

크세논 램프에 노출된 복합레진의 색조변화

조영곤* · 서정일 · 김수미 · 정진호 · 이영곤

조선대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

COLOR CHANGES IN COMPOSITE RESINS
EXPOSED TO XENON LAMP

Young-Gon Cho*, Jeong-Il Seo, Soo-Mee Kim, Jin-Ho Jeong, Young-Gon Lee

Department of Conservative Dentistry, College of dentistry, Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the color changes of the composite resin resulting from xenon lamp exposure in different environments. Composite resin (Z 250 : shade A1, A2, A3, A3.5, and A4) were applied in a cylindrical metal mold. Seventy five specimens according to environments of exposure were made as follows:

Group I : aluminum foiling of the specimens in the air at 37℃ for 1 day and 7 days.

Group II : exposure of xenon lamp to the specimens in the air at 37℃ for 1 day and 7 days.

Group III : exposure of xenon lamp to the specimens in distilled water at 37℃ for 1 day and 7 days.

The color characteristics (L^* , a^* , b^*) of the specimens before and after exposure of xenon lamp were measured by spectrophotometer and the total color differences (ΔE^*) were computed.

The results obtained were as follows:

1. In all groups except A1 shade of group III, the ΔE^* values presented below 2.0, and group III showed the highest ΔE^* values followed by group II and group I in a decreasing order ($p < 0.05$).
2. In all shades and groups, the more the exposure time of xenon lamp and the lighter the shade were, the higher the tendency for discoloration ($p < 0.05$).
3. The composite resins which was exposed to xenon lamp in the distilled water was more discolored than those in the air ($p < 0.05$).
4. The major changes of composite resins which were exposed to xenon lamp in the air were an increase in yellowness through a positive shift of the b^* value, and those in the distilled water were an increase in darkness and yellowness through a negative shift of the L^* value and a positive shift of the b^* value.

Key words : Xenon lamp, Color change, Composite resin, Color characteristics, Color difference, Spectrophotometer

I. 서 론

수복 재료의 발달과 함께 환자의 심미적 요구도가 증가됨에 따라 아말감이나 주조 수복물보다 치색재료인 복합레진의 사용이 증가되고 있다. 자연치와 유사한 색조를 유지하기 위해 복합레진의 색 안정성은 중요한 요소이다. 복합레진의 색 안정성에 영향을 미치는 원인으로 광원, 수분, 기계

적인 마모, 유색 음료수의 침착, 미세누출, 복합레진과 치질의 불완전한 결합, 그리고 표면조도 등이 보고되었다¹⁻⁵⁾.

신 등⁶⁾과 Chan 등⁷⁾은 커피, 차, 콜라와 같은 유색 음료수의 착색으로 인한 복합레진의 색조변화를 연구한 결과 유색 음료수에 노출된 시간이 증가함에 따라 복합레진의 색조변화가 커졌다고 보고하였으며, Luce와 Campbell⁸⁾은 복합레진을 14일 동안 증류수에 침적시키면 색조의 변화가 일어났

다고 하였다. 또한 Barkmeier와 Cooley⁹⁾는 복합레진의 표면조도가 클수록 색소의 침착이 많아 색조가 심하게 변화하였다고 보고하였다.

Burrow와 Makinson⁹⁾은 16종의 복합레진의 색조변화에 관한 연구에서 모든 복합레진은 태양광선이나 음식물 색소 등에 의해 색조변화가 발생할 수 있다고 보고하였으며, Fruits 등²⁾은 복합레진을 자외선 광에 노출시켰을 때 색조가 어두워지는 경향으로 변화하였다고 하였다. 또한 김과 조¹⁰⁾는 복합레진을 중합시키는 중합광원이 복합레진의 색조변화에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다.

복합레진의 색조변화에 관한 연구는 구강내 환경을 재현하기 위해 홍차, 커피 및 콜라와 같은 유색 음료수에 레진 시편을 침적하여 색소의 침투 및 흡착과 수분흡수에 따른 색조변화 연구와 태양광선과 자외선 광과 같은 광원을 조사하여 색조변화를 관찰한 연구가 대부분이다. 그러나 이러한 색조변화 연구에 사용되는 태양광선이나 자외선 광은 일정한 강도를 얻기 어렵다.

크세논 램프 (xenon lamp)는 자연 주 광과 유사하며 점등과 동시에 강도가 안정되는 특징을 갖는다¹¹⁾. Brauer¹⁾와 Leibrock 등¹²⁾은 광원이 일정하게 유지되는 크세논 램프를 이용하여 복합레진의 색조변화에 관한 연구 방법을 제시하였다.

