대한치과재료학회지 44(4) : 319-328, 2017
ISSN:2384-4434 (Print); 2384-3268 (Online)
Available online at http://www.kadm.org
http://dx.doi.org/10.14815/kjdm.2017.44.4.319

글레이징과 저온열화가 반투명 지르코니아의 광학적 특성에 미치는 영향

남민경, 박미경*

부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과

Effect of glazing and aging on optical properties of high-translucency zirconia

*Min-Gyeong Nam, Mi-Gyoung Park**

Department of Dental Laboratory Science, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan, 57, Oryundae-ro, Geumjeong-gu, Busan, 609-757, South Korea

The purpose of this study was to examine the effect of optical properties of high-translucency zirconia used for monolithic restorations due to glazing and aging. 10 mm × 10 mm × 1.2 mm zirconia specimens were prepared using Lava plus. Each zirconia specimen was classified into SS (control group), SG (glazing), AS (aging) and AG (aging after glazing) according to glazing and aging (n=11). The CIE L^* a^* b^* values of each specimen were measured using a spectrophotometer and the TP values were calculated for translucency comparison. The CIE L^* value and CIE a^* value decreased and the CIE b^* value increased in the glazed SG and AG groups ($p<.01$). The glazing treatment reduced the brightness of zirconia specimens and increased the tendency of green and yellow. TP values were significantly increased in the glazed group ($p<.001$). CIE L^*, a^*, b^* values and TP values did not show any significant difference in the aged groups ($p>.05$).

Key words: High-translucency zirconia, Optical properties, Glazing, Aging

서 론

치아 및 그 주위 조직 결손의 기능 회복을 위해 다양한 재료로 수복물이 제작되고 있다. 충분한 강도와 적절한 변연 적합성을 가진 금속 도재관은 기능적인 면에서 우수하여 오랫동안 치과 보철물로 사용되어 왔으나, 금속의 불투명성과 치경부 금속 노출로 인한 치은의 변색에 의한 심미적 한계성을 나타내어 최근 지르코니아를 이용한 수복물의 사용이 확대되고 있다(Belles 등, 1991; Suarez 등, 2004). 지르코니아는 단사정계(monoclinic), 정방정계(tetragonal), 입방정계(cubic)의 세 가지 구조를 갖는다(Christel 등, 1989; Kosmac 등, 1999; Luthardt 등, 2002). 순수 지르코니아에 이트리아를 3 mol% 첨가한 안정화된 정방정계 지르코니아 다결정체(Yttria-Tetragonal Zirconia Polycrystal, Y-TZP) 구조는 치과용 세라믹 재료들에 비해 우수한 굽힘강도와 파절강도, 높은 마모 저항성 및 뛰어난 생체 적합성을 가지며 광 투과를 허용하는 고유한 광학 특성이 있으며, 미량의 희토류 원소를 첨가함으로써 착색이 가능하다(Guazzato 등, 2004; Carrabba 등, 2017).

초기의 불투명한 백색의 지르코니아는 베니어링을 필요로 하는 이중구조 전부도재관으로 사용되었으며, 이러한 보철물

* Correspondence: 박미경 (ORCID ID: 0000-0002-7668-2525)
부산시 금정구 오륜대로 57 부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과
Tel: +82-51-510-0595, Fax: +82-51-510-0598
E-mail: mgpark@cup.ac.kr

