



레진시멘트 색상이 상용 지르코니아 크라운의 색상에 미치는 영향

하현승, 임범순, 이상훈*

서울대학교 치과대학 치의과학과 치과생체재료과학교실, 치학연구소, BK21 PLUS

Effect of resin cement color on the color of commercially available zirconia crown

*Hyeon-Seung Ha, Bum-Soon Lim, Sang-Hoon Rhee**

*Department of Dental Biomaterials Science, Dental Research Institute and BK21 PLUS,
School of Dentistry, Seoul National University*

The purpose of this study is to evaluate the effect of resin cement color on the color of commercially available zirconia crown. The zirconia and resin cements used for the experiment were NuSmile[®] ZR Zirconia LT Shade (LT), RelyX[™] U200 TR, A2, and A3O (TR, A2, A3O). The disks of zirconia and resin cements with diameters of 5 mm and thicknesses of 1 mm were prepared. Five disks were made for each specimen. The CIE $L^*a^*b^*$ values of zirconia, resin cements and the combinations thereof were measured on black and white backgrounds, respectively, using a spectrophotometer. The color effect of resin cement on the color of the zirconia crown was evaluated by calculating translucency parameter (TP), contrast ratio (CR), and color differences (ΔE_{ab}^*) based on the measured CIE $L^*a^*b^*$ values. The statistical significances were verified by one-way ANOVA and the Tukey-multiple comparisons tests. As a result, the TP and CR values were decreased ($p < 0.05$) and increased, respectively, in the combination of zirconia and resin cement disks compared to zirconia disk per se. When using the black background, the ΔE_{ab}^* values between zirconia and the combination of the zirconia and three resin cement disks were imperceptible level. The A3O showed the lowest ΔE_{ab}^* value among three resin cements. When using the white background, the ΔE_{ab}^* values between zirconia and the combination of zirconia and TR resin cement (LT/TR) disks showed acceptable level. However, the ΔE_{ab}^* values between zirconia and the combination of zirconia and A2 resin cement (LT/A2) disks showed unacceptable level. Meanwhile, the ΔE_{ab}^* values between zirconia and the combination of zirconia and A3O resin cement (LT/A3O) disks showed perceptible but acceptable level. Within the limits of this study, the colors of resin cements did not cause unacceptable color changes of zirconia except the combination of LT/A2 on the white background. The resin cement that gave the least color changes to zirconia was A3O. This means that the resin cement A3O is recommended to use for minimizing color changes when cementing commercially available zirconia crown to tooth.

Key words : Color difference, Contrast ratio, Resin cement, Translucency parameter, Zirconia

하현승 (ORCID ID: 0000-0003-4273-9199)
임범순 (ORCID ID: 0000-0003-3112-0227)

Correspondence: 이상훈 (ORCID ID: 0000-0002-5245-2979)
(03080) 서울시 중로구 대학로 101, 서울대학교 치과대학 치의과학과
치과생체재료과학교실
Tel: +82-2-740-8696, Fax: +82-2-740-8694
E-mail: rhee1213@snu.ac.kr

Received: Sep. 29, 2018; Revised: Oct. 15, 2018; Accepted: Oct. 15, 2018

본 논문은 한국연구재단 이공분야기초연구사업 지원(NRF-2016R1D1A1A09919365)으로 이루어 졌으며 이에 감사드립니다.

서론

소아 전치부 치아우식의 치료에서 우식 부위가 작은 경우 레진 충전술을 이용하지만 우식 부위가 광범위거나 치수절제술이 필요한 경우에는 유치관을 이용한다. 기존 소아 전치부에 사용되는 유치관은 개창금속관(open face stainless steel crown), 셀룰로이드 크라운 형태(celluloid crown form)를 이용한 레진관 등이 있다. 개창금속관은 기계적 특성과 내구성은 우수하지만 심미성이 떨어진다. 셀룰로이드 크라운 형태를 이용한 레진관은 형태 수정이 용이하고 심미적으로 우수하나, 사용 중 변색될 수 있으며 기계적 특성이 부족하여 파절 가능성이 높다 (1, 2). 최근에는 기존 유치관의 단점을 극복한 지르코니아 크라운이 사용되고 있는데, 이는 기존 유치관에 비해 심미적이고 높은 강도와 우수한 내구성을 보이며 뛰어난 생체친화성 등을 갖고 있다 (3).

