

## 치과용 지르코니아 블럭의 착색시간에 따른 색조변화 관찰

최 성 민, 남 상 용\*

부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과, 대구보건대학 치기공과\*

## Evaluation of Color Change According to Coloring Time of Dental Zirconia Block

Sung-Min Choi, Sang-Yong Nam\*

College of Health Science, Catholic University of Pusan  
Deagu Health College\*

### [Abstract]

**Purpose:** The current study focused on investigating color change of dental zirconia block with respect to the block coloring time.

**Methods:** Three types of dental zirconia blocks(Zirtooth, Pearl-HT, D-Max) were tinted with coloring agent under four different time condition (0 minutes, 1 minutes, 10 minutes, 30 minutes). The quantitative evaluation of the tinted dental zirconia blocks was conducted with spectrophotometer.

**Results:** The Zirtooth and D-Max blocks showed lower H value. The Pearl-HT blocks showed poor reflectivity(L value).

**Conclusion:** The study of color change of zirconia block, which consists the substructure of all ceramic Crown, is applicable for deciding appropriate coloring condition when fabricating one layer ceramic Crown or double layer ceramic Crown.

● **Key words :** zirconia block, color reproducibility, colored zirconia, spectrophotometer, all-ceramics

교신저자	성명	남 상 용	전화	053-320-1326	E-mail	namsy28@dhc.ac.kr	
	주소	대구광역시 북구 태전동 산 7번지 대구보건대학 치기공과					
접수일	2011. 8. 8		수정일	2011. 9. 6		확정일	2011. 9. 20

## I. 서 론

전부도재관에 지르코니아가 적용되면서 심미성이 요구되는 전치부 뿐만 아니라 높은 강도와 파절 저항성이 요구되는 구치부까지 적용이 확대되었다(Suarez MJ, et al., 2004).

지르코니아의 기계적 특성은 많은 연구를 통하여 우수성을 보고되고 있으며(강선녀 등, 2009; Guazzato M, et al., 2004), 심미적 특성은 기본적인 유백색을 가지며 산란광을 통과시키는 투광성이 있어 자연치아와 유사한 색을 낼 수 있다고 보고되었다(Luthardt et al, 1999). 하지만 지르코니아의 과도한 투광성과 색상으로 인하여 명도가 높아 지르코니아 자체의 채도를 낮추는 색조조절이 요구된다고 보고되었다(오계정 등, 2011).

지르코니아를 이용한 전부도재관의 심미성에 영향을 미치는 요인은 하부구조의 색조와 투명도(Heffernan et al, 2002), 상부도재의 두께(Antonson & Anusavice, 2001; Lee YK, et al, 2007), 소성횟수(Ozturk et al, 2008; Celik et al, 2008; Uludag et al, 2007) 등이 있다. 이중 하부구조의 색조와 투명도에 의한 요인은 지르코니아 블록의 기본적인 색상에 의한 것으로 전부도재관의 색조 재현성에 문제를 야기할 수 있는 중요한 요인이다. 그래서 지르코니아 하부구조의 색조를 조절하기 위하여 전용의 불투명도재가 사용되어왔으며, 근래 착색을 통한 유색 지르코니아도 소개되고 있다(Aboushelib et al, 2008).

유색 지르코니아는 지르코니아 분말혼합 시 착색을 위한 금속산화물을 첨가하여 지르코니아를 제조하거나, 가소결(pre-sinter)된 지르코니아를 착색료인 금속산화물 용액에 침습시켜 최종소결(final-sinter)하는 방법으로 지르코니아 하부구조의 색조를 조절하고 있다(Aboushelib et al, 2005; Heffernan et al, 2002).

