

도재소성 시 냉각속도가 전부도재관의 색조에 미치는 영향

전진훈, 민병국*, 황재선*, 김웅철

고려대학교 대학원 보건과학과 치의기공전공, 동남보건대학교 치기공과*

Effect of Shade on All Ceramic Restoration based Zirconia according to Cooling rate on Firing

Jin-Hun Jeon, Byung-Kuk Min*, Jae-Sun Hwang*, Woong-Chul Kim

Department of Dental Laboratory Science and Engineering, College of Health Science, Korea University
Department of Dental Technology, Dongnam Health University *

[Abstract]

Purpose: The purpose of this in vitro study was to evaluation the effect of shade on all ceramic restoration based zirconia according to cooling rate on Firing.

Methods: 10 specimens applied to the dentin porcelain were made on the zirconia. After 5 specimens of the first group were burned in the furnace, these were put out rapidly. And after 5 specimens of the second group were burned in the furnace, these were put out slowly later 15 min. All specimens were measured L*, a*, b* using spectrophotometer, there were calculated 10 mean(SD) of descriptive statistics with SPSS program. These data were used for ΔE^* with color difference equation. Independent t tests were performed between 2 groups.

Results: L*, a*, b* of 2 groups was statistically significant respectively ($p < 0.001$), ΔE^* was 4.55 value.

Conclusion: This study showed effect of shade on all ceramic restoration based zirconia according to cooling rate on Firing.

○Key words : shade, L* a* b*, ΔE^* , spectrophotometer

| | | | | | | | |
|------|------------|------------------------------------|-----|---------------|--------|---------------------|-------------|
| 교신저자 | 성명 | 김 웅 철 | 전화 | 010-8257-8592 | E-mail | kuc2842@korea.ac.kr | |
| | 주소 | 서울시 성북구 안암로 145 고려대학교 보건과학대학 치기공학과 | | | | | |
| 접수일 | 2015. 9. 7 | | 수정일 | 2015. 11. 13 | | 확정일 | 2015. 12. 9 |

I. 서 론

최근 지르코니아 올세라믹 재료의 등장으로 인한 심미적 보철물 제작에 관한 요구가 늘어나고 있다. 자연치와 전부도재관의 성공적인 색조의 어울림은 심미적인 치과 보철물의 최종 목표점이라 할 수 있다(Barao et al, 2015; Wee et al, 2002). 자연치의 자연스런 반투명성을 위해서 전부도재관의 반투명도와 색조 등이 중요하다(Brodbelt et al, 1980). 지르코니아의 등장으로 인한 보철물의 색조 일치 정확성에 대한 관심이 증대되고 있지만 최종보철물과 자연치와의 색조 불일치 문제는 여전히 해결해야 할 과제로 남아있다(GomezPolo et al, 2014; Wee et al, 2002).

이러한 문제를 해결하기 위하여 육안으로 색조를 결정하는 한계를 넘어서 색조 측정 기구를 이용하여 보다 더 정확하고 신속하게 색을 측정할 수 있게 되었고(Wee et al, 2002), 최근 기공계에 등장한 비색·광도 측정장치를 이용하여 자연치와 전부도재관의 색조평가에 대한 결과를 객관적인 수치로 나타낼 수 있게 되었다(Van der et al, 1990; Bangtson et al, 1982). 또한 분광광도계는 한번에 한 번의 파동으로 물체의 반사율과 투과율을 측정할 수 있다는 장점이 있다(Barath et al, 2003).

측정 기구들을 이용한 보철물의 색조 측정에 있어서 영향을 미치는 여러 가지 요인들이 있다. 유백광, 형광, 반투명도, 표면 반사율과 색의 적합성(Ozturk et al, 2008), 제조회사의 차이(O'Brien et al, 1990; Hammad et al, 1991), 도재 축성 시 응축 기술(Yilmaz et al, 2009; Shah et al, 2008), 반복소성 횟수 등이 최종보철물의 색조에 영향을 미치게 된다. 또한 색조 평가에 있어서 임상적으로 많이 언급이 되었던 문제점 중 하나는 개개인의 육안상의 색조 차이를 보인다는 것이다(Knispel et al, 1991; O'Brien et al, 1990). 또한 어떤 발광체에 대한 생리적, 심리적인 반응의 결과들은 색을 평가하는데 있어서 쉽지 않다(Della et al, 2009; Johnston et al, 1989). 한편 기존의 연구 중 하나는 냉각속도가 전부도재관의 강도에 끼치는 영향에 대한 연구가 있었는데, 이를 계기로 냉각속도가 전부도재관의 색조에 끼치는 영향에 대한 관심이 모아지고 있다(Tan et al,

