9287-2880	E-mail	dksh@duc.ac.kr	
	주소	강원도 속초시 도리원길 5 동우대학 치기공과					
접수일	2012. 4. 14		수정일	2012. 5. 24		확정일	2012. 6. 26

## I. 서 론

치과분야에서 심미란 자연스러움으로 치아의 색상과 외형을 자연치와 유사하게 재현하기 위하여 세라믹이 사용되고 있다. 세라믹은 심미성이 우수하여 도재전장 주조관에 사용되기도하고 지르코니아 코아 표면에 비니어 처리하여 사용된다.

도재전장 주조관에 사용되는 세라믹은 기본적으로 불투명 도재(opaque porcelain), 상아질 도재(dentin porcelain), 법랑질 도재(enamel porcelain)로 구성되어 있으며 이 중 불투명 도재는 도재와 금속 층 사이에서 투명도가 높은 전장용 도재 층에 대해 빛을 차단하고 반사시키며 부분적으로 분산하는 기능을 하지만 최종 도재의 자연감과 심미성은 떨어진다.

지르코니아는 기계적 성질이 금속과 비슷하고 치아의 색상과 유사하다 하여 Garvie등(1975)은 "ceramic steel"이라는 용어를 사용하며 우수한 기계적 성질에 관한 이론적인 모형을 제시하였다. 지르코니아는 구치부 세라믹관, 전치 및 구치부 세라믹브릿지, 세라믹포스트, 임플란트지대치, 임플란트몸체, 교정용 브라켓등에 사용되고 있다(Luthardt et al, 2002; Wohlwend et al, 1997).

지르코니아 결정은 단사정계(monoclinic), 정방정계(tetragonal) 및 입방정계(cubic)의 세 가지 다른 결정구조로 구성되어 있다. 단사정계 결정상은 실온에서 1,170℃까지 안정한 상태를 유지하고, 1,170℃에서 2,370℃까지는 정방정계 결정상으로 존재하며, 그 이상의 온도에서 용융점(약 2,680℃)까지는 입방정계 결정상으로 존재한다(Christel et al, 1989).

지르코니아 전부도재관은 도재전장 주조관과 마찬가지로 지르코니아 하부 코아와 전장용 세라믹 상부구조로 이루어진 이층구조를 이루고 있다. 이러한 이층구조는 1965년 McLean과 Hughes가 알루미늄강화형 코어를 이용한 전부도재관에 처음 도입한 방법으로서 도재전장 주조관보다 뛰어난 심미성을 갖는다.

수복물의 색조 차이는 심미성 유지에 매우 중요하며, 다양한 요소가 수복물의 색조 차이에 영향을 줄 수 있다. 술자의 색조 선택 능력, 조명 조건, 사용되는 shade guide, 도재의 종류와 제조사 및 도재의 두께 등에 의하여 전반

적인 수복물의 색조에 영향을 미친다. 상용 전부 도재관 시스템마다 다양한 종류의 코어를 사용하기 때문에 코어 자체의 색조와 투명도가 수복물의 심미성에 영향을 줄 수 있어 재료 선택의 중요한 고려사항이 된다. Vichi 등(2000)은 세라믹 종류가 불투명 코어의 색 차단에 주는 영향을 발표하였고, Dozic 등(2003)과 Jalali 등(2010)은 도재의 두께가 전부도재 시스템의 최종 색상에 주는 영향을, Corciolani 등(2010)은 도재의 두께가 금속 도재 시스템의 색 계수에 주는 영향에 관한 연구를 발표하였다. 또한 Stevenson과 Ibbetson(2010)은 세라믹 비니어의 하부 재료가 최종 수복물에 주는 영향을 발표하였다.

본 연구는 심미보철 재료로 사용되는 지르코니아 코아에 도재 축성시 축성 방법에 따른 색조에 미치는 영향을 알아보기 위하여 축성 방법을 3군으로 나누어 도재를 축성한 다음 분광측색장치를 이용하여 색상을 측정 비교 평가하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구재료 및 시편제조