지르코니아를 이용한 전부도재관의 연구가 널리 이루어지고 있으나 기계적 특성에 대한 연구에 비하여 심미성에 대한 연구는 적으며(장정은 등, 2011), 지르코니아 블록 자체의 색조에 대한 연구는 미비하다. 그래서 지르코니아의 블록의 색조에 관한 색조평가와 지르코니아 블록의 착색에 따른 색조변화에 관한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서 지르코니아 블록의 착색에 따른 색조변화

를 관찰하기 위하여 3종의 지르코니아 블록을 4가지 조건으로 착색을 실시하고, 착색기를 이용하여 착색조건에 따른 색조의 변화를 정량적으로 관찰하고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 실험 재료

지르코니아 블록의 착색에 따른 색조변화를 관찰하기 위하여 국내 상용화된 지르코니아 블록 3종을 선택하였으며(Table 1), 착색은 착색용액(맥테크, 한국)을 사용하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 시편 형태

Table 1. Materials of specimens

Main Composition	Core name	Manufacturer
Zirconia	Zirtooth	HASS, Korea
	Pearl-HT	Acucrera, Korea
	D-Max	Max-tech, Korea

시험을 위한 시편은 가소결 상태의 지르코니아 블록 3종을 가공하여 직사각형의 형태로 제작하였다. 시편은 저속절단기(F-tech, 한국)를 이용하여 200RPM으로 저속 절단하고 #2000 SiC paper로 연마하여 세로 10mm, 가로 15mm, 두께 1mm로 제작하였다(Figure 1).

#### 2) 시편 제작

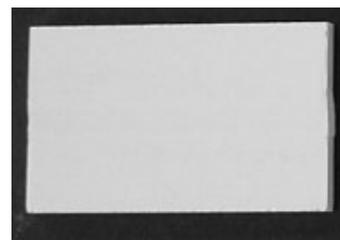


Fig. 1. Shape of specimens

색조의 변화 관찰을 위한 3종의 지르코니아 블록을 4가지 조건으로 착색을 실시하여 색조관찰시편을 제작하였다. 4가지 착색조건은 실온상태의 착색용액(맥테크, 한

국)에 1분간 침습한 경우, 10분간 침습한 경우, 30분간 침습한 경우로 하였고 대조군으로 전혀 침습하지 않은 경우로 하였다(Table 2). 침습을 실시한 시편은 건조 후 소결로(Nabertherm, Germany)를 이용하여 500℃까지 5℃/min의 속도로 승온하고 1430℃까지 10℃/min의 속도로 승온 후 1430℃에서 120분간 계류 후 실온까지 10℃/min의 속도로 360분간 로냉하였다.

3) 색조 측정

Table 2. Specimens group and testing method

Group	Coloring Time	N	Color Measurement	
Zirtooth	ZN	-	3	5
	Z01	1	3	5
	Z10	10	3	5
	Z30	30	3	5
Pearl-HT	PN	-	3	5
	P01	1	3	5
	P10	10	3	5
	P30	30	3	5
Pearl-HT	DN	-	3	5
	D01	1	3	5
	D10	10	3	5
	D30	30	3	5

색조관찰시편의 색조의 변화를 관찰하기 위하여 측색기(Easyshade compact, VITA, Germany)를 이용하였다. 색조측정은 각 시편들의 중앙부를 중심으로 5회씩 측정하였다. 측색결과는 표색계 기준으로 산출되어 제시되는 ΔE, L, c, h 값을 취득하였다.

III. 결 과

지르코니아 블록의 착색에 따른 색조변화를 관찰하기 위하여 지르코니아 블록을 4가지 조건으로 착색을 실시하고, 측색기를 이용하여 색조의 변화를 정량적으로 측정하였다. 색조변화를 측정된 결과 Table 3과 같이 색요소가 측정되었다. 색요소는 반사율을 표시하는 L값과 채도

를 표시하는 c값 그리고 색상을 나타내는 h값으로 나타내며, 이를 이용하여 색조를 나타내는 ΔE값을 산출하였다.