본 연구에서는 복합레진에 크세논 램프를 조사하여 대기나 증류수 같은 환경과 노출된 기간에 따른 색조변화를 평가하기 위해 복합레진 (Z 250 ; 색조 A1, A2, A3, A3.5 및 A4) 시편을 대기와 증류수에 침적시켜 크세논 램프로 1일과 7일 동안 노출시킨 후 분광 광도계 (spectrophotometer)로 색 변화량을 산출하여 복합레진의 색조변화를 상호 비교하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 복합레진은 FiltekTM Z 250(3M

Dental Products, St. Paul, U.S.A)으로 색조 A1, A2, A3, A3.5 및 A4를 사용하였다. 광중합기는 SpectrumTM 800(Dentsply Caulk, Milford, U.S.A.)을 사용하였으며 광 강도는 500mW/cm²를 이용하였다. 색조변화를 유도하기 위한 광원은 색 온도가 7,000K인 크세논 램프(35W, H1; Global KDG, Seoul, Korea)를 사용하였다. 색 변화량은 분광 광도계(spectrophotometer, CM-3500d; Minolta, Osaka, Japan)로 측정하였다.

2. 실험방법

1) 시편제작 및 군 분류

ISO 규격에 의해 두께 0.5mm, 내경 15mm의 금속주형을 이용하여¹³⁾ 각 색조 (A1, A2, A3, A3.5, A4)의 복합레진을 각각 15개씩 총 75개의 시편을 제작하였다. 시편 제작시 금속주형의 하면에 mylar strip과 두께 1mm의 슬라이드 글라스를 위치시킨 후 금속주형에 형성된 구멍에 충전기구를 이용하여 복합레진을 약간 과 충전하였다. 금속주형 상면에 mylar strip과 두께 1mm의 슬라이드 글라스를 위치시킨 후 복합레진을 압착하였다. 복합레진 상부에서 SpectrumTM 800을 이용해 500mW/cm²의 광 강도로 40초 동안 광중합하였다.

모든 시편은 37℃ 증류수가 채워진 차광용기에 1일 동안 보관되었다. 각각의 시편은 주수하에서 320-, 400-, 600-, 800-, 1000-, 1200- & 2000-grit sandpaper(Daesung Abrasive Co., Seoul, Korea)로 순차적으로 연마하였다.

각 색조 (A1, A2, A3, A3.5 및 A4)당 15개씩 총 75개의 시편을 다음과 같이 세 군으로 5개씩 분배하여 각 군이 25개의 시편을 가지도록 하였다. I 군은 대조 군으로서 빛을 차단하기 위해 시편을 알루미늄 호일로 밀봉한 후 대기 중에 1일과 7일 동안 방치해 두었다. II 군은 대기 중에 방치하고, III 군은 증류수에 침적한 상태에서 크세논 램프의 광원을 이용하여 시편 상부에서 17.8cm의 거리를 두고^{13,14)} 1일과 7일 동안 노출시켰다(Table 1).

Table 1. Group classification.

Group	No. of Specimen (A1+A2+A3+A3.5+A4)	Experimental Condition	Exposure Period
I	25	aluminum foiling of specimen in the air at 37℃	1 day/7days
II	25	exposure of xenon lamp to specimen in the air at 37℃	1 day/7days
III	25	exposure of xenon lamp to specimen in the distilled water at 37℃	1 day/7days

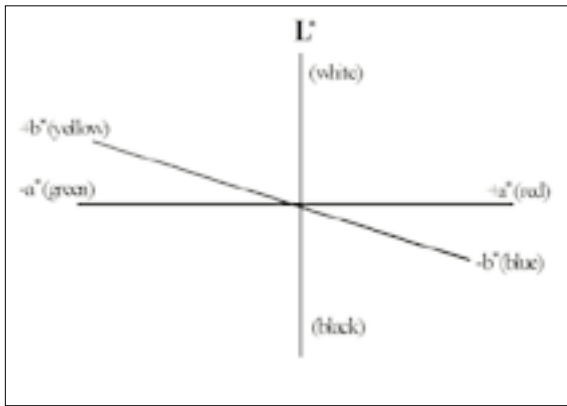


Fig. 1. CIE $L^*a^*b^*$ color space illustrates chromaticity (a^*, b^*) and lightness (L^*) coordinates measured by chromameter.

2) 색의 측정

각 시편의 색조변화는 SCI (Specular Component Include) 모드, 10° standard observers, 표준광원 D 65의 조건에서 지름 3mm의 원형 감지판을 선택하여 분광 광도계로 측정하였다. 분광 광도계는 반사된 가시광선 에너지의 양을 측정하여 CIE 삼자극치 (tristimulus) X, Y, Z 값을 측정하고 수학적 변형 후 CIE L^*, a^*, b^* 값으로 표현한다¹⁵⁾. 측정된 CIE L^*, a^*, b^* 값은 컴퓨터 프로그램을 이용하여 기록되었다. L^* (luminance)은 명도 (degree of lightness)를 나타내며, 음의 값일 때는 흑색, 양의 값일 때는 백색에 가깝다. a^* 는 적색-녹색 정도를 나타내며, 양의 값일 때는 적색, 음의 값일 때에는 녹색에 가깝다. b^* 값은 황색-청색의 정도를 나타내며, 양의 값일 때는 황색, 음의 값일 때는 청색에 가깝다¹⁶⁾ (Fig. 1).