Received: Sep. 26, 2017; Revised: Oct. 14, 2017; Accepted: Oct. 25, 2017

은 세라믹의 칩핑이 야기되었다. 최근 CAD/CAM 시스템의 향상된 정밀성은 높은 기계적 안정성을 지닌 단일구조 전부도재관의 제작을 가능하게 하였다(Cardelli 등, 2016). 이는 이중구조 전부도재관 수복물의 주요 단점인 베니어 세라믹의 칩핑을 피할 수 있게 하였으며, 지르코니아를 이용한 단일구조 전부도재관 보철물의 활성화에 크게 기여하였다(Baldissara 등, 2010; Koenig 등, 2013). 모든 세라믹 수복물은 자연 치아구조와 색상, 표면 질감 및 투명도와 유사해야한다(Son 등, 2010). 법랑질은 특유의 투과도를 가지고 있으며 상아질의 색상이 표출되므로 세라믹 수복물은 그 자연적인 색상과 투과도를 재현하는 것이 매우 중요하다. 또한 심미적인 치아에 대한 환자들의 관심과 요구가 증가함에 따라 자연치와 유사한 투과성을 갖는 보철물의 제작이 요구되고 있다(Kim과 Kahm, 2015). 최근 투명성이 증가한 지르코니아 재료의 개발은 구치부 뿐만 아니라 환자의 심미적 기대가 높은 전치부 수복에서도 지르코니아를 이용한 단일구조 보철물의 사용이 가능하게 하였다. 단일구조관 지르코니아는 반소결 상태에서의 착색을 통하여 원하는 색상과 투명도를 결정한다. 그러나 이러한 착색 과정만으로는 인접한 수복물 또는 자연치와 유사한 색상을 얻기 어려우며, 환자의 높은 요구를 만족시키기에 한계가 있다. 이러한 한계점 해결을 위해 소결 후에 추가 스테이닝 과정이 필요하며 최근 임상에서 글레이징과 스테이닝 처리가 증가하고 있다(Kim과 Kim, 2016).

지르코니아를 이용한 단일구조 전부도재관의 사용이 확대되고 있지만 여전히 지르코니아는 저온열화라는 한계점을 가지고 있다. 저온열화는 지르코니아의 입자크기와 투명도에 영향을 미친다(Jiang 등, 2011; Yamashita 등, 2012). Alghazzawi (2016)은 지르코니아의 저온열화는 광학적 특성에 영향을 미친다고 보고하였으며, Kim 등 (2013)은 단일구조 전부도재관의 표면처리가 색상에 영향을 미친다고 보고하였다. 선행연구에서 이중구조 전부도재관에 사용되는 지르코니아의 광학적 특성에 관한 연구는 보고되었으나 (Lim 등, 2010; Tuncel 등, 2013; Kurtulmus-Yilmaz와 Ulusoy, 2014; Abdelbary 등, 2016; Tuncel 등, 2016), 최근 개발된 반투명성이 증가한 단일구조 전부도재관용 지르코니아의 광학적 특성에 관한 연구는 많이 부족한 실정이다.

본 연구에서는 단일구조 전부도재관에 사용되는 반투명 지르코니아의 글레이징과 저온열화에 따른 광학적 특성의 변화에 대해 연구 해 보고자 하였다. CIE L^* a^* b^* 색체계를 이용하여 L^*, a^*, b^* 값을 측정하고 반투명도(translucency parameter: TP)값을 계산하여 비교하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서는 HT 지르코니아 블록인 Lava plus (3M ESPE, USA)를 사용하였다(Table 1).

Table 1. Materials used in this study

Material	Brand	Manufacturer
Block	Lava plus	3M ESPE, USA
Glazing powder&liquid	cercon	Densply Sirona, USA
Coloring liquid	A3	3M ESPE, USA

Figure 1. Zirconia blocks and specimens used in this study

2. 시편제작

시편제작을 위하여 AutoCAD 2006 (Autodesk, USA)를 이용하여 10 mm × 10 mm × 1.2 mm로 디자인 하였다. 반소결 지르코니아 블록(Lava plus, 3M ESPE, USA)을 밀링장비(Micro, Ceramill, Germany)를 이용하여 각 그룹별로 11개씩 총 44개의 시편을 제작하였다. 블록과 동일 제조사의 전용 A3 컬러링 액(3M ESPE, USA)을 전용 브러쉬를 사용하여 균일하게 4번 도포하였다. 지르코니아 소결로(P 310, Nabertherm GmbH, Germany)를 사용하여 제조사의 지시에 따라 800℃

까지는 분당 상승 온도 20℃로, 1450℃까지는 분당 10℃ 상승시켜 1450℃에서 2시간 계류 후 서냉하였다. 글레이징은 숙련된 술자가 글레이징 파우더(Cercon glaze, Densply Sirona, USA)와 전용액을 혼합하여 시편에 균일한 두께로 도포한 후 제조사의 추천 스케줄에 따라 840℃로 2회 소성하였다(Table 2).