본 연구에서 사용한 지르코니아는 3Y-TZP(Tosoh, Japan) powder로 사용하였으며 지르코니아 시편을 지름 15.0mm×두께 1.5mm 만들기 위하여 30MPa의 압력으로 일축가압성형을 한 후 CIP(Cold Isostatic Press)를 이용하여 200MPa의 압력으로 등방압 성형을 하였다. 성형된 시편을 1000℃로 가소결 하여 가소결 블록을 제작 한 후, 이 가소결 시편을 다시 1500도℃ 2시간 완소결 하여 지르코니아 시편을 제작하였다(Table 1)(Fig. 1). 덴틴 도재의 축성은 후경 1.2mm, 직경 11mm의 원형으로 덴틴 도재가 축성될 수 있도록 설계된 plastic sheet을 사용하였다. 이 때 plastic sheet의 두께는 소성 시 수축 및 소성 후 연마를 고려하여 높이 1.5mm로 제작하였다. 미리 제작된 plastic sheet를 지르코니아 표면 위에 올려놓고 덴틴 도재를 축성한 후 과잉의 덴틴 도재는 제거하여 일정한 두께 및 형태로 축성 되도록 한 후 조심스럽게 plastic sheet를 제거하여 제조회사의 도재 소성 schedule에 따라 Cz1은 라이너를 도포 한 후 덴틴 도재를 축성하고 소성하였고, Cz2

는 지르코니아 표면위에 덴틴 도재를 바로 축성하여 소성하였다. 또한 Cz3는 덴틴 도재를 wash 소성한 후 덴틴 도재를 축성하여 소성하였다. 소성 후 표면의 균일성을 갖기 위하여 경면연마를 실시하였으며, 각 조건 당 6개의 시편을 제작하여 관찰하였다(Table 2) (Fig. 2).

Table 1. Experimental materials used in this study

Material	Product name	Manufacturer
Zirconia powder	3Y-TZP	Tosoh/Japan
veneering ceramic	e-max ceram	Ivoclar/Germany

Table 2. Group of specimens

Group	Method	N
Cz1	Liner + Dentin	6
Cz2	Dentin	6
Cz3	wash dentin + Dentin	6



Fig. 1. Photos of metal mold, press and specimens

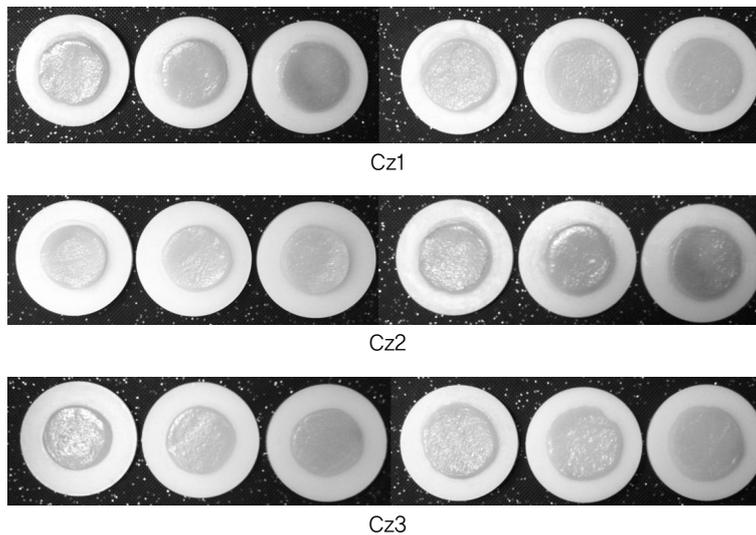


Fig. 2. Specimens for color test

## 2. 기기분석

색상 측정은 색차색도계(Spectrophotometer CM-2500d, Minolta, Japan)를 사용하여 D65° 광원하에서 정반사광 포함 방식인 SCI(Specular Component Included) 모드로 기기의 영점조정과 표준조정을 한 후 8mm의 원형 색 감지판 위에 시편을 올려 놓고 L\*, a\*, b\*

값을 측정하였다. 측정결과 수집된 자료를 실험군 별로 평균값과 표준편차를 산출하였다. 그리고 이들 평균 득점 간의 차이에 관한 유의성을 검정하기 위하여 실험군의 통계학적 유의성을 syudent-t test와 Tukey multiple comparisons test (p=0.05)로 검정하였다.