일차적으로 1일과 7일 동안 크세는 램프에 노출 후 측정된 값과 비교하기 위해 75개 시편을 중합한 뒤 1일이 경과한 다음 L_0^*, a_0^*, b_0^* 값을 측정하였다. 두 번째 색 측정은 크세는 램프에 1일 동안 노출시킨 다음 I 군, II 군, III 군의 각 시편에 대한 L_1^*, a_1^*, b_1^* 값을 측정하였다. 세 번째 색 측정은 7일 동안 노출시킨 다음 I 군, II 군, III 군의 각 시편에 대한 L_7^*, a_7^*, b_7^* 값을 측정하였다.

각 시편의 색 측정은 시편 중앙에서 위치를 바꿔 가면서 3회 시행하였고 그 평균값을 산출하였다. 전체 색 변화량인 ΔE^* 값은 다음과 같은 식으로 계산하여 평균값을 산출하였다.

$$\begin{aligned}\Delta E1^* &= \{(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2\}^{1/2} \\ &= \{(\Delta L_1^*)^2 + (\Delta a_1^*)^2 + (\Delta b_1^*)^2\}^{1/2}\end{aligned}$$

3) 통계학적 분석

색조와 환경에 따른 각 군간의 전체 색 변화량의 유의성 검정은 통계분석 프로그램인 SPSS(ver. 7.5)에서 one-

way ANOVA 검정을 이용하여 시행하였으며, 사후 검정은 Tukey's HSD 검정을 이용하여 $p=0.05$ 유의수준에서 분석하였다. 크세는 램프의 노출시간에 대한 유의성 검증은 t-검정을 이용하였고, 각 시편의 ΔL^* 값, Δa^* 값, Δb^* 값의 전체 색 변화량 ΔE^* 에 미치는 영향은 회귀분석을 이용하였다.

III. 실험결과

1일 경과 후 $\Delta E1^*$ 값은 I군에서 0.078부터 0.293의 값의 범위를, II군에서 0.177부터 0.623의 값의 범위를 가져 1이하의 값을 나타냈으며, III군에서 0.251부터 1.029의 값의 범위를 가져 2이하의 값을 나타냈다(Table 2).

7일 경과 후 $\Delta E7^*$ 값은 I군에서 0.207부터 0.793의 값의 범위를 가져 1이하의 값을 나타냈으며, II군에서 0.347부터 1.682의 값의 범위를 가져 2이하의 값을 나타냈다. III군에서 0.428부터 2.944의 값의 범위를 가져 3이하의 값을 나타냈다(Table 3).

1일 경과 후 I군, II군, III군의 색조간의 $\Delta E1^*$ 값의 차이에 관한 통계적 유의성은 table 4에 나타내었으며, 7일 경과 후 I군, II군, III군의 색조간의 $\Delta E1^*$ 값의 차이에 관한 통계적 유의성은 table 5에 나타내었다.

모든 색조와 군에서 1일 보다 7일 경과 후 ΔE^* 값이 유의성 있게 더 컸다($p<0.05$). I, II, III군의 1일과 7일 경과 후 $\Delta L^*, \Delta a^*, \Delta b^*$ 값과 ΔE^* 는 Table 2, 3과 Fig. 2~7에 나타났다. ΔL^* 값은 III군에서 가장 큰 변화량을 나타냈고, I군에서 가장 작은 변화량을 나타냈다. Δa^* 값은 모든 군에서 전반적으로 안정적인 값을 가졌다. Δb^* 값은 II군에서 가장 큰 Δb^* 값의 변화량을 나타냈고, I군에서 가장 작은 변화량을 나타냈다.

각 군에서 Δb^* 값의 ΔE^* 값에 대한 영향을 살펴보면, I군에서 1일 경과 후 A1, A3, A4 색조에서, 7일 경과 후 A3 색조에서 Δb^* 값과 ΔE^* 값이 유의성 있는 상관관계가 있었다 ($p<0.05$). II군에서 1일 경과 후 A1, A2, A3 색조에서, 7일 경과 후 A1, A2 색조에서 Δb^* 값과 ΔE^* 값이 유의성 있는 상관관계가 있었다 ($p<0.05$). III군에서 1일 경과 후 A2와 A3.5 색조에서, 7일 경과 후 A1, A4 색조에서 Δb^* 값과 ΔE^* 값이 유의성 있는 상관관계가 있었다 ($p<0.05$).