2012). 아직까지 냉각속도와 색조의 연관성은 선행연구에서 제시되지 않았지만, 이는 임상적으로 충분한 고려할만한 변수로 알려진 바 있다(Tan et al, 2012; Gostemeyer et al, 2010)

따라서 본 연구의 목적은 도재소성 시 냉각속도의 차이에 따른 전부도재관의 색조에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구재료 및 시편제작

1) Zirconia 코어 시편제작

본 연구에서 사용된 3Y-TZP(Tosoh, Japan) powder를 사용하여 지르코니아 시편을 제작하였고, 그 과정은 다음과 같다. 지르코니아 시편을 지름 10.0mm×두께 1.0mm로 만들기 위하여 30MPa의 압력으로 일축 가압성형한 후 CIP(Cold Isostatic Press)를 이용하여 200MPa의

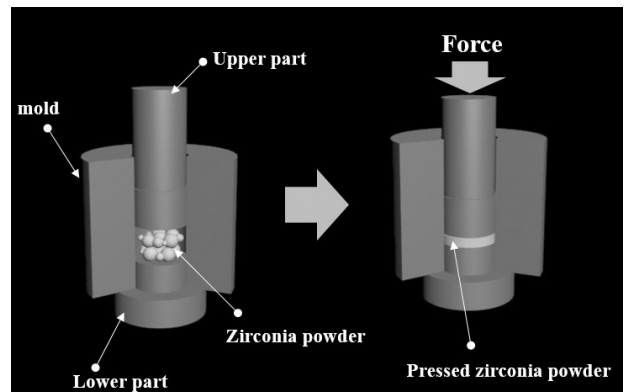


Fig. 1. Schematic of the uniaxial pressing for fabricating a cylindrical zirconia blocks

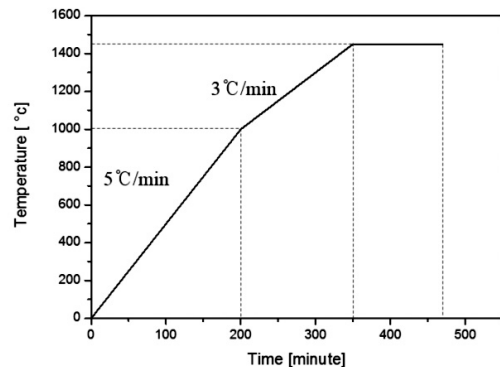


Fig. 2. Heating schedule of the fabricated zirconia block

압력으로 등방압 성형을 하였다(Fig. 1). 성형된 시편을 200분 동안 1000℃까지 가소결 하여 블록을 제작 하였고, 이 시편을 150분 동안 1450℃까지 올린 뒤 2시간 동안 완소결 하여 지르코니아 시편을 10개 제작하였다(Fig. 2).

2) 덴틴 도재 비니어 축성 및 소성

지르코니아 코어 시편 위에 덴틴 도재(Halo A3, Vintage, Japan)를 지름 10.0mm×두께 1.5mm로 만들어 놓은 실리콘 몰드를 이용하여 일정한 두께 및 형태로 축성 되도록 조심스럽게 축성 작업을 하였다. 이 때 1.5mm의 두께로 설정한 이유는 소성 시 수축 및 소성 후 연마를 고려한 것이다. 이 후 제조회사에서 제공한 매뉴얼에 따라 소성 스케줄(910℃)을 진행하여 지르코니아 위에 덴틴 도재가 축성된 10개의 시편을 제작하였다(Fig. 3).

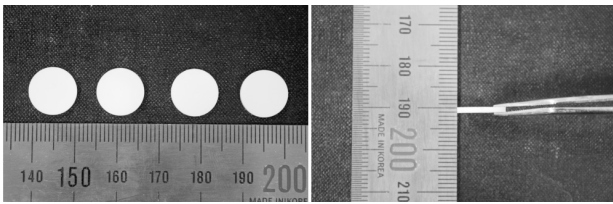


Fig. 3. Optical images of the fabricated cylindrical zirconia blocks(Diameter: 10mm, thickness: 1mm)

3) 냉각속도 측정

제작된 10개의 시편은 냉각속도에 차이를 두기 위하여 5개씩 2그룹으로 나누었다. 첫 번째 그룹 5개의 시편은 소성이 끝난 뒤 바로 도재로(Programat P300, Ivoclar vivadent, Liechtenstein)에서 신속하게 꺼내었고(F1-F5), 두 번째 그룹 5개의 시편은 소성이 끝난 뒤 15분간 도재로에 방치해 놓은 뒤 천천히 꺼내었다(S1-S5).