### III. 결 과

색상 측정 결과는 <Table 3>과 <Fig. 4>에서 보는 바와 같다. L\* 값은 재료의 밝기를 나타내는 좌표로 Cz3가  $59.1 \pm 0.5$ 으로 실험군에서 높은 밝기를 나타내었고 ( $P < 0.05$ ), Cz2는  $57.5 \pm 0.8$ , Cz1은  $56.6 \pm 1.3$  순으로 명도 값이 감소했으며, Cz1과 Cz2에서는 유의차가 나타나지 않았으나, Cz3는 다른 실험군과 통계학적 유의차를 보였다( $P < 0.05$ ). a\* 값은 Cz3가  $-0.0 \pm 0.0$ 로 음수값을 보여 녹색계열임을 알 수 있었으며 Cz1은  $0.4 \pm 0.0$ , Cz2는  $0.2 \pm 0.1$ 로 모두 적색계열로 나타났으며 실험군 사이에서는 통계학적 유의차를 보였다( $P < 0.05$ ). b\* 값은 Cz1이 평균  $11.2 \pm 0.6$  로 가장 높은 황색도를 보였고( $P < 0.05$ ), Cz3  $10.8 \pm 0.59$ , Cz2  $10.5 \pm 0.8$  순으로 황색도가 감소하였으나 실험군 사이의 통계학적 유의차는 나타나지 않았다. ( $P > 0.05$ )

Table 3. The means and standard deviation of L\*a\*b\* values for each group

Group	L*	a*	b*
Cz1	$56.6 \pm 1.3^b$	$0.4 \pm 0.0^A$	$11.2 \pm 0.6^A$
Cz2	$57.5 \pm 0.8^b$	$0.2 \pm 0.1^B$	$10.5 \pm 0.8^A$
Cz3	$59.1 \pm 0.5^a$	$-0.0 \pm 0.0^C$	$10.8 \pm 0.5^A$

Mean values with the same superscript letters were not statistically different ( $P > 0.05$ ). The uppercase letters indicate comparisons within materials. (Kruskal-Wallis test & Tukey grouping)

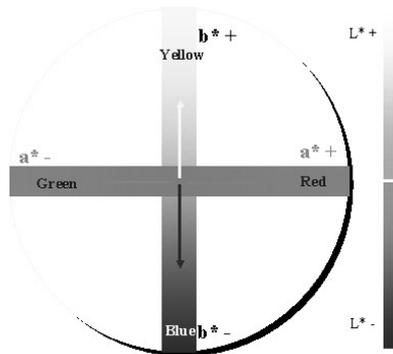


Fig 3. The schematic diagram of CIE L\*a\*b\* color systems

### IV. 고 찰

1980년대 후반과 1990년대에 새롭게 등장한 all ceramic 시스템들은 대부분 낮은 파절강도로 임상에서 사용하지 않고 근래에는 수종의 시스템만이 활용되고 있으며, 현재 임상에서 사용되는 시스템으로는 유리를 용융시켜 소결된 알루미나 core에 침윤시키는 방법을 사용하는 In-Ceram 시스템과 lost-wax technique을 이용하여 도재를 열가압하는 방법의 IPS Empress와 IPS Empress 2 system 등이 있다(Oh et al, 2000; Höland, 1998).

그러나 이러한 all ceramic 시스템들은 구치부 수복물 등 강한 충격력이 발휘되는 곳이나 bridge에서는 충분치 못한 파절강도로 안정된 사용이 어려워 이를 해결하기 위해 지르코니아 세라믹이 all ceramic 수복재료로 2000년대 초반부터 치과계에 소개되기 시작하였다.

지르코니아는 높은 파절강도와 투과성으로 인해 심미치과 영역에서 첨단 신소재로 개발되기 시작했으며, CAC/CAM 술식에서 사용되는 지르코니아는 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>첨가물이 사용되어 Ytria-stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystal(Y-TZP)로 알려져 있다(Kern & Wegner, 1998).

지르코니아의 색은 기본적으로 유백색을 띄며 이를 다결정으로 만들 경우 단결정과 같은 투명성은 없지만 산란광을 통과시키는 투광성은 있으므로 치아와 유사한 색을 내는데 매우 유리하다(Luthardt et al, 1999). 도재 수복물의 색조에 미치는 영향에 관한 연구로는 분광측광기를 이용한 연구에서 색은 재료의 두께와 배경색에 영향을 받는다고 보고가 있었고(Miyagawa et al, 1983), 염미옥(2010) 등은 지르코니아 코어의 종류와 도재 두께에 따른 색상의 변화에 관해 보고하였으며, 오선미(2010)등은 지르코니아 코어의 두께에 따른 변색치와 메탈 포스트의 색조차단효과에 대한 보고가 있었다.