Table 2. Firing schedule of glazing

Material	Pre-heating (℃)	Dring (min)	Heat rate (℃/min)	High tempera-ture (℃)	Holding (min)	Vaccum (hpa)	Cooling (min)
Cercon glaze	450	1:00	55	840	1:20	-	2:00

저온열화(Aging) 처리를 위해 시편을 고압증기멸균기(Autoclave, AC-12S, SK Science, Korea)에 넣고 ISO 13356에 따라 134℃에서 0.2 MPa 압력을 5시간동안 처리하였다. 134℃에서 0.2 MPa 압력으로 1시간 고압증기멸균 처리한 것은 구강 내에서 3~4년간 처리한 것과 동일한 효과를 나타낸다(Siarampi 등, 2014).

시편은 글레이징과 저온열화 처리에 따라 4 그룹으로 나뉘었다(Table 3).

Table 3. Classification of Specimens (n=11)

Group code	Aging	Glazing
SS	-	-
SG	-	○
AS	○	-
AG	○	○

3. 색 측정

색상은 분광측색장치(CM-3600A, KONICA MINOTA, Japan)를 이용하여 측정하였다. 광원은 CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)의 표준광인 D65 (6503K)를 채택하였으며, SCE (Specular Component excluded) 방식으로 백색바탕(L^*:96.56, a^*:-0.10, b^*:-0.15)과 흑색바탕(L^*:0.05, a^*:-0.05, b^*:0.00)에서 각 시편의 CIE L^* a^* b^* 값을 측정하였다. CIE L^* a^* b^* 시스템은 3차원 좌표로서 L값은 y축으로 대상의 밝기를 나타내고, x축인 a^* 값은 적색 (+) 또는 녹색 (-) 색도를 나타내며, z축인 b^* 값은 노란색 (+) 또는 파란색 (-) 색도를 나타낸다(Sulaiman 등, 2015).

반투명도(translucency parameter: TP)는 아래의 공식에 적용하여 계산하였다.

$$TP=[(L_B^*-L_W^*)^2 + (a_B^*-a_W^*)^2 + (b_B^*-b_W^*)^2]^{1/2}$$

아래 첨자 B는 검정색 배경 위의 색상 좌표를 나타내고 아래 첨자 W는 흰색 배경 위에 있는 색상 좌표를 나타낸다. TP값 0은 완전히 불투명한 재료에 해당되며, TP값이 클수록 재료의 실제 반투명도가 높아진다(Johnston 등, 1995).

4. 통계분석

실험 결과 자료는 SPSS Ver.23.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 이용하였으며 색상과 TP 분석을 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 이원배치 분산분석(two-way ANOVA)을 시행하였다. 사후검정으로 Tukey's test를 시행하였으며, 유의 수준은 0.05로 설정하였다.

결 과

1. 색상

지르코니아 시편들의 L^*, a^*, b^* 값의 결과는 Table 4와 같다. 지르코니아 시편의 L^*, a^*, b^* 값은 모두 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 5). 글레이징 처리를 한 SG와 AG 그룹에서 L^* 값이 유의하게 낮게 나타났다($p<.001$). 글레이징 처리를 한 SG와 AG 그룹에서 a^* 값이 유의하게 낮게 나타났다($p<.01$). 즉, 글레이징 처리는 명도를 감소시키고 녹색의 경향을 띄었다. 글레이징 처리 한 SG와 AG 그룹의 b^* 값은 높게 나타났다($p<.001$). 즉, 글레이징 처리 후 시편의 황색 경향이 증가하였다. 저온열화 처리를 한 AS와 AG 그룹은 저온열화 처리를 하지 않은 SS, SG 그룹과의 비교에서 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$).

Table 4. Color coordinates (CIE $L^*a^*b^*$) of the zirconia specimens

Light	Parameter	Groups	Mean ± SD
	L^*	SS	74.42 ± 0.57[a]
		SG	71.34 ± 0.40[b]
		AS	74.30 ± 0.63[a]
		AG	71.86 ± 0.64[b]
	a^*	SS	-1.21 ± 0.37[a]
		SG	-1.44 ± 0.29[ab]
		AS	-1.26 ± 0.26[a]
		AG	-1.60 ± 0.18[b]
	b^*	SS	8.40 ± 1.22[a]
		SG	10.67 ± 1.23[b]
		AS	8.67 ± 1.17[a]
		AG	10.22 ± 0.82[b]

Table 5. Results of two-way ANOVA for mean L^*, a^*, b^* values of combination of glazing and aging