2. 분광광도계에 의한 측정과 통계처리

두 그룹 각각 5개의 시편을 각각 분광광도계(CM-3600A, Konica minolta, Japan)를 이용하여 각각 L^* , a^* , b^* 값을 측정하였고 각각의 mean(SD)를 산출하였다(Fig. 4)(n=5, per type). 이 분광광도계는 시편을 측정할 때 연속적으로 3번의 측정을 하여 나온 데이터들의 평균 값이 도출된다. 또한 L^* , a^* , b^* 측정결과 수집된 mean(SD)을 색차방정식을 이용하여 색차(ΔE^*)를 구하였다. 얻어진 L^* , a^* , b^* 자료를 통계프로그램(SPSS

v21.0, IBM Corp, USA)을 이용하여 두 그룹 사이에 independent t test를 통하여 통계적 유의성을 검증하였으며, 제 1종 오류의 수준은 0.05로 정하였다.

L^* = 명도

a^* = 적색과 녹색의 정도(+는 적색방향, -는 녹색방향)

b^* = 황색과 청색의 정도(+는 황색방향, -는 청색방향)

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^* + \Delta a^* + \Delta b^*}$$

$$\Delta L^* = L_2 - L_1$$

$$\Delta a^* = a_2 - a_1$$

$$\Delta b^* = b_2 - b_1$$



Fig. 4. Spectrophotometer(CM-3600A, Konica minolta, Japan)

III. 결 과

〈Table 1〉은 두 그룹의 시편들의 냉각속도 차이에 따라 L^* , a^* , b^* 그리고 ΔE^* 값을 보이고 있다. L^* 값의 경우 Fast 그룹이 Slow 그룹보다 높은 값을 보였고, 비교적 밝은 색을 나타내었다. a^* 값의 경우에도 Fast 그룹이 Slow 그룹보다 높은 값을 보였으며 적색에 비교적 가까운 색을 나타내었다. 또한 b^* 값의 경우에도 Fast 그룹이 Slow 그룹보다 높은 값을 보였으며 황색에 비교적 가까운 색을 나타내었다. 또한 두 그룹 간의 L^* , a^* , b^* 는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였고(p<0.001), ΔE^* 값은 4.55의 색차 값을 보였다(Table 1).

Table 1. Comparison of mean(SD) value of L^* , a^* , b^* and ΔE^* in 2 groups

| Value | N | Cooling rate | L^* | a^* | b^* | ΔE^* |
|----------|---|--------------|------------|------------|-------------|--------------|
| Mean(SD) | 5 | 0 min(Fast) | 75.3(0.10) | 3.88(0.84) | 27.18(0.19) | 4.55 |
| | 5 | 15 min(Slow) | 72.5(0.18) | 3.40(0.70) | 23.62(0.36) | |
| P* | | | <0.001 | <0.001 | <0.001 | |

** L^* , a^* , b^* Mean(SD) value of 2 group comparison using independent t test according to significant differences ($p < 0.05$).

IV. 고찰

본 연구에서는 fast와 slow 두 그룹으로 나누어 실험을 진행하였고 그 결과들을 통하여 얻을 수 있는 의미들이 몇 가지 있었다. 먼저 fast 그룹의 L^* , a^* , b^* 값의 결과들은 slow 그룹에 비해 상대적으로 높은 값을 보였는데, 이는 세라믹 구조의 결정화 단계에서 빠른 냉각으로 인한 결정구조의 낮은 조밀도로 인하여 빛의 투과율이 높아 발생된 것으로 생각된다(Barao et al, 2015). 다음으로 색차를 나타내는 ΔE^* 값은 4.55의 값을 보였는데 이는 본 연구자들의 육안으로도 색조의 차이가 구별이 되는 정도였다. Niu(2013) 등의 연구에서는 ΔE^* 값이 3.7이상인 경우 일반인들이 색조의 차이를 보인다고 하였고, Douglas(2007) 등의 연구에서는 ΔE^* 값이 2.6이상인 경우 치과의사가 색조의 차이를 보인다는 보고가 있었다. 따라서 본 연구 결과는 냉각속도가 색조에 미치는 영향을 객관적으로 보였다는 점에서 의의가 있다.