시편의 색요소의 값을 관찰한 결과 Z시편군의 L값은 침

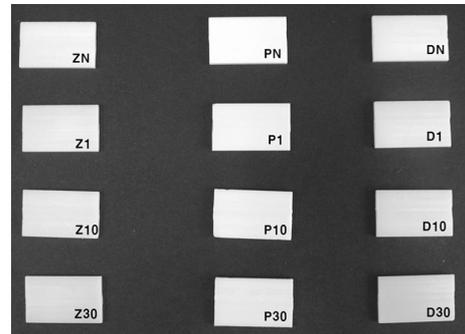


Fig. 2. Specimens for Spectrophotometer analysis

습을 하지 않는 ZN시편(-1.1±0.6)에 비하여 침습을 실시한 시편들에서 높게 나타났으며 침습을 실시한 Z01시편(5.7±0.0)이 가장 높게 나타났다. 그리고 c값은 침습을 하지 않는 ZN시편(1.3±0.1)에 비하여 침습을 실시한 시편들에서 높게 나타났으며 침습을 실시한 Z30시편(10.0±0.6)이 가장 높게 나타났다. h값은 침습을 하지 않는 ZN시편(-14.8±0.1)에 비하여 침습을 실시한 시편들에서 높게 나타났으며 침습을 실시한 Z30시편(-3.0±0.1)이 가장 높게 나타났다(Figure 3).

P시편군의 L값은 침습을 하지 않는 PN시편(-29.9±

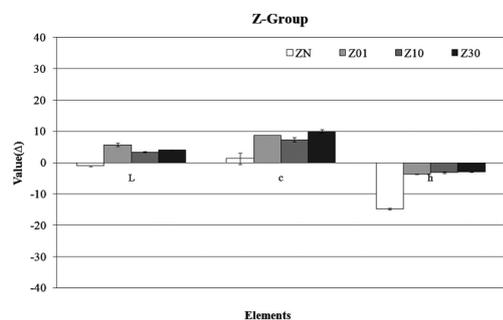


Fig. 3. Z-Group of Spectrophotometer analysis

0.9)에 비하여 침습을 실시한 시편들에서 낮게 나타났으며 침습을 실시한 P30시편(-24.6±0.8)이 가장 낮게 나타났다. 그리고 c값은 침습을 하지 않는 PN시편(-12.3±0.8)에 비하여 침습을 실시한 시편들에서 높게 나타났으며 침습을 실시한 P10시편(5.1±1.0)이 가장 높게 나타났다. h

Table 3. Result of Spectrophotometer analysis

	$\Delta E$	L	c	h
ZN	4.3( $\pm 0.2$ )	-1.1( $\pm 0.6$ )	1.3( $\pm 0.1$ )	-14.8( $\pm 0.1$ )
Z01	9.4( $\pm 1.7$ )	5.7( $\pm 0.0$ )	8.7( $\pm 0.8$ )	-3.7( $\pm 0.5$ )
Z10	8.3( $\pm 0.2$ )	3.4( $\pm 0.2$ )	7.4( $\pm 0.2$ )	-3.1( $\pm 0.1$ )
Z30	10.9( $\pm 0.5$ )	4.0( $\pm 0.2$ )	10.0( $\pm 0.6$ )	-3.0( $\pm 0.1$ )
PN	32.4( $\pm 0.8$ )	-29.9( $\pm 0.9$ )	-12.3( $\pm 0.8$ )	-4.1( $\pm 0.1$ )
P01	29.3( $\pm 3.9$ )	-26.2( $\pm 1.7$ )	-15.9( $\pm 6.0$ )	-5.1( $\pm 5.8$ )
P10	26.7( $\pm 0.8$ )	-25.6( $\pm 0.6$ )	5.1( $\pm 1.0$ )	-11.5( $\pm 0.1$ )
P30	25.8( $\pm 1.1$ )	-24.6( $\pm 0.8$ )	5.2( $\pm 3.9$ )	-11.6( $\pm 1.0$ )
DN	5.0( $\pm 0.3$ )	3.4( $\pm 0.6$ )	1.1( $\pm 0.4$ )	-12.7( $\pm 0.4$ )
D01	10.3( $\pm 1.5$ )	7.4( $\pm 1.6$ )	7.0( $\pm 0.8$ )	-1.4( $\pm 0.2$ )
D10	10.2( $\pm 0.3$ )	8.0( $\pm 0.3$ )	6.2( $\pm 0.6$ )	-1.1( $\pm 0.1$ )
D30	13.6( $\pm 0.6$ )	5.1( $\pm 0.5$ )	12.6( $\pm 0.9$ )	-2.2( $\pm 0.2$ )

값은 침습을 하지 않는 PN시편(-4.1 $\pm$ 0.1)에 비하여 침습을 실시한 시편들에서 낮게 나타났으며 침습을 실시한 P30시편(-11.6 $\pm$ 1.0)이 가장 낮게 나타났다(Figure 4).