색을 표현하는 방법인 표색계는 물체색을 표시하는 것과 색광(color light)을 표시하는 것으로 크게 둘로 나뉜다. 물체색은 색표(color tip)등으로 물체의 표준색을 정하여 이것과 비색하는 현색계(color appearance system)로서 Munsell, Ostwald표색법이 있고 색광은

생리적, 물리적인 광의 혼합에 기초를 둔 혼합계(color mixing system)로서 적, 녹, 청의 세 가지 색광을 적절한 비율로 혼합하면 일정한 색광과 같은 색을 만들 수 있다는 가법혼색의 원리인 RGB표색계에 근거를 두고 있는 CIE(Commission International de l'Eclairage)표준 표색법이 대표적이다(김, 1986).

현재 표색에 있어 CIE LAB표색계의 사용이 보편화되어 있고 CIE LAB 시스템은 3개의 색 좌표를 함유하고 있다. L\*은 Munsell system에서 밝기의 정도를 나타내는 명도에 상응하고 a\*와 b\*좌표는 적-초, 황-청 축에서 위치를 나타낸다(+a=적, -a=초, +b=황, -b=청)(Seghi 등, 1985).

본 연구에서 측정된 값을 볼 때 L\* 값은 Cz3가 평균  $59.1 \pm 0.5$ 으로 다른 실험군에 비해 높은 명도 값을 갖고 Fig. 3와 Table 3에서 관찰할 수 있듯이 Cz2, Cz1 순으로 명도 값이 감소했다. a\* 값은 Cz3를 제외하고는 모두 양수 나타내었다. a\* 값이 양수 값을 갖는다는 것은 적-초 색축에서 적색에 위치한다는 것을 의미하고 반대로 Cz3는 음수 값을 가지므로 초록색에 위치한다. Table 3에서 b\* 값은 Cz1가 평균  $11.2 \pm 0.6$ 으로 가장 높은 값을 보여서 황색이 크다고 알 수 있었으며, Cz2는 가장 작은 값을 보여 청색 좌표축에 위치한 것을 알 수 있었다. 위의 결과로 볼때 Cz3군이 다소 밝고 황색계열에 위치하는 것으로 관찰되었다.

도재전장주조관에서 금속색을 차단하기 위하여 불투명 도재를 도포하는데 이때 도포되는 불투명도재의 상태에 의해 dentin, enamel 색 도재를 같은 조건에서 측정해도 최종적인 치관색조는 크게 변해버린다. 따라서 금속색을 차단하기 위한 불투명도재의 선택, 배합은 도재전장주조관에 있어 매우 중요하다. 지르코니아 코아를 이용한 all ceramic 수복물 제작시 베니어 도재와 지르코니아 코아 사이에 도재전장주조관 제작에 사용되는 opaque의 성격으로 liner를 도포하여 결합력과 바탕색을 조정하는데 본 실험 결과에서 알 수 있듯이 liner는 명도를 감소시키고 황색이 높게 나타나 색상에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

liner 도포시 liner 층을 황적색 계통의 도재 색으로 마무리 한다고 하면, 그위에 Dentin, Enamel 도재를 측정

하여 수복물을 마무리 하게된다. 이러한 Crown을 스펙트럼 분포가 균등한 백색광원 아래에서는 청색을 띤 스펙트럼이 자연스런 Enamel색을 자아낼수 있으나 텅스텐 전등과 같은 황적에 우세한 스펙트럼을 지닌 광원 아래에서는 metamerism이 발생한다. 즉 백색광 아래에서는 절단부의 색조는 liner층의 황적과 절단색 도재의 청이 혼합된 결과로 나타나나 전등불 아래에서는 그 스펙트럼 중에 푸른 빛이 적고 황적이 많아서 절단색 푸른 빛이 감소되어 liner 층의 황적이 강조되어 보인다. 따라서 지르코니아 수복물 제작에서는 임상에서 흔히 사용되는 dentin 을 wash 소성 한 후 그 위에 Dentin, Enamel 도재를 사용해야 텅스텐 전등아래서 절단부에 황적을 나타나지 않고 마무리할수 있다.

지르코니아 전용파우더 사용시 사용되는 liner는 core의 결합력과 사용성이 만족하다 할지라도 바탕색이 되는 색상에 문제가 있으면 사용에 제약이 될 수 있다. 따라서 본 연구 결과에서 알 수 있듯이 Cz3 군의 색상은 밝은 황색 계열로 나타나 다른 실험군과 색상을 비교할 때 임상에 적용하여 심미적으로 좋은 예후를 기대할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서 다루어지지 않았지만 측정방법에 따른 결합력에 관한 연구가 앞으로 더 필요하리라 사료된다.