Light Parameter	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	P
L^*					
Glazing	83.63	1	83.63	258.87	.000
Aging	0.45	1	0.45	1.39	.246
Glazing * Aging	1.15	1	1.15	3.55	.067
a^*					
Glazing	0.88	1	0.88	10.94	.000
Aging	0.13	1	0.13	1.66	.206
Glazing * Aging	0.03	1	0.03	0.38	.541
b^*					
Glazing	40.28	1	40.28	31.96	.000
Aging	0.09	1	0.09	0.07	.792
Glazing * Aging	1.45	1	1.45	1.15	.290

Table 6. TP of the zirconia specimens

Light	Parameter	Groups	Mean ± SD
	TP	SS	9.36 ± 0.27[a]
		SG	10.46 ± 0.34[b]
		AS	9.28 ± 0.32[a]
		AG	10.67 ± 0.29[b]

2. 반투명도 (TP)

각 시편들의 TP값은 Table 6에 나타나 있다. 글레이징 처리를 한 SG, AG 그룹의 TP값은 각각 10.46, 10.67로 글레이징 처리를 하지 않은 SS, AS 그룹의 TP값 9.36, 9.28보다 유의하게 높게 나타났다($p<.001$). TP값에서 저온열화 처리에 따른 그룹 간 유의한 차이는 나타나지 않았다($p>.05$).

고 찰

심미성이 중요시되는 전치부 보철치료에서 오랫동안 세라믹수복물이 사용되어 왔다. 기능적인 면에서 우수한 금속 도재관이 오랫동안 치과 보철 재료로 사용되어 왔으나, 금속의 불투명성과 치은의 변색에 의한 심미적 한계성을 나타내어 최근 지르코니아를 이용한 수복물의 사용이 확대되었다(Belles 등, 1991; 등, Suarez 2004). 지르코니아 수복물은 생체 적합성과 우수한 기계적 특성으로 인해 수 년 동안 치과영역에서 성공적으로 사용되었다.

CAD/CAM 시스템의 발달은 단일구조 지르코니아 보철물의 사용을 가능하게 하였으며, 치핑을 해결하고 부족한 교합공간에서의 수복을 가능하게 하였다(Malkondu 등, 2016). 또한 최근 개발 된 투명성이 증가한 지르코니아는 단일구조 수복물을 환자의 심미적 기대가 높은 전치부에서도 사용이 가능하게 하였다. 이에 본 연구에서는 현재 임상에서 사용이 확대되고 있는 투명성이 증가한 반투명 지르코니아의 글레이징과 저온열화 처리가 보철물의 색상과 반투명도에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

본 연구 결과에 따르면 글레이징에 의해 L^* 값과 a^* 값이 감소하였고 b^* 값이 증가하였다. Kim 등 (2013)의 연구에서는 단일구조 지르코니아의 연마 및 글레이징이 명도를 감소시키고 b^* 값에서 황색 경향을 나타내며, a^* 값이 감소하여 녹색 경향으로 변한다고 보고하였는데, 이는 본 연구와 일치한다. Alghazzawi (2016)의 20시간에서 100시간 저온열화가 지르코니아 재료의 광학적 특성에 미치는 영향에 관한 연구에서 지르코니아가 저온열화 됨에 따라 L^* 값은 감소되며, a^* 값과 b^* 값은 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 5시간 저온열화 처리 후 L^*, a^*, b^* 값에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. Alghazzawi (2016)의 연구와 다른 결과를 나타내었으며, 이는 장시간의 저온열화 처리로 인해 색상의 변화가 나타난 것으로 판단되어진다.