D시편군의 L값은 침습을 하지 않는 DN시편(3.4 $\pm$ 0.6)

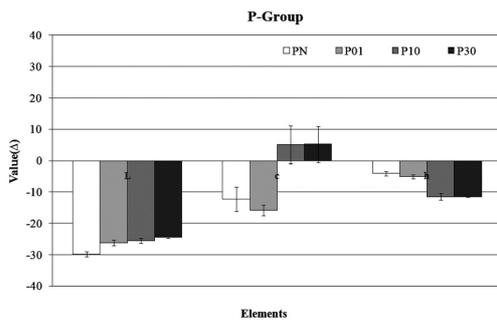


Fig. 4. P-Group of Spectrophotometer analysis

에 비하여 침습을 실시한 시편들에서 높게 나타났으며 침습을 실시한 D10시편(8.0 $\pm$ 0.3)이 가장 높게 나타났다. 그리고 c값은 침습을 하지 않는 DN시편(1.1 $\pm$ 0.4)에 비하여 침습을 실시한 시편들에서 높게 나타났으며 침습을 실시한 D30시편(12.6 $\pm$ 0.9)이 가장 높게 나타났다. h값은 침습을 하지 않는 DN시편(-12.7 $\pm$ 0.4)에 비하여 침습을 실시한 시편들에서 높게 나타났으며 침습을 실시한 D10시편(-1.1 $\pm$ 0.1)이 가장 높게 나타났다(Figure 5).

색요소를 이용하여 색조를 산출한 결과 각 시편의 침습 시간별로  $\Delta E$ 값이 ZN시편에서 4.3( $\pm$ 0.2), Z01시편

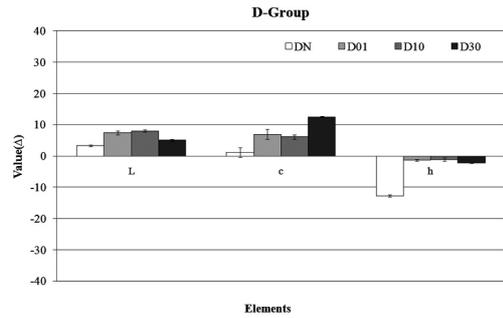


Fig. 5. D-Group of Spectrophotometer analysis

9.4( $\pm$ 1.7), Z10시편 8.3( $\pm$ 0.2), Z30시편 10.9( $\pm$ 0.5)으로 측정되었다. 그리고 PN시편에서 32.4( $\pm$ 0.8), P01시편 29.3( $\pm$ 3.9), P10시편 26.7( $\pm$ 0.8), P30시편 25.8( $\pm$ 1.1)으로 측정되었으며, DN시편에서 5.0( $\pm$ 0.3), D01시편 10.3( $\pm$ 1.5), D10시편 10.2( $\pm$ 0.3), D30시편 13.6( $\pm$ 0.6)으로 측정되었다(Figure 6).