각 군에서 ΔL^* 값의 ΔE^* 값에 대한 영향을 살펴보면, I군에서 ΔL^* 값과 ΔE^* 값이 유의성 있는 상관관계가 없었다 ($p>0.05$). II군에서 1일 경과 후 A2, A3 색조에서 ΔL^* 값과 ΔE^* 값이 유의성 있는 상관관계가 있었다 ($p<0.05$). III군에서 1일 경과 후 A2와 A3.5 색조에서, 7일 경과 후 A1, A4 색조에서 Δb^* 값과 같이 ΔL^* 값과 ΔE^* 값이 유의성 있는 상관관계가 있었다 ($p<0.05$).

Table 2. Result of color changes of group I, II and III after exposure of xenon lamp for 1 day.

Group	Color	ΔL^* Mean(SD)	Δa^* Mean(SD)	Δb^* Mean(SD)	ΔE^* Mean(SD)
I	A1	-0.187(0.058)	0.021(0.014)	0.222(0.057)	0.293(0.074)
	A2	-0.073(0.029)	0.034(0.034)	0.190(0.010)	0.211(0.009)
	A3	-0.089(0.012)	0.025(0.015)	0.152(0.010)	0.179(0.006)
	A3.5	-0.053(0.042)	0.032(0.019)	0.124(0.021)	0.147(0.012)
	A4	-0.012(0.009)	0.007(0.004)	0.075(0.028)	0.078(0.024)
II	A1	-0.255(0.108)	0.045(0.020)	0.558(0.126)	0.623(0.132)
	A2	-0.133(0.062)	0.024(0.019)	0.349(0.083)	0.383(0.066)
	A3	-0.079(0.017)	0.039(0.018)	0.307(0.059)	0.320(0.059)
	A3.5	-0.066(0.040)	0.051(0.033)	0.229(0.060)	0.252(0.043)
	A4	-0.013(0.006)	0.051(0.032)	0.162(0.075)	0.177(0.066)
III	A1	-0.823(0.052)	0.037(0.021)	0.580(0.264)	1.029(0.171)
	A2	-0.592(0.087)	0.049(0.033)	0.300(0.160)	0.684(0.099)
	A3	-0.445(0.075)	0.042(0.047)	0.182(0.080)	0.495(0.035)
	A3.5	-0.214(0.134)	0.048(0.028)	0.303(0.093)	0.406(0.056)
	A4	-0.153(0.090)	0.038(0.020)	0.143(0.135)	0.251(0.094)

ΔL^* , Δa^* , Δb^* : color difference, ΔE^* : total color difference.

Standard deviations are in parentheses.

Table 3. Result of color changes of group I, II and III after exposure of xenon lamp for 7 days.

Group	Color	ΔL^* Mean(SD)	Δa^* Mean(SD)	Δb^* Mean(SD)	ΔE^* Mean(SD)
I	A1	-0.578(0.284)	0.039(0.013)	0.519(0.250)	0.793(0.345)
	A2	-0.195(0.084)	0.035(0.031)	0.346(0.102)	0.419(0.043)
	A3	-0.156(0.073)	0.043(0.027)	0.276(0.091)	0.331(0.064)
	A3.5	-0.095(0.061)	0.073(0.031)	0.175(0.022)	0.223(0.013)
	A4	-0.061(0.028)	0.068(0.025)	0.181(0.04)	0.207(0.034)
II	A1	-0.436(0.278)	0.116(0.119)	1.573(0.285)	1.682(0.148)
	A2	-0.302(0.042)	0.127(0.029)	1.058(0.107)	1.108(0.107)
	A3	-0.188(0.054)	0.079(0.067)	0.814(0.113)	0.085(0.088)
	A3.5	-0.17(0.112)	0.074(0.057)	0.514(0.074)	0.560(0.079)
	A4	-0.132(0.101)	0.068(0.019)	0.325(0.055)	0.347(0.039)
III	A1	-2.451(0.451)	0.285(0.070)	1.531(0.479)	2.944(0.452)
	A2	-1.462(0.092)	0.107(0.069)	0.570(0.256)	1.592(0.140)
	A3	-0.723(0.104)	0.047(0.032)	0.451(0.175)	0.869(0.124)
	A3.5	-0.428(0.108)	0.061(0.031)	0.374(0.101)	0.587(0.072)
	A4	-0.149(0.011)	0.110(0.023)	0.386(0.038)	0.428(0.037)

ΔL^* , Δa^* , Δb^* : color difference, ΔE^* : total color difference.

Standard deviations are in parentheses.