반투명은 재료 표면을 통과하여 전송되는 빛의 상대적인 양으로, 자연치의 외관을 보철물과 일치시키는 주요 매개 변수 중 하나이며 재료의 선택에서 고려되어지는 중추적인 요소이다(Brodbelt 등, 1980; Miyagawa 등, 1981). 재료의 투명도와 불투명도를 평가하는 방법에는 투명도 매개변수(translucency parameter: TP), 명암비(contrast ratio: CR), 투과율(transmittance)의 세 가지 매개변수가 있는데, 치과용 심미적 수복 재료의 광학적 특성 비교 연구에서는 TP와 CR이 주로 사용된다. CR은 흑색바탕에서의 시편의 반사율에 대한 백색 바탕에서의 시편의 반사율의 비율이며 불투명도의 추정치이다. CR은 0에서 1까지의 범위를 가지며, 0은 투명도에 해당하고 1은 불투명도에 해당한다(Heffernan 등, 2002; Sedda 등, 2014; Vichi 등, 2016; Carrabba 등 2017). 본 실험에서 사용된 TP는 완전한 투명과 불투명 사이에서의 상태이며, 백색과 흑색의 두 배경에서 측정한 색차로 계산되어진다. 이는 하부 층의 색조로 인해 상부 층에 미치는 영향을 차단하거나 투과시키는 재료의 상대적인 정도를 나타낸다(Rugh 등, 1991; Johnston 등, 1995).

본 연구결과 글레이징에 의해 TP값이 높아져 반투명도가 증가하는 양상을 나타내었다. Heffernan 등 (2002)은 글레이징이 시행되면 각 코어 재료에 베니어링 된 세라믹의 투명도가 증가한다고 보고하였으며, Nogueira와 Della Bona (2013)는 글리세린이 반투명도를 증가시킨다고 보고하였다. Kim 등 (2016)의 연구에 따르면 지르코니아의 글레이징은 TP값에 유의한 차이가 나타나지 않는다고 보고하였다. 이는 글레이징 처리 시 TP값이 유의하게 증가한 본 연구와 다른 결과를 나타낸다. Sulaiman 등 (2015)은 지르코니아를 37℃의 염산에 96시간 침지시킨 결과, 표면 광택과 TP값이 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서 글레이징 처리 한 그룹이 글레이징을 하지 않은 그룹보다 지르코니아 시편의 표면광택이 증가하여 TP값이 증가하였을 것으로 사료된다.

CAD/CAM 블록으로 사용되는 3Y-TZP는 높은 강도와 인성의 장점에도 불구하고, 저온열화를 일으키는 한계점이 있다.

저온열화는 첫째, 외부표면에서 내부로 진행되며, 정방정상에서 단사정상으로의 상변태를 일으킨다. 둘째, 물이나 습기로 인하여 상변화를 가속화 시킨다. 셋째, 안정화제 함량 및 지르코니아 결정입자 크기 및 입자의 균일한 정도가 변형과정에 중요한 영향을 미친다. 넷째, 65℃~500℃에서 빠르게 진행되며 250℃에서 가장 빠르게 진행된다 (Papanagiotou 등, 2006). ISO 13356에 따른 134℃에서 0.2 MPa 압력으로 5시간 고압증기멸균기 처리는 구강 내에서 15~20년을 나타낸다 (Cattani-Lorente 등, 2016).

Abdelbary (2016)의 연구에서 단일구조 지르코니아 보철의 저온열화는 반투명도에 상당한 영향을 끼친다고 보고하였으며, Alghazzawi (2016)은 20시간 이상의 저온열화에 의해 지르코니아의 TP값이 감소한다고 보고하였다. 이는 저온열화가 지르코니아의 TP값에 영향을 미치지 않는다는 본 실험과 다른 결과를 나타내었다.

임상에서 단일구조 지르코니아 보철물의 글레이징 처리 시 베니어 세라믹보다 두껍게 글레이징 되며 술자에 따라 두께에 차이가 나타날 수 있다. 임상에서 글레이징 시 소성온도의 정확한 메뉴얼은 아직 확립되지 않은 상태이다. 지르코니아의 입자크기, 소성온도, 계류시간 뿐만 아니라 표면의 광택도가 빛 반사에 영향을 미칠 수 있으므로 지르코니아 보철물 제작 시 글레이징의 두께와 소성 스케줄에 따른 투명도 차이의 연구가 필요하다고 사료된다.

결 론

본 연구에서는 글레이징과 저온열화가 반투명 지르코니아에 미치는 광학적 특성 변화를 평가하기 위해 분광측색장치를 이용하여 색상을 측정하고 반투명도(TP)를 계산하여 비교하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 글레이징 처리 한 실험군에서 CIE L^* 값, CIE a^* 값이 감소하였고, CIE b^* 값이 증가하는 경향을 보였다($p<.01$).
2. 글레이징 처리 한 실험군에서 TP값이 유의하게 증가하였다($p<.001$).
3. 저온열화 처리 한 실험군에서 CIE L^*, a^*, b^* 값과 TP값의 유의한 차이를 나타내지 않았다($p>.05$).