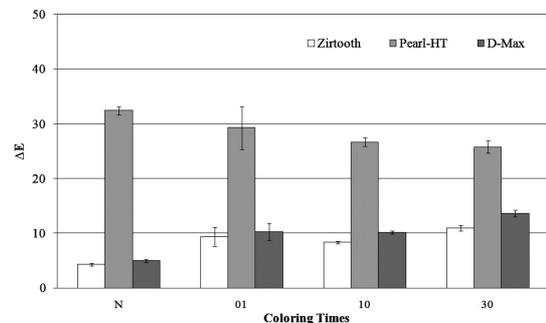


Fig. 6.  $\Delta E$  result of specimens

#### IV. 고찰

본 연구에 사용된 측정법의 결과는 CIE 색표계를 색상환 개념과 채도의 개념을 도입하여 조정한 것으로 L, c, h값으로 색요소를 표시된다. L값은 반사율을 나타내며 c값은 채도를 그리고 h값은 색상을 나타낸다. 그리고 색조의 차이를 색요소로 산출하여  $\Delta E$ 로 표시한다. 반사율인 L값은 표면에 도달하는 광원에 대한 광도로 측정기의 색표계에서는 음수(-)로 갈수록 어두운 광도를 나타낸다. 그리고 채도인 c값은 색의 맑고 탁함, 순수한 정도, 색의 강약, 포화도를 나타내는 성질로 색표계에서는 영점(0)으로 갈수록 탁한 색을 나타낸다. 색상인 h값은 3색(빨강, 파

랑, 노랑)의 색상을 나타내는 것으로 색표계에서는 영점(빨강색 계열)을 기준으로 약 90으로 갈수록 노랑색 계열, 약 180으로 갈수록 파랑색 계열의 색을 나타낸다(배용진, 장성란, 2010). 그리고 색조인  $\Delta E$ 값은 색요소 3가지를 색차방정식으로 산출한 것으로 전체적인 색조차를 정량적인 비교할 수 있는 수치이다.

$\Delta E$ 값이 3.7 이상의 차이일 때 육안으로 판별이 가능하며(Shotwell & Razzog, 1992), 치과 임상적 범위는  $\Delta E$  수치가 3.3이상 일 때 색조차이가 있는 것으로 보고되었다(Eldiwany & Fridel, 1995). 그리고 색조의 숙련도에 따라  $\Delta E$ 수치가 1이하의 차이일 때 육안으로 색조변화를 감지할 수 있다고 보고되었다(O'Brien et al, 1990). 이러한 연구들을 통하여 미국치과의사협회에서는  $\Delta E$ 수치가 2 이상의 차이를 가질 때 색조차이가 나타나는 것으로 규정하였다(Wozniak, 1987).

색요소를 토대로 침습시간에 따른 지르코니아 블록의 색조변화를 관찰한 결과 Z시편군에서 반사율(L값)과 채도(c)값 그리고 색상(h)값에 대하여 침습을 하지 않은 ZN시편을 기준으로 침습을 실시한 시편이 높은 값을 나타내는 것으로 측정되었다. 이러한 색요소를 이용하여 산출되어 측정된  $\Delta E$ 값을 분석한 결과 ZN시편에 비하여 침습을 실시한 시편들이 높게 나타내는 것을 관찰되었다. 그리고 침습을 실시한 Z01시편, Z10시편, Z30시편 간에는  $\Delta E$  값 차이가 약 2로 임상적으로 차이가 나지 않는 것으로 판단된다. P시편군에서 L값과 c값에 대하여 침습을 하지 않은 PN시편을 기준으로 침습을 실시한 시편이 높은 값을 나타냈고, h값에서는 PN시편이 침습을 실시한 시편에 비하여 높은 값을 나타냈다.  $\Delta E$ 값을 분석한 결과 PN시편에 비하여 침습을 실시한 시편들이 낮게 나타내는 것을 관찰되었다. 그리고 침습을 실시한 시편들의  $\Delta E$ 값에서 P01시편에 대하여 P10시편과 P30시편의 값의 차이가 2 이상으로 나타났다. D시편군에서 L값과 c값 그리고 h값에 대하여 침습을 하지 않은 DN시편을 기준으로 침습을 실시한 시편이 높은 값을 나타냈다.  $\Delta E$ 값을 분석한 결과 DN시편에 비하여 침습을 실시한 시편들이 높게 나타내는 것을 관찰되었다. 그리고 침습을 실시한 시편들의  $\Delta E$ 값에서 D30시편에 대하여 D01시편과 D10시편의 값의 차이가 2이상으로 나타났다.

색요소에 의한 측색의 결과에서 착색을 실시하지 않은 Z시편군의 ZN시편과 D시편군의 DZ시편은 색상(h값)이 낮게 나타는 지르코니아 블록이며, P시편군의 PN시편은 반사율(L값)이 낮은 지르코니아 블록으로 나타났으며, 착색을 실시한 시편들의 측색결과를 관찰한 결과 착색 실시하여 색조의 변화를 나타낼 수 있는 것으로 관찰된다. 이상의 결과를 통하여 지르코니아 블록의 고유 색요소에 따라 색조차를 가지는 것을 알 수 있었으며, 지르코니아 블록은 착색을 실시하여 색조를 변화 줄 수 있는 것으로 알 수 있었다.