지르코니아는 흰색을 띠며 반투명하므로 (4) 치과 기질 (5), 시멘트 (6), 지르코니아 코어 (7), 포세린 비니어 (8, 9) 및 글레이징 (10) 등에 그 색이 영향을 받는다고 한다.

지르코니아 두께는 성인의 경우 술자의 치아 삭제량에 따라 달라지는데 이 때 지르코니아 크라운의 접착을 위해 사용되는 시멘트의 두께는 50~100 μm 범위를 갖는다 (11). 이에 반해 소아에 적용되는 상용 지르코니아 크라운은 크라운의 크기에 맞춰 유치를 삭제한 후 시멘트로 접착하는 방식이므로, 사용되는 시멘트의 양은 술자의 치아 삭제량에 따라 달라진다. 따라서, 이 때 시멘트 색상이 상용 지르코니아 크라운의 색상에 미치는 영향은 성인의 경우보다 클 수 있다. 실제, 상용 지르코니아 크라운과 시멘트 종류에 따른 색조를 한국인 어린이 유전치 평균 색조와 비교한 연구가 수행된 바 있다 (12). 이 때 상악 유전치 색조와 유사한 상용 지르코니아 크라운/시멘트 조합은 ZirbizTM crown/ Fujicem2TM cement와 NuSmile[®] ZR Zirconia LT Shade/ RelyXTM U200 Shade A2 조합이 제시된 바 있다. 즉 어린이 유전치 색상과 상용 지르코니아 크라운/시멘트 조합 색상의 비교 연구는 있었으나, 시멘트의 색상이 상용 지르코니아 크라운의 색상에 주는 영향에 관한 연구는 아직까지 보고된 바 없다.

본 연구에서는 레진시멘트의 색상이 상용 지르코니아 크라운 색상에 미치는 영향을 알아보았다. 실험에는 상용

지르코니아 크라운/시멘트와 한국 어린이 유전치 평균 색조 비교 연구에서 유전치 평균 색조와 유사한 결과를 보인 NuSmile[®] ZR Zirconia LT Shade/RelyXTM U200 레진시멘트 조합을 사용했다. 색조 평가는 분광 광도계를 사용했으며 검은색과 흰색 배경에서 각각 CIE $L^*a^*b^*$ 값을 측정했다. 그 후 측정된 값을 이용해 반투명도(TP, translucency parameter), 대조비(CR, contrast ratio), 색차(ΔE^*_{ab})를 계산하여 레진시멘트의 색상이 상용 지르코니아 크라운의 색상에 미치는 영향을 평가했다.

재료 및 방법

1. 시편제작

지르코니아는 NuSmile crown의 제작사인 (주)하스에 의뢰하여 NuSmile[®] ZR Zirconia LT (low translucent) Shade (NuSmile)와 동일한 재질로 직경 5 mm, 두께 1 mm의 디스크형 시편 다섯 개를 제작했고, 시판되는 상용 지르코니아 크라운과 동일하게 외측면을 연마하여 사용했다.

레진시멘트는 RelyXTM U200 (3M ESPE) TR, A2 및 A3O 세 가지를 사용했다. 디스크형 레진시멘트는 실리콘 고무 인상재 템플릿을 이용해 제작했다. 템플릿은 1 mm 두께의 슬라이드글라스를 이용하여 실리콘 고무인상재로 판상을 제작한 다음, 직경 5 mm 티슈 펀치로 천공하여 템플릿을 제작했다. 그 후 디스크형 레진시멘트는 두 장의 슬라이드글라스 사이에 템플릿을 놓고 구멍 안에 레진시멘트를 충전한 다음, 제조사의 설명에 따라 슬라이드글라스 양면에서 광중합기로 각각 20초간 광조사하여 제작했다. 레진시멘트 시편은 색상 별로 각각 다섯 개씩 제작해 사용했다.

2. 색조 측정

시편의 색조는 분광 광도계(spectrophotometer, CM-3500d, Minolta)를 사용하여 CIE $L^*a^*b^*$ 값을 측정했다. 광원은 CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)와 ISO (International Organization of Standardization)에서 사용되는 표준광원 D65로 확산 조명을 사용했고, 3 mm 직경

측정구와 CIE 10° 표준 관측자를 이용하여 반사광을 측정했다(확산 조명/8° 시야각). 단독 조건과 지르코니아 하방에 레진시멘트를 접친 조건에서 실험군당 다섯 개 시편을 각각 3회씩 측정했다.