참고문헌

Alghazzawi TF (2016) The effect of extended aging on the optical properties of different zirconia materials. J Prosthodont Res 61(3):305-314.

Abdelbary O, Wahsh M, Sherif A, SalahT (2016) Effect of accelerated aging on translucency of monolithic zirconia. Future Dental Journal 2(2):65-69.

Baldissara P, Liukace A, Ciocca L, Valandro FL, Scotti R (2010) Translucency of zirconia copings made with different CAD/CAM systems. J Prosthet Dent 104(1): 6-12.

Belles DM, Cronin RJ Jr, Duke ES (1991) Effect of metal design and technique on the marginal characteristics of the collarless metal ceramic restoration. J Prosthet Dent 65(5):611-619.

Brodbelt RHW, O'Brien WJ, Fan PL (1980) Translucency of dental porcelains. J Dent 59:70–75.

Cardelli P, Manobianco FP, Serafini N, Murmura G, Beuer F (2016) Full-Arch, implant-supported monolithic zirconia rehabilitations: pilot clinical evaluation of wear against natural or composite teeth. J Prosthodont 25(8): 629-633.

Carrabba M, Keeling AJ, Aziz A, Vichi A, Fabian Fonzar R, Wood D, Ferrari M (2017) Translucent zirconia in the ceramic scenario for monolithic restorations: A flexural strength and translucency comparison test. J Dent 60: 70-76.

Cattani-Lorente M, Durual S, Amez-Droz M, Wiskott HW, Scherrer SS. (2016) Hydrothermal degradation of a 3Y-TZP translucent dental ceramic: A comparison of numerical predictions with experimental data after 2 years of aging. Dent Mater 32(3):394-402.

Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN (1989) Mechanical properties and short-term in vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. J Biomed Mater Res 23(1): 45-61.

Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV (2004) Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. Dent Mater 20(5):449-456.

Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA (2002) Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. J Prosthet Dent 88(1):4–9.

Johnston WM, Ma T, Kienle BH (1995) Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. Int J Prosthodont 8(1):79-86.

Kim HK, Kim SH (2016) Optical properties of pre-colored dental monolithic zirconia ceramics. J Dent 55:75-81.

Kim HK, Kim SH, Lee JB, Ha SR (2016) Effects of surface treatments on the translucency, opalescence, and surface texture of dental monolithic zirconia ceramics. J Prosthet Dent 115(6):773-779.

Kim HK, Kim SH, Lee JB, Han JS, Yeo IS (2013) Effect of polishing and glazing on the color and spectral distribution of monolithic zirconia. J Adv Prosthodont 5(3):296-304.

Kim SJ, Kahm SH (2015) Translucency of ceramic veneers on glazing effect. J Korean Acad Prosthodont 53(2): 138-143.

Koenig V, Vanheusden AJ, Le Goff SO, Mainjot AK (2013) Clinical risk factors related to failures with zirconia-based restorations: an up to 9-year retrospective study. J Dent 41(12):1164-1174.

Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P, Funduk N, Marion L (1999) The effect of surface grinding and sandblasting on flexural strength and reliability of Y-TZP zirconia ceramic. Dent mater 15(6):426-433.

Kuhlisch E, Walter M (2002) Reliability and properties of ground Y-TZP zirconia ceramics. J Dent Res 81(7): 487-491.

Kurtulmus-Yilmaz S, Ulusoy M (2014) Comparison of the translucency of shaded zirconia all-ceramic systems. J Adv Prosthodont 6(5):415-422.

Lim H, Yu B, Lee YK (2010) Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. J Prosthet Dent 104(4):239-246.

Luthardt RG, Holzhuter M, Sandkuhl O, Herold V, Schnapp JD, Malkondu Ö, Tinastepe N, Akan E, Kazazoğlu E (2016) An overview of monolithic zirconia in dentistry. Biotechnology & Biotechnological Equipment 30(4): 644-652.

Miyagawa Y, Powers JM, O' Brien WJ (1981) Optical properties of direct restorative materials. J Dent Res 60(5):890–894.