또한 본 연구결과의 신뢰도를 높이기 위하여 고정밀도 분광광도계(CM-3600A, Konica minolta, Japan)를 사용하였는데, 이 측정 기구는 물체에서 반사된 빛을 프리즘을 통해 분리시켜 20~40개의 센서로 파장대역별 반사율을 측정하여 색을 분석하는 방식으로 보다 정밀한 측정이 가능하며 섞여 있는 색상의 분석 및 다양한 광원 아래서 시뮬레이션 등이 가능한 장비로 알려져 있다(Gomez Polo et al, 2014; Celik et al, 2008). 추가적으로 실험설계에 있어서 정교하게 제작된 시편 몰드를 사용하였고, 숙련된 기공사의 테크닉으로 시편을 제작하여 보다 신뢰도 높은 연구결과 확보하려고 노력하였다.

그러나 본 연구에도 몇 가지 한계성이 존재한다. 우선 시편제작에 있어 수작업으로 인한 오차 발생이 불가피하

였고 시편수가 비교적 적었으며 소성 시에 발생하는 오차를 설명하기 어려웠다. 또한 실험에 사용된 제조회사에 따른 결과의 차이들도 설명하기 어려운 부분이 있었다. 따라서 앞으로의 연구에서는 이러한 한계들을 극복할 수 있도록 좀 더 체계적인 시편제작 과정과 소성 시에 발생할 수 있는 오차를 줄이는 방안을 모색하고, 냉각속도 차이에 따른 반투명도 측정에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구결과는 도재소성 시 냉각속도의 차이가 전부도재관의 색조에 영향을 미친다는 것을 보였다.

REFERENCES

- Barao VA, Ogawa ES, Moreno A, Mesquita MF, Wee AG, Assuncao WG. Long-term clinical evaluation of the color stability and stainability of acrylic resin denture teeth. *J Prosthet Dent*, 113(6), 628-635, 2015.
- Brodbeck RH, O'Brien WJ, Fan PL. Translucency of dental porcelains. *J Dent Res*, 59(1), 70-75, 1980.
- Celik G, Uludag B, Usumez A, Sahin V, Ozturk O, Goktug G. The effect of repeated firings on the color of an all-ceramic system with two different veneering porcelain shades. *J*

- Prosthet Dent, 99, 203–208, 2008.
- Della Bona A, Barrett AA, Rosa V, Pinzetta C. Visual and instrumental agreement in dental shade selection: three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dent Mater*, 25(2), 276–281, 2009.
- Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent*, 97(4), 200–208, 2007.
- Douglas RD, Przybylska M. Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. *J Prosthet Dent*, 82(2), 143–149, 1999.
- GómezPolo C, GómezPolo M, CeleminViñuela A, Martínez Vázquez De Parga JA. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *J Dent*, 42(6), 742–745, 2014.
- Göstemeyer G, Jendras M, Dittmer MP, Bach FW, Stiesch M, Kohorst P. Influence of cooling rate on zirconia/veneer interfacial adhesion. *Acta Biomater*, 6(12), 4532–4538, 2010.
- Gozde C, Bulent U, Aslihan U, Volkan S, Ozge O, Gurkan G. The effect of repeated firings on the color of an all-ceramic system with two different veneering porcelain shades. *J Prosthet Dent*, 99, 203–208, 2008.
- Guess PC, Kulis A, Witkowski S, Wolkewitz M, Zhang Y, Strub JR. Shear bond strengths between different zirconia cores and veneering ceramics and their susceptibility to thermocycling. *Dent Mater*, 24(11), 1556–1567, 2008.
- Hammad IA, Stein RS. A qualitative study for the bond and color of ceramometals. Part II. *J Prosthet Dent*, 65(2), 169–179, 1991.
- Komine F, Saito A, Kobayashi K, Koizuka M, Koizumi H, Matsumura H. Effect of cooling rate on shear bond strength of veneering porcelain to a zirconia ceramic material. *J Oral Sci*, 52(4), 647–652, 2010.
- Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness. *J Prosthet Dent*, 111(1), 42–50, 2014.
- O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small-color-difference equation for dental shades. *J Dent Res*, 69, 1762–1764, 1990.
- Ozturk O, Uludag B, Usumez A, Sahin V, Celik G. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of two allceramic systems. *J Prosthet Dent*, 100, 99–106, 2008.
- Shah K, Holloway JA, Denry IL. Effect of coloring with various metal oxides on the microstructure, color, and flexural strength of 3Y-TZP. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 87, 329–337, 2008.
- Tan JP, Sederstrom D, Polansky JR, McLaren EA, White SN. The use of slow heating and slow cooling regimens to strengthen porcelain fused to zirconia. *J Prosthet Dent*, 107(3), 163–169, 2012.
- Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *J Prosthet Dent*, 87(6), 657–666, 2002.
- Yilmaz B, Ozcelik TB, Wee AG. Effect of repeated firings on the color of opaque porcelain applied on different dental alloys. *J Prosthet Dent*, 101, 395–404, 2009.