CIE $L^*a^*b^*$ 값은 각각 검은색($L^* = 0.10 \pm 0.02$, $a^* = 0.01 \pm 0.02$, $b^* = 0.02 \pm 0.02$)과 흰색($L^* = 98.68 \pm 0.06$, $a^* = -0.21 \pm 0.02$, $b^* = -0.35 \pm 0.02$) 배경에서 정반사광 포함(SCI, Specular Component Included) 방식으로 측정했다. 지르코니아 하방에 레진시멘트를 접친 조건에서 측정 시에는 시편 상호간의 완전한 밀착을 위해 굴절율이 1.5150인 액침유(immersion oil, Type B; Cargille Lab.)를 재료 사이에 도포하여 빛의 누출과 산란이 최소화 되도록 했다.

단독 조건에서 지르코니아는 LT, 레진시멘트는 TR, A2 및 A3O로 표시했고, 지르코니아 하방에 레진시멘트를 접친 조건은 LT/TR, LT/A2 및 LT/A3O와 같이 지르코니아 종류 뒤에 레진시멘트 색상명을 붙여 표시했다.

3. 반투명도(TP), 대조비(CR) 및 색차(ΔE_{ab}^*)의 계산 방법

반투명도(TP, translucency parameter)는 다음과 같은 식으로 계산했다 (13).

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

이때 반투명도는 검은색과 흰색 배경에서 각각 측정된 CIE $L^*a^*b^*$ 값 차이로 결정된다. 반투명도가 0이면 완전 불투명하고, 반투명도가 증가할수록 더 투명해지는 것을 의미한다.

대조비(CR, contrast ratio)는 다음과 같은 식으로 계산했다 (14).

$$CR = Y_B/Y_W$$

Y_B 는 검은색 배경에서 측정된 분광 반사율, Y_W 는 흰색 배경에서 측정된 분광 반사율이다. 대조비가 0이면 투명하고, 1이면 불투명한 것을 의미한다.

지르코니아 단독 조건과 지르코니아 하방에 레진시멘트를 접친 조건과의 색차 (ΔE_{ab}^*)는 다음과 같은 식으로 계산했다 (15).

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

ΔL^* 값은 명도 차이, Δa^* 값은 적/녹색 정도의 차이, Δb^*

값은 황/청색 정도의 차이를 나타낸다.

4. 통계 분석

각 변수에 대한 평균값과 표준편차는 동일한 실험군에서 CIE $L^*a^*b^*$ 값을 3회 이상 측정하여 구했다. 실험군의 통계적 유의성은 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 Tukey-multiple comparisons test ($p < 0.05$)로 검증했다. 모든 통계 분석은 Winks SDA 6.04 (TexaSoft)을 이용하였다.

결 과

지르코니아와 레진시멘트의 색조를 검은색과 흰색 배경에서 각각 단독 조건으로 측정된 CIE $L^*a^*b^*$ 값은 레진시멘트의 경우 명도를 나타내는 L^* 값에서 A3O 시편이 TR과 A2 시편보다 큰 값을 보였으나, 적/녹색의 정도를 나타내는 a^* 값에서 차이가 크지 않았다. 황/청색의 정도를 나타내는 b^* 값에서는 레진시멘트 간 상이하였다($p < 0.05$, Table 1).

지르코니아 하방에 레진시멘트를 접친 조건의 색조를 검은색과 흰색 배경에서 각각 측정된 CIE $L^*a^*b^*$ 값은 LT/TR 조합과 LT/A2 조합에서는 적/녹색의 정도를 나타내는 a^* 값과 황/청색의 정도를 나타내는 b^* 값에서 유사하였고, 명도를 나타내는 L^* 값에서만 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). LT/A3O 조합에서는 황/청색의 정도를 나타내는 b^* 값이 다른 레진시멘트를 접친 조건보다 유의하게 큰 값을 보였다($p < 0.05$, Table 2).