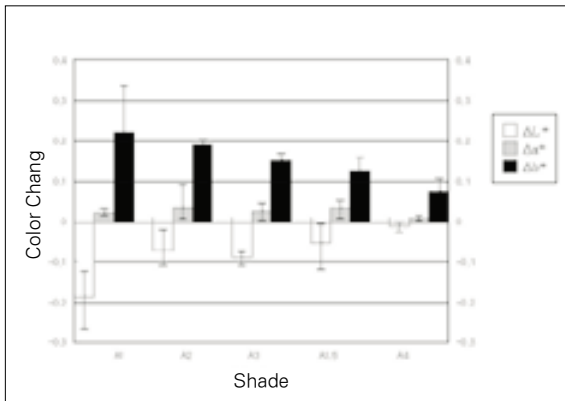


Fig. 2. Color changes (ΔL^* , Δa^* , and Δb^*) of group I after 1 day of xenon lamp exposure.

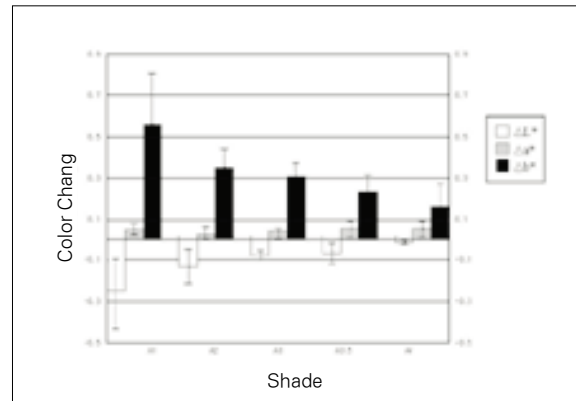


Fig. 3. Color changes (ΔL^* , Δa^* , and Δb^*) of group II after 1 day of xenon lamp exposure.

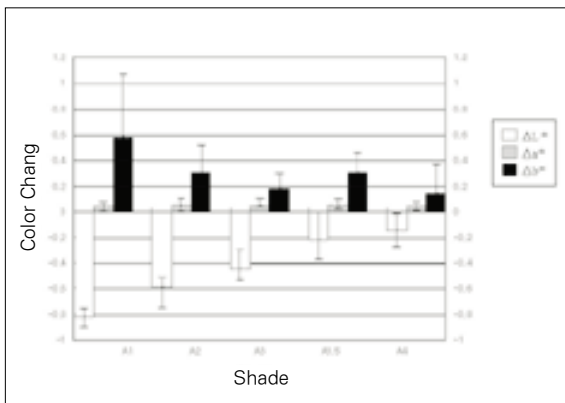


Fig. 4. Color changes (ΔL^* , Δa^* , and Δb^*) of group III after 1 day of xenon lamp exposure.

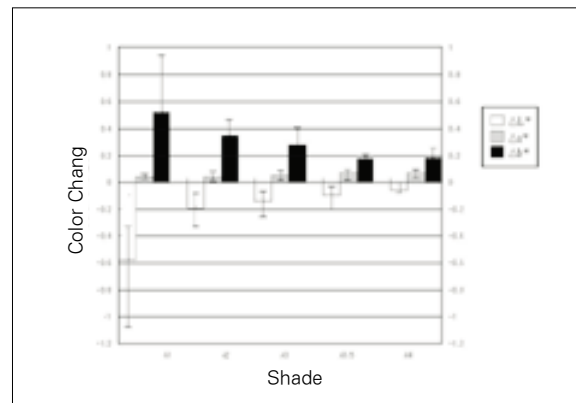


Fig. 5. Color changes (ΔL^* , Δa^* , and Δb^*) of Group I after 7 days of xenon lamp exposure.

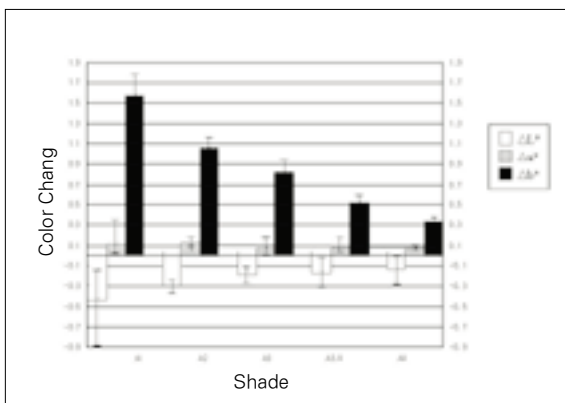


Fig. 6. Color changes (ΔL^* , Δa^* , and Δb^*) of group II after 7 days of xenon lamp exposure.