본 연구의 결과는 전부도재관의 하부구조인 지르코니아 블록에 대한 색조관찰 연구로 지르코니아 블록을 이용한 단일구조관 또는 이중구조관 제작시 기본적인 색조조절을 위한 자료로 활용이 가능 할 것으로 판단된다.

## V. 결 론

본 연구에서 지르코니아 블록의 착색에 따른 색조변화를 관찰하기 위하여 3종의 지르코니아 블록을 4가지 조건으로 착색을 실시하고, 측색기를 이용하여 착색조건에 따른 색조의 변화를 정량적으로 관찰하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. Z시편군과 D시편군의 지르코니아 블록은 색상(h값)이 낮은 특성을 가지며,
2. P시편군은 지르코니아 블록은 반사율(L값)이 낮은 특성을 가진다.

## 참 고 문 헌

- 강후원. CAD/CAM 및 카피밀링을 이용하여 제작한 전부도재 고정성 가공의치의 파절강도 및 변형 특성에 관한 연구. 전남대학교 대학원 치의학과, 치의학 박사학위 논문, 2007.
- 강선녀, 조옥, 전영찬, 정창모, 윤미정. 착색지르코니아

- 코어와 전장 도재 사이의 전단결합강도에 관한 연구. 대한치과보철학회지, 47(3), 312-319, 2009.
- 배용진, 장성란. 디자인을 위한 색채. 지구문화사, 2010.
- 오계정, 서운정, 윤귀덕, 임현필, 박상원, 이경구, 임태관, 이도재. 크롬염화물 첨가에 따른 지르코니아 색상 및 물리적 성질 변화에 관한 연구. 대한치과보철학회지, 49(2), 2011.
- 장정은, 김무현, 윤미정, 정창모, 전영찬. 반복소성이 지르코니아 전부도재관의 색조에 미치는 영향. 대한치과보철학회지, 49(1), 73-79, 2011.
- Aboushelib MN, de Jager N, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Dent Mater, 21(10), 984-991, 2005.
- Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Effect of zirconia type on its bond strength with different veneer ceramics. J Prosthodont, 17(5), 401-408, 2008.
- Antonson SA, Anusavice KJ. Contrast ratio of veneering and core ceramics as a function of thickness. Int J Prosthodont, 14(4), 316-320, 2001.
- 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(3), 203-208, 2008.
- Eldiwany M, Fridel KH. Color stability of light-cured and post-cured composites. Am J Dent, 8(4), 179-181, 1995.
- Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength fracture toughness and microstructure of a selection of all ceramic materials. Part II: Zirconia-based dental ceramics. Dent Mater, 20(5), 449-56, 2004.
- Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. J Prosthet Dent, 88(1), 4-9, 2002.
- Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. J Prosthet Dent, 88(1), 10-15, 2002.
- Lee YK, Cha HS, Ahn JS. Layered color of all-ceramic core and veneer ceramics. J Prosthet Dent, 97(5), 279-286, 2007.
- 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.
- O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small-color-difference equation for dental shades. J Dent Res, 69(11), 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(2), 99-106, 2008.
- Shotwell JL, Razzog MA. Color stability of long-term soft denture liners. J prosthet Dent, 68(5), 836-883, 1992.
- Suarez MJ, Lozano JF, Paz Saliod M, Martinez F. Three year clinical evaluation of In-Cream Zirconia posterior FPDs. Int J Prosthodont, 17(6), 35-38, 2004.
- Uludag B, Usumez A, Sahin V, Eser K, Ercoban E. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of ceramic systems: an in vitro study. J Prosthet Dent, 97(1), 25-31, 2007.
- Wozniak WT. Proposed guidelines for the acceptance program for dental shade guides. American dental association, Chicago, 1-2, 1987.