단독 조건에서 측정된 반투명도는 각 실험군이 유의한 차이를 보였는데($p < 0.05$), 지르코니아가 5.88 ± 0.16 으로 최소값을 보였고, A2 레진시멘트가 17.02 ± 0.88 로 최대값을 보였다($p < 0.05$, Table 3).

지르코니아 하방에 레진시멘트를 접친 조건에서 측정된 반투명도는 지르코니아 단독 조건에 비해 유의하게 큰 값으로 감소했다($p < 0.05$). 특히, LT/A3O 조합에서 측정된 반투명도가 다른 레진시멘트를 접친 조건보다 유의하게 작았다($p < 0.05$, Table 4).

Figure 1과 2는 파장에 따른 대조비(CR)의 평균값과 표준 표차를 나타내고 있다. 단독 조건에서 TR과 A2 레진시멘트

Table 1. Means and standard deviations of CIE $L^*a^*b^*$ values for zirconia and resin cements on the different background colors

Specimens		Backgrounds	L^*	a^*	b^*
Zirconia	LT	black	69.17(0.55) ^A	-2.15(0.28) ^G	2.64(0.54) ^K
		white	73.36(0.49) ^B	-1.78(0.28) ^{G,H}	6.74(0.58) ^L
Resin cements	TR	black	51.28(0.50) ^C	-1.66(0.03) ^H	-4.12(0.19) ^M
		white	65.54(0.28) ^D	-1.00(0.12) ^I	2.91(0.20) ^K
	A2	black	49.36(0.98) ^E	-1.42(0.06) ^H	-0.92(0.18) ^N
		white	63.39(0.29) ^F	0.17(0.11) ^J	8.58(0.33) ^O
A3O	black	69.61(1.44) ^A	-2.10(0.17) ^G	5.18(0.73) ^P	
	white	74.28(1.00) ^B	-0.18(0.24) ^J	10.97(0.48) ^Q	

Note: Same superscript letters within same column represent no significant difference ($p > 0,05$).

Table 2. Means and standard deviations of CIE $L^*a^*b^*$ values for the combination of zirconia and resin cements on the different background colors

Zirconia / Resin cements	Backgrounds	L^*	a^*	b^*
LT / TR	black	68.24(0.49) ^{C,D}	-2.43(0.30) ^F	1.59(0.59) ^I
	white	69.40(0.40) ^{A,B}	-2.19(0.31) ^{E,F}	2.96(0.47) ^H
LT / A2	black	67.76(0.60) ^D	-2.40(0.30) ^F	1.42(0.53) ^I
	white	68.82(0.52) ^{B,C}	-1.90(0.31) ^{E,F}	2.91(0.44) ^H
LT / A3O	black	69.36(0.44) ^{A,B}	-2.15(0.31) ^{E,F}	3.17(0.60) ^{G,H}
	white	70.02(0.39) ^A	-1.63(0.33) ^E	4.05(0.41) ^G

Note: Same superscript letters within same column represent no significant difference ($p > 0,05$).

Table 3. Means and standard deviations of translucency parameter (TP) values for zirconia and resin cements, respectively

Specimens	TP	
Zirconia	LT	5.88(0.16) ^A
	TR	15.92(0.57) ^C
Resin cements	A2	17.02(0.88) ^D
	A3O	7.69(0.53) ^B

Note: Same superscript letters within same column represent no significant difference ($p > 0,05$).

Table 4. Means and standard deviations of translucency parameter (TP) values for the combination of zirconia and resin cements

Zirconia /	Resin cements	TP
LT /	TR	1.82(0.18) ^A
LT /	A2	1.89(0.13) ^A
LT /	A3O	1.24(0.10) ^B

Note: Same superscript letters within same column represent no significant difference ($p > 0.05$).

의 대조비는 서로 유사한 모습을 보였으나 지르코니아보다 작았다. A3O 레진시멘트의 대조비는 지르코니아와 유사한 값을 보였다(Figure 1).

지르코니아 하방에 레진시멘트를 겹친 조건에서 측정된 대조비는 지르코니아 단독 조건에 비해 모두 증가했고, 실험 구간 유사한 모습을 보였다(Figure 2).

단독 조건에서 지르코니아와 레진시멘트와의 색차(ΔE_{ab}^*)는 검은색과 흰색 배경 모두에서 A3O 레진시멘트에서 최소값을 보였다(Table 5).