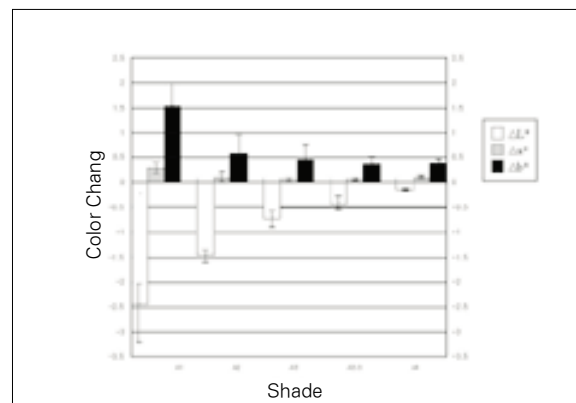


Fig. 7. Color changes (ΔL^* , Δa^* , and Δb^*) of group III after 7 days of xenon lamp exposure.

Table 4. Statistical analysis of ΔE^* of group I between each shades by Tukey's HSD test (exposure to xenon lamp for 1 day).

	A1	A2	A3	A3.5	A4
A1		*	*	*	*
A2					*
A3					*
A3.5					*
A4					

* : significant differences ($p < 0.05$)

IV. 총괄 및 고안

광원에 노출된 복합레진의 색조변화에 대한 연구는 대부분 자외선 광을 이용하였다^{2,5,17-20}). 그러나 자외선 광을 이용한 경우 자외선 광의 강도에 의해 복합레진의 색조변화가 크게 영향을 받게 된다¹³). 이러한 이유로 Hintze²¹)와 Viohl^{22,23})은 크세논 램프를 사용한 가속시험 방법을 통하여 복합레진의 색조변화를 연구하기 시작하였다.

크세논 램프는 고압의 크세논 가스로 충전된 수정 결정의 관내에서 전기적인 아크(arc)방전에 의해 빛을 내는 램프이다^{11,24}). 크세논 램프의 파장은 자외선 영역으로부터 가시광선 영역까지의 균등한 연속 스펙트럼과 근 적외선 부근의 강력한 선 스펙트럼으로 되어 있어 자연 주광과 유사하며, 색 온도는 일정(약 6,000K)하고 휘도(brightness)도 매우 높다¹¹). 또한 점등과 동시에 광 출력이 안정되고, 소등 후 순시 점등도 가능한 특징을 갖는다. 그러나 크세논 램프의 기동전압이 매우 높아 특별한 기동장치가 필요하며 제작이 매우 어려운 단점이 있다²⁴). 치과용 레진 재료의 색 안정성에 관한 ISO의 지침에는 크세논 램프의 색온도가 5,000K에서 7,000K, 조도는 150,000lux를 가져야 된다고 규정하고 있다¹³).

복합레진의 색조변화의 정도는 전체 색 변화량인 ΔE^* 로 평가한다²⁵). Seghi 등²⁶)은 이상적인 조명 하에서 ΔE^* 값이 2보다 크면 대부분의 관찰자가 복합레진의 색조변화를 식별할 수 있고, 1보다 작으면 식별하기 어렵다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 2이상의 ΔE^* 값을 복합레진의 색조변화가 육안으로 식별되는 기준으로 하였다. 본 연구에서는 1일 경과 후 I 군과 II 군에서, 그리고 7일 경과 후 I 군에서 1이하의 ΔE^* 값을 나타냈다. 1일 경과 후 III 군과 7일 경과 후 II 군, A1 색조를 제외한 III 군에서 2이하의 ΔE^* 값을 나타내 육안으로 식별할 수 없는 색조변화를 나타냈다. 그러나 7일 경과 후 III 군의 A1 색조에서 ΔE^* 값이

Table 5. Statistical analysis of ΔE^* of group I between each shades by Turkey's HSD test (exposure to xenon lamp for 7 days).

	A1	A2	A3	A3.5	A4
A1		*	*	*	*
A2					
A3					
A3.5					
A4					

* : significant differences ($p < 0.05$)

2.94로 2이상의 ΔE^* 값을 보여 육안으로 식별이 가능한 색조변화를 나타냈다(Table 3).

자외선 광을 이용한 Uchida 등²⁰)과 Seghi 등²⁷)의 연구와 크세논 램프를 이용한 Brauer¹¹)의 복합레진의 색조변화에 관한 연구에서 어두운 색조보다 밝은 색조가 더 큰 색조변화를 나타냈다고 보고하였다. 본 연구에서 색조에 따른 ΔE^* 값의 변화를 살펴본 결과, 전반적으로 밝은 색조(A1, A2)가 어두운 색조(A3.5, A4)에 비해 유의성 있게 더 큰 ΔE^* 값을 나타냈다 ($p < 0.05$)(Table 2, 3). 이러한 경향으로 볼 때, 복합레진의 명도가 높을수록 그리고 채도가 낮을수록 색조의 변화가 더 크게 나타나는 것으로 생각된다.