## V. 결 론

본 논문에서는 원형 지르코니아 세라믹 표면에 임상에서 실제로 사용되는 다양한 방법(Cz1, Cz2, Cz3)으로 베니어 포세린을 소성하여 실험군간의 색상을 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. L\* 값은 Cz3군이 평균  $59.1 \pm 0.5$ 로 실험군간에서 높은 명도 값을 보였고( $P < 0.05$ ) Cz2는  $57.5 \pm 0.8$ , Cz1은  $56.6 \pm 1.3$  순으로 나타났다.

2. a\* 값은 Cz3이  $-0.0 \pm 0.0$ 로 음수값을 보였고 Cz2는  $0.2 \pm 0.1$ , Cz1은  $0.4 \pm 0.0$ 로 양수 값을 나타냈다 ( $P < 0.05$ ).

3. b\* 값은 Cz1이 11.2±0.6로 가장 높은 값을 보였고 Cz3는 10.8±0.5, Cz2는 10.5±0.8 순으로 감소하였다 (P<0.05).

위와 같은 결과로 실험군간의 색상은 Cz3군이 다른 실험군과 비교하였을 때 명도가 높고 비교적 낮은 녹색 및 황색도를 보이는 것으로 나타나 밝은 색상을 갖는 것으로 분석되었다.

### 참고 문헌

- 김공주. 색채과학. 대광서림, 54-80, 1986.
- 염미옥, 이종혁, 신수연, 신승철, 조자원. 지르코니아 코어의 종류와 도재 두께에 따른 색상의 변화. 대한치과공학회지, 32(4), 341-350, 2010.
- 오선미, 이채현. 지르코니아 코어의 두께에 따른 변색치와 메탈 포스트의 색조차단 효과. 대한치과공학회지, 32(4), 327-335, 2010.
- Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN. Mechanical properties and short-term in-vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. J Biomed Mater Res, 23, 45-61, 1989.
- Corciolani G, Vichi A, Louca C, Ferrari M. Influence of layering thickness on the color parameters of a ceramic system. Dent mater 26, 737-742, 2010.
- Dozic A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, van der Zel J, Feilzer AJ. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restoration. J Prosthet Dent 90, 563-570, 2003.
- Garvie RC, Hannink RH, Pascoe RT. Ceramic steel. Nature, 258, 703-704, 1975.
- Jalali H, Alizadeh ES, Sadighpour L, Shabestari Go, Fard MJ. The Effect of background and ceramic thickness on the color of an all-ceramic restorative system. J Calif Dent Assoc 38, 179-186, 2010.
- Höland W. Materials science fundamentals of the IPS Empress 2 glass-ceramic. Ivoclar-Vivadent-Report, 12, 3-10, 1998.
- Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic : adhesion methods and their durability. Dent Mater, 14, 64-71, 1998.
- Luthardt R, Weber A, Rudolph H, Schone C, Quaas S, Walter M. Design and production of dental prosthetic restorations: basic research on dental CAD/CAM technology. Int J Comput Dent, 5(2-3), 165-76, 2002.
- Luthardt RG, Sandkuhl O, Reitz B. Zirconia-TZP and alumina-advance technologies for the manufacturing of single crowns. Eur J Prosthodont Restor Dent, 7(4), 113-119, 1999.
- Miyagawa Y, Powers JM. Prediction of an esthetics restorative material. J Dent Res, 62, 581-587, 1983.
- Oh SC, Dong JK, Luthy H, Scharer P. Strength and microstructure of IPS Empress 2 glass-ceramic after different heat treatments. Int J Prosthodont, 13, 468-472, 2000.
- Stevenson B, Ibbetson R. The effect of the substructure on the colour of samples/restorations veneered with ceramic: a literature review. J Dent 38, 361-368, 2010.
- Seghi RR, Johnston WM, O'Brien W. Spectrophotometric analysis of color difference between porcelain systems. J Prosthet Dent 54, 625-627, 1985.
- Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. J Prosthet Dent 83, 412-417, 2000.
- Wohlwend A, Studer S, Scharer P. The zirconium oxide abutment: an all-ceramic abutment for the esthetic improvement of implant superstructures. Quintessence Dent Technol, 1, 63-74, 1997.