지르코니아 단독 조건과 지르코니아 하방에 레진시멘트를 겹친 조건과의 색차는 검은색 배경에서 LT/TR 조합과 LT/A2 조합에서 통계적으로 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$), LT/A3O 조합에서 0.60 ± 0.15로 최소값을 보였다($p < 0.05$). 흰색 배경에서도 LT/A3O 조합에서 4.29 ± 0.20으로 최소값을 보였다($p < 0.05$, Table 6).

고 찰

본 연구에서는 레진시멘트의 색상이 상용 지르코니아 크라운의 색상에 미치는 영향을 조사했다. 지르코니아 하방에 레진시멘트를 겹친 조건에서 측정된 CIE $L^*a^*b^*$ 값은 검은색 배경에서 지르코니아 단독조건일 때에 비해 명도를 나타내는 L^* 값, 적/녹색의 정도를 나타내는 a^* 값, 황/청색의 정도를 나타내는 b^* 값 모두 LT/TR 조합과 LT/A2 조합에서 감소했으나 LT/A3O 조합에서는 증가했다. 한편, 흰색 배경에서는 지르코니아 단독 조건일 때에 비해 명도를 나타내는 L^* 값과 황/청색의 정도를 나타내는 b^* 값은 모두 감소했고, 적/녹색

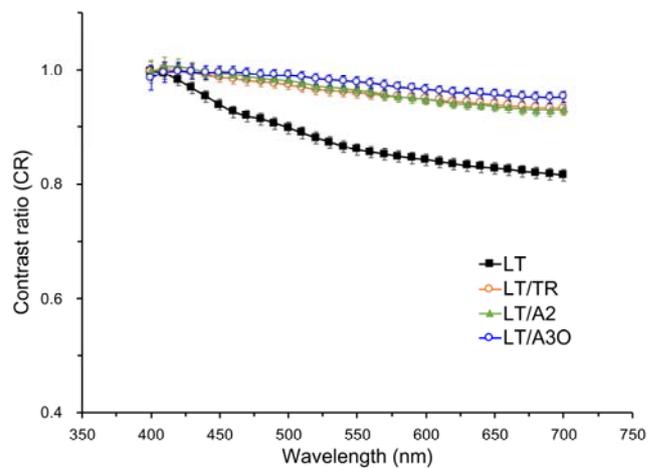


Figure 1. Contrast ratios of zirconia and resin cements as a function of wavelength.

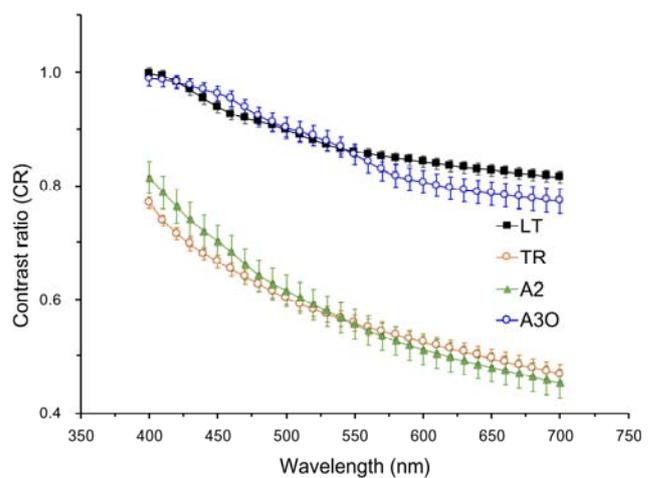


Figure 2. Contrast ratios of the combination of zirconia and resin cements as a function of wavelength.

Table 5. Means of ΔE^*_{ab} values between zirconia and resin cements on the different background colors

Resin cements	Backgrounds	ΔE^*_{ab}
TR	black	19,13
	white	8,74
A2	black	20,13
	white	10,32
A3O	black	2,58
	white	4,62

Table 6. Means and standard deviations of ΔE^*_{ab} values between zirconia and the combination of zirconia and resin cements on the different background colors

Zirconia / Resin cements	ΔE^*_{ab}	
	Black background	White background
LT / TR	1.44(0.11) ^A	5.49(0.20) ^D
LT / A2	1.89(0.20) ^B	5.94(0.10) ^E
LT / A3O	0.60(0.15) ^C	4.29(0.20) ^F

Note: Same superscript letters within same column represent no significant difference ($p > 0,05$).