Nogueira AD, Della Bona A (2013) The effect of a coupling medium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. J Dent 41 S3:e18-23.

Papanagiotou HP, Morgano SM, Giordano RA, Pober R (2006) In vitro evaluation of low-temperature aging effects and finishing procedures on the flexural strength and structural stability of Y-TZP dental ceramics. J Prosthet Dent 96(3):154-164.

Rugh EH, Johnston WM, Hesse NS (1991) The relationship between elastomer opacity, colorimeter beam size, and measured colorimetric response. Int J Prosthodont 4(6):569-576.

Sedda M, Vichi A, Del Siena F, Louca C, Ferrari M (2014) Flexural resistance of Cerec CAD/CAM system ceramic blocks. Part 2: Outsourcing materials. Am J Dent 27(1): 17–22.

Siarampi E, Kontonasaki E, Andrikopoulos KS, Kantiranis N, Voyiatzis GA, Zorba T, Paraskevopoulos KM, Koidis P (2014) Effect of in vitro aging on the flexural strength and probability to fracture of Y-TZP zirconia ceramics for all-ceramic restorations. Dent Mater 30(12):e306-e316.

Son HJ, Kim WC, Jun SH, Kim YS, Ju SW, Ahn JS (2010) Influence of dentin porcelain thickness on layered all-ceramic restoration color. J Dent 38:e71–77.

Suarez MJ, Lozano JF, Paz Salido M, Martinez F (2004) Three-year clinical evaluation of In-Ceram Zirconia posterior FPDs. Int J Prosthodont 17(1):35-38.

Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Donovan TE, Ritter AV, Vallittu PK, Närhi TO, Lassila LV (2015) Optical properties and light irradiance of monolithic zirconia at variable thicknesses. Dent Mater 31(10):1180-1187.

Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Shahramian K, Hupa L, Donovan TE, Vallittu P, Närhi TO (2015) Impact of gastric acidic challenge on surface topography and optical properties of monolithic zirconia. Dent Mater 31(12):1445-1452.

Tuncel I, Eroglu E, Sari T, Usumez A (2013) The effect of coloring liquids on the translucency of zirconia framework. J Adv Prosthodont 5(4):448-451.

Tuncel İ, Turp I, Üşümez A (2016) Evaluation of translucency of monolithic zirconia and framework zirconia materials. J Adv Prosthodont 8(3):181–186.

Vichi A, Sedda M, Fabian Fonzar R, Carrabba M, Ferrari M (2016) Comparison of contrast ratio, translucency parameter, and flexural strength of traditional and augmented translucency zirconia for CEREC CAD/CAM system. J Esthet Restor Dent 28S1:S32–39.

Yamashita I, Kudo M, Tsukuma K (2012) Development of highly translucency zirconia ceramics. TOSOH Research & Technology Review 56.

글레이징과 저온열화가 반투명 지르코니아의 광학적 특성에 미치는 영향

남민경, 박미경*

부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과

본 연구에서는 단일구조 전부도재관에 사용되는 반투명(high-translucency) 지르코니아의 글레이징과 저온열화에 따른 광학적 특성의 변화에 대해 연구하였다. Lava plus를 사용하여 10 mm × 10 mm × 1.2 mm의 지르코니아 시편을 제작하였다. 글레이징과 저온열화 유무에 따라 각 지르코니아 시편은 SS (대조군), SG (글레이징), AS (저온열화), AG (글레이징 후 저온열화)로 분류하였다 (n=11). 분광측색장치를 이용하여 각 시편의 CIE L^* a^* b^* 값을 측정하였으며, 투명도 비교를 위해 반투명도(Translucency Parameter: TP)값을 계산하였다. 글레이징 처리를 한 SG, AG 실험군에서 CIE L^* 값과 CIE a^* 값이 감소하였으며, CIE b^* 값이 증가하였다 ($p<.01$). 글레이징 처리가 지르코니아 시편의 명도를 감소시키고 녹색과 노란색의 경향을 증가시켰다. 글레이징 처리 한 실험군에서 TP값이 유의하게 증가하였다 ($p<.001$). 저온열화 처리 한 실험군에서는 CIE L^*, a^*, b^*값과 TP값에서 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p>.05$).

색인 단어 : 반투명 지르코니아, 광학적 특성, 글레이징, 저온열화