Stober 등⁵)은 7종의 복합레진을 자외선 광에 24시간, 96시간, 168시간 동안 노출시켰을 때 168시간 동안 노출된 복합레진에서 가장 큰 색조변화를 나타냈다고 하였다. 또한 Leibrock 등¹²)은 광중합 복합레진을 크세논 램프에 24시간과 120시간 동안 노출시켰을 때, 120시간 동안 노출시킨 것에서 더 많은 색조변화를 나타냈다고 하였고, Brauer 등¹¹)도 크세논 램프에 복합레진을 각각 1일과 7일 동안 노출시켰을 때, 7일 동안 노출시켰을 때 보다 많은 복합레진의 변화량을 나타냈다고 보고하였다. 본 연구에서는 1일 후보다 7일 후의 모든 군에서 더 큰 ΔE^* 값을 보였으며 ($p < 0.05$)(Table 2, 3), 모든 색조와 환경에서 크세논 램프에 대한 노출시간이 많아질수록 색조 변화량이 크게 나타났다.

Burrow와 Makinson⁹)은 16종의 복합레진의 색조변화에 관한 연구에서 복합레진이 태양광선에 의해 변색이 발생할 수 있다고 하였으며, 태양광선만 적용시킬 때에는 14.1%의 색조변화를 나타내지만, 수분과 동시에 적용할 때에는 20.3%로 더 많은 색조변화를 나타낸다고 보고하여 수복물의 착색을 수분과 관련하여 연구하였다. 본 연구에서는 대기 중이나 증류수에 침적시켜 크세논 램프에 노출시킨 시편이 빛을 차단한 시편보다 더 큰 ΔE^* 값을 가졌으며, 대기

중에서 방치시킨 것보다 증류수에서 침적시켜 크세는 램프에 노출시킨 시편이 더 큰 ΔE^* 값을 가져($p<0.05$) Burrow와 Makinson⁹⁾의 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 이런 경향으로 볼 때 수분이 존재하는 구강 내 환경에서 복합레진이 빛에 노출되면 많은 색조변화가 있을 것으로 생각된다.

Chan 등⁷⁾과 Luce와 Campbell³⁾은 복합레진을 증류수 속에 침적시킨 후 7일에서 10일이 지나면, 수분의 흡착(water sorption)으로 인해 착색이 발생된다고 하였다. 본 연구에서 증류수에 침적시킨 시편의 색조변화가 더 많이 나타난 것은 광원의 노출에 따른 복합레진의 색조변화 이외에 수분흡착으로 인한 색조변화가 발생되었기 때문으로 사료된다.

Uchida 등²⁰⁾과 Phillips²⁸⁾는 복합레진을 1일 동안 자외선 광에 노출시켰을 때 복합레진의 색조변화가 황색화 형태로, 즉 Δb^* 값이 양의 방향으로 증가되었다고 보고하였고, Leibrock 등¹²⁾은 광중합 복합레진을 크세는 램프에 노출시켰을 때 복합레진의 색조변화가 더 어두워지고 황색화 형태, 즉 ΔL^* 값이 음의 방향으로, Δb^* 값이 양의 방향으로 증가되었다고 보고하였다. 본 연구에서는 모든 군과 색조에서 시편의 Δb^* 값은 양의 방향으로 증가했고, ΔL^* 값은 음의 방향으로 증가했으며 ΔL^* 값과 Δb^* 값 및 ΔE^* 값 간에 유의성 있는 상관관계가 있었다. 이런 경향으로 볼 때, 크세는 램프의 노출이 많아질수록 Δb^* 값의 양의 증가와 ΔL^* 값의 음의 증가로 인해 복합레진의 색조는 더 어두워지고 황색화 형태로 변화된다고 생각된다.

본 연구에서는 크세는 램프에 노출된 복합레진의 색조변화를 실험실적인 방법으로 상호 비교한 것이다. 그러나 구강내의 수복된 복합레진은 증류수에 임상적으로 노출되는 것이 아니라 커피나 차와 같은 유색 음료수나 유색 음식물에 노출되므로 더 많은 색조의 변화가 나타날 것으로 예상된다. 이에 대한 정확한 비교를 위해서는 다양한 환경에서 크세는 램프에 노출된 복합레진에 관한 연구와 더불어 임상적인 평가가 더 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 복합레진에 크세는 램프를 조사하여 대기나 증류수 같은 환경과 노출된 기간에 따른 색조변화를 평가하기 위해 복합레진(Z 250 ; 색조 A1, A2, A3, A3.5 및 A4) 시편을 대기와 증류수에 침적시켜 크세는 램프로 1일과 7일 동안 노출시킨 후 분광 광도계로 색 변화량을 산출하여 복합레진의 색조변화를 상호 비교하였다. 이상의 실험을 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

1. III군의 A1 색조를 제외한 모든 군에서 복합레진이 색조변화를 육안으로 인지 가능한 2 이하의 색 변화량(ΔE^*)

을 가졌으며, 전체 색변화량(ΔE^*)은 III군, II군, I군 순으로 크게 나타났다($p<0.05$).