의 정도를 나타내는 a^* 값은 LT/TR 조합과 LT/A2 조합에서 감소했으나 LT/A3O 조합에서 증가했다.

지르코니아는 변색된 치질을 차단할 수 있는 불투명 소재 이나 (16) 치아의 상아질(두께 = 1 mm)과 유사한 반투명도 (TP = 16.4)를 가진다고 하였고 (17, 18), 검은색 배경을 차단하려면 반투명도가 2 미만이어야 한다는 연구 결과가 보고된 바 있다 (19). 본 연구에서 지르코니아의 반투명도는 5.88 ± 0.16 으로 검은색 차단 효과를 볼 수 없었다. 이는 지르코니아(Lava Plus, 3M ESPE)의 반투명도가 치아의 상아질의 반투명도 보다는 낮지만 5.5에서 13.5라고 보고한 결과와 유사했다 (7).

지르코니아 하방에 레진시멘트를 겹친 조건에서 측정된 반투명도는 지르코니아 단독 조건에 비해 감소했다. 이는 지르코니아 하방에 레진시멘트를 겹친 조건이 지르코니아 단독 조건보다 불투명하다는 것을 의미한다. 레진시멘트 단독 조건에서 측정된 반투명도는 레진시멘트 색상에 따라

차이가 컸으나, 지르코니아 하방에 레진시멘트를 겹친 조건에서 측정된 반투명도는 레진시멘트 색상에 따라 차이가 크지 않았다. 이는 지르코니아와 레진시멘트가 겹쳐졌을 때 전체 시편의 두께 증가와 레진시멘트의 불투명 정도가 더해져서 나타난 결과로 보인다. 한편 지르코니아 하방에 레진시멘트를 겹친 조건에서 측정된 대조비는 지르코니아 단독 조건에 비해 증가했다. 지르코니아 하방에 레진시멘트를 중첩 시 대조비 증가는 반투명도의 변화와도 일치한다.

50%의 관찰자가 색변화를 인지할 수 있는 색차는 2.6이고 50%의 관찰자가 색변화를 허용할 수 있는 색차는 5.5라고 보고된 바 있다 (20). 이는 ΔE^*_{ab} 값이 2.6 이상일 때 50%의 관찰자가 치아와 인접 수복물 간의 색상차이를 인지할 수 있는 것을 의미하고, ΔE^*_{ab} 값이 5.5 이하일 때 50%의 관찰자가 수복물로서 임상적으로 색상차이를 허용할 수 있는 것을 의미한다. 단독 조건에서 지르코니아와 레진시멘트와의 색차는 TR과 A2 레진시멘트의 경우 검은색과 흰색 배경 모두에

서 5.5 이상으로 색변화를 임상적으로 허용할 수 없었다. A3O 레진시멘트의 경우 검은색 배경에서 2.6 이하로 색변화를 인지할 수 없었고, 흰색 배경에서 2.6과 5.5 사이이므로 색변화를 인지할 수 있었으나 임상적으로 허용할 수 있었다.

검은색 배경에서 지르코니아 단독 조건과 지르코니아 하방에 레진시멘트 시편을 겹친 조건과의 색차는 모든 실험군에서 2.6 이하로 색변화를 인지할 수 없었다. 그 중 LT/A3O 조합에서 색차는 0.60 ± 0.15 로 최소값을 보였다.

흰색 배경에서 지르코니아 단독 조건과 지르코니아 하방에 레진시멘트 시편을 겹친 조건과의 색차는 LT/TR 조합에서 5.49 ± 0.20 으로 색변화를 임상적으로 허용할 수 있는 경계값을 보였고, LT/A2 조합에서 5.94 ± 0.10 으로 색변화를 임상적으로 허용할 수 없었다. LT/A3O 조합에서 색차는 4.29 ± 0.20 으로 색변화를 인지할 수 있었으나 임상적으로 허용할 수 있었다.

본 연구의 결과는 글라스아이오노머 시멘트와 Panavia F2.0 시멘트가 지르코니아에 임상적으로 허용할 수 없는 색변화를 유발시키지 않았다고 보고한 연구 (21) 및 0.6 mm와 1 mm 두께의 지르코니아에서 적용한 시멘트 유형이 지르코니아 수복물의 색상과 반투명도에 영향을 주었으나, 0.6 mm 두께의 지르코니아에서 레진시멘트를 사용한 경우를 제외하고 임상적으로 허용할 수 없는 색변화는 없었다는 연구 (22)와 일치했다.

본 연구에서는 레진시멘트 시편의 두께를 1 mm로 하였으나, 치아를 삭제하는 정도에 따라 사용되는 시멘트의 두께도 차이가 있을 수 있다. 따라서, 다양한 두께의 시멘트를 사용하여 색조를 측정하는 추가 연구가 요망된다.

결론

본 연구에서는 레진시멘트의 색상이 소아 전치부 치료에 사용되는 상용 지르코니아 크라운의 색상에 미치는 영향을 조사했다. 지르코니아 단독 조건에 비해 지르코니아 하방에 레진시멘트를 겹친 조건에서 반투명도는 감소했고, 대조비는 증가했다. 본 연구의 한계 내에서 흰색 배경의 LT/A2 조합 외에는 레진시멘트의 색상이 지르코니아의 색상에 임상적으로 허용할 수 없는 색변화를 주지 않았다. 그 중

지르코니아의 색상에 최소의 변화를 주는 레진시멘트의 색상은 A3O였다. 따라서 NuSmile[®] ZR Zirconia LT Shade를 RelyX[™] U200 레진시멘트로 치아에 접착할 경우 지르코니아 크라운의 색변화를 최소화하기 위해서는 A3O 색상의 레진시멘트를 사용하는 것이 추천된다.

참고문헌

1. Tate AR, Ng MW, Needleman HL, Acs G. Failure rates of restorative procedures following dental rehabilitation under general anesthesia. *Pediatr Dent*. 2002;24:69-71.
2. Lee JK. Restoration of primary anterior teeth: review of the literature. *Pediatr Dent*. 2002;24:506-10.
3. Manicone PF, Iommetti PR, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: Basic properties and clinical application. *J Dent*. 2007;35(11):819-26.
4. Vichi A, Louca C, Corciolani G, Ferrari M. Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dent Mater*. 2011;27:97-108.
5. Suputtamongkol K, Tulapornchai C, Mamani J, Kamchatphai W, Thongpun N. Effect of the shades of background substructures on the overall color of zirconia-based all-ceramic crowns. *J Adv Prosthodont*. 2013;5:319-25.
6. Fazi G, Vichi A, Ferrari M. Influence of four different cements on the colour of zirconia structures of varying ceramic thickness. *Int Dent SA*. 2006;9:54-61.
7. Wang F, Takahashi H, Iwasaki N. Translucency of dental ceramics with different thicknesses. *J Prosthet Dent*. 2013;110:14-20.
8. Son HJ, Kim WC, Jun SH, Kim YS, Ju SW, Ahn JS. Influence of dentin porcelain thickness on layered all-ceramic restoration color. *J Dent*. 2010;38:e71-7.
9. Bachhav VC, Aras MA. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of a zirconium oxide based all ceramic system fabricated using