- 모든 색조와 군에서 복합레진에 대한 크세는 램프의 노출시간이 많아질수록 그리고 색조가 밝을 수 록 색의 변화는 컷다($p<0.05$).
- 복합레진이 대기에 방치되어 크세는 램프에 노출된 것보다 증류수에 침적되어 노출되었을 때 더 많은 색조변화를 나타냈다($p<0.05$).
- 복합레진을 대기에 방치하여 크세는 램프에 노출 시 b^* 값의 양의 변화가 커지므로 황색이 증가되는 쪽으로 변했다. 증류수에 침적하여 노출 시 L^* 값의 음의 변화와 b^* 값의 양의 변화가 커지므로 색조가 어두워지며 황색이 증가되는 쪽으로 변했다.

참고문헌

- Brauer GM: Color changes of composites on exposure to various energy sources. *Dent Mater* 4:55-59, 1988.
- Fruits TJ, Duncanson MG and Miranda FJ: In vitro weathering of selected direct esthetic restorative materials. *Quintessence Int* 28:409-414, 1997.
- Luce MS and Campbell CE: Stain potential of four microfilled composites. *J Prosthet Dent* 60:151-154, 1988.
- Powers JM, Fan PL and Raptis CN: Color stability of new composite restorative materials under accelerated aging. *J Dent Res* 59:2071-2074, 1980.
- Stober T, Gilde H and Lenz P: Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater* 17:87-94, 2001.
- 신홍수, 황호길과 조영근: 심미성 수복재료의 착색경향에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 20:372-383, 1995.
- Chan KC, Fuller JL and Hormati AA: The ability of foods to stain two composite resin. *J Prosthet Dent* 43:542-545, 1980.
- Barkmeier WW and Cooley RL: Evaluation of surface finish of microfilled resins. *J Esth Dent* 1:139-143, 1989.
- Burrow MF Makinson OF: Color change in light-cured resins exposed to daylight. *Quintessence Int* 22:447-452, 1991.
- 김명조와 조영근: 광중합원에 따른 복합레진의 색채변화. *대한치과보존학회지* 27:87-94, 2002.
- 지철근: 조명원론. 서울, 문운당, p.80-81, 2002.
- Leibrock A, Rosentritt M, Lang R, Behr M and Handel G: Colour stability of visible light-curing hybrid composites. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 5:125-30, 1997.
- Plastics-methods of exposure to laboratory light. International Standard ISO 4892, 1981.
- New American dental Association Specification No. 27 for direct filling resins. *J Am Dent Assoc* 94:1191-1194, 1977.
- Noie F, Keeefe KL and Powers JM: Color stability of resin cements after accelerated aging. *Int J Prosth* 8:51-55, 1994.
- Swift EJ, Hammel SA and Lund PS: Colorimetric evaluation of vita shade resin composites. *Int J Prosth* 7:356-361, 1994.

17. Asmussen E: Factor affecting the color stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 41:11-18, 1983.
18. Ferracane JL, Moser JB and Greener EH: Ultraviolet light-induced yellowing of dental restorative resins. *J Prosthet Dent* 1:62-67, 1985.
19. Powers JM, Dennison JB and Koran A: Color stability of restorative resins under accelerated aging. *J Dent Res* 57:964-970, 1987.
20. Uchida H, Vaidyanathan J, Viswanadhan T and Vaidyanathan TK: Color stability of dental composites as a function of shade. *J Prosthet Dent* 79:327-377, 1998.
21. Hintze H: Klinische und Physikalische Untersuchungen der Farbbeständigkeit von Zahnärztlichen Füllungskunststoffen. Inaugural-Dissertation, Freie Universität Berlin.
22. Viöhl J: Color stability of dental resins. *Quintessence Int 3:Report* 1860, 1980.
23. Viöhl J: Verfärbung von Kunststoffen durch unterschiedliche Lichtquellen. *Dtsch Zahnärztl Z* 31:910-914, 1976.
24. 최홍규, 강태은, 김정환과 박형민: 조명설비 및 설계. 서울, 성안당, p82~83. 2000.
25. Asmussen E: An accelerated test for color stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 39:329-332, 1981.
26. Seghi RR, Jonston WM and O'Brien WJ: Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelain. *J Dent Res* 68:1755-1759, 1989.
27. Seghi RR, Gritz MD and J Kim: Colorimetric changes in composites resulting from visible-light-initiated polymerization. *Dental Mater* 6:133-137, 1990.
28. Phillips RW: Skinner's science of dental materials. 8th ed. Philadelphia, WB Saunders, p.232. 1982.

조영곤

조선대학교 치과대학 교수

광주광역시 동구 서석동 421번지 조선대학교 치과대학 보존학교실

Tel : 062-220-3840 Fax : 062-220-9064

E-mail : ygcho@mail.chosun.ac.kr