- CAD/CAM technology. *J Adv Prosthodont*. 2011;3:57-62.
10. Sinmazisik G, Demirbas B, Tarcin B. Influence of dentin and core porcelain thickness on the color of fully sintered zirconia ceramic restorations. *J Prosthet Dent*. 2014;111:142-9.
 11. Lee TH, Ahn JS, Shim JS, Han CH, Kim SJ. Influence of cement thickness on resin-zirconia microtensile bond strength. *J Adv Prosthodontic*. 2011;3:119-25.
 12. 이은지. 유전치 기성 지르코니아 도재관의 색조 평가. [서울대학교 대학원 치의과학과 석사 논문]. 서울: 서울대학교; 2015.
 13. Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *Int J Prosthodont*. 1995;8:79-86.
 14. Miyagawa Y, Powers JM, O' Brien WJ. Optical properties of direct restorative materials. *J Dent Res*. 1981;60:890-4.
 15. CIE (Commission Internationale de l' Eclairage). Colorimetry-Technical Report. CIE Pub. No.15, 3rd ed. Vienna, Austria: Bureau Central de la CIE; 2004.
 16. Choi YJ, Razzoog ME. Masking ability of zirconia with and without veneering porcelain. *J Prosthodont*. 2013;22:98-104.
 17. Yu B, Ahn JS, Lee YK. Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontol Scand*. 2009;67:57-64.
 18. Pecho OE, Ghinea R, Ionescu AM, Cardona J de la C, Paravina RD, Pérez M del M. Color and translucency of zirconia ceramics, human dentine and bovine dentine. *J Dent*. 2012;40(2):e34-40.
 19. Wang H, Xiong F, Zhenhua L. Influence of varied surface texture of dentin porcelain on optical properties of porcelain specimens. *J Prosthet Dent*. 2011;105:242-8.
 20. Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent*. 2016;97:200-8.
 21. Tabatabaian F, Habib Khodaei M, Namdari M, Mahshid M. Effect of cement type on the color attributes of a zirconia ceramic. *J Adv Prosthodont*. 2016;8:449-56.
 22. Malkondu O, Tinastepe N, Kazazoglu E. Influence of type of cement on the color and translucency of monolithic zirconia. *J Prosthet Dent*. 2016;116:902-8.

레진시멘트 색상이 상용 지르코니아 크라운의 색상에 미치는 영향

하현승, 임범순, 이상훈*

서울대학교 치과대학 치의과학과 치과생체재료과학교실, 치학연구소, BK21 PLUS

본 연구의 목적은 레진시멘트 색상이 상용 지르코니아 크라운의 색상에 미치는 영향을 평가하는 것이다. 연구에는 NuSmile[®] ZR Zirconia LT Shade (LT) 지르코니아와 RelyX[™] U200 TR, A2, A3O (TR, A2, A3O) 레진시멘트를 사용했다. 이 때 지르코니아와 레진시멘트 시편은 직경 5 mm, 두께 1 mm의 디스크 형으로 각 조건 당 다섯 개씩 제작했다. CIE $L^*a^*b^*$ 값은 검은색과 흰색 배경에서 분광 광도계를 사용해 지르코니아와 레진시멘트 단독 조건과 겹친 조건에서 각각 측정했다. 레진시멘트 색상이 상용 지르코니아 크라운의 색상에 미치는 영향은 측정된 값을 이용해, 반투명도(TP, translucency parameter), 대조비(CR, contrast ratio), 색차(ΔE_{ab}^*)의 계산을 통해 평가했다. 각 변수에 대한 평균값과 표준편차는 동일한 실험군에서 CIE $L^*a^*b^*$ 값을 3회씩 측정하여 구했다. 실험군의 통계적 유의성은 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 Tukey-multiple comparisons test로 검증했다. 그 결과, 지르코니아 하방에 레진시멘트를 겹친 조건일 때는 지르코니아 단독 조건일 때에 비해 반투명도는 감소했고(p < 0.05) 대조비는 증가했다. 검은색 배경에서 지르코니아와 지르코니아 하방에 레진시멘트를 겹쳤을 때의 색차는 모든 실험군에서 색의 변화를 인지할 수 없었고 LT/A3O 조합에서 최소값을 보였다. 한편, 흰색 배경에서 지르코니아와 지르코니아 하방에 레진시멘트를 겹쳤을 때의 색차는 LT/TR 조합에서 색변화를 임상적으로 허용할 수 있는 경계값을 보였다. LT/A2 조합에서는 색변화를 임상적으로 허용할 수 없었고, LT/A3O 조합에서는 색변화를 인지할 수 있었으나 임상적으로 허용할 수 있는 수준이었다. 이상의 결과와 같이 본 연구의 한계 내에서는, 흰색 배경의 LT/A2 조합 외에는 지르코니아 색상에 임상적으로 허용할 수 없는 색변화를 주는 레진시멘트는 없었다. 그 중 지르코니아 색상에 최소한의 영향을 미치는 레진시멘트 색상은 A3O였다. 따라서, 본 연구와 동일한 상용 지르코니아 크라운을 치아에 접착할 때 색변화를 최소화하기 위해서는 A3O 색상의 레진시멘트 사용이 추천된다.

색인 단어 : 지르코니아, 대조비, 레진시멘트, 반투명도, 색차
