

레진시멘트의 색안정성에 대한 가속시험

송하정 · 박수정 · 황윤찬 · 오원만 · 황인남*

전남대학교 치의학전문대학원 보존학교실, 치의학연구소

ABSTRACT

COLOR STABILITY OF THE RESIN CEMENTS WITH ACCELERATED AGING

Ha-Jeung Song, Su-Jung Park, Yun-Chan Hwang, Won-Mann Oh, In-Nam Hwang*

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, DSRI, Chonnam National University

The purpose of this study was to evaluate the color stability of resin cements with accelerated test. Four dual curing resin cements: Panavia-F (KURARAY), Duolink (BISCO), Variolink-II (Ivoclar Vivadent), and RelyX Unicem (3M ESPE) and 1 self curing resin cement: Resiment CE (J. I. Blosser) were used in this study. In control group, Gradia Anterior (GC) composite resin and Tescera Dentin (Bisco) indirect composite were used. Ten disk shape specimens were made from each resin cement. The specimens were subjected to an accelerated aging process in a refrigerated bath circulator at 60 °C for 15 and 30 days. Spectrophotometric analyses were made before and after 15 days and 30 days of accelerated aging time.

The color characteristics (L^* , a^* , b^*) and the color difference (ΔE^*) of the specimens before and after immersion were measured and computed.

Regardless of type of the resin cements, L^* value was decreased and a^* value was increased, but there were no significant difference. But b^* value was increased significantly ($p < 0.05$). Tescera inlay showed least color change ($p < 0.05$), but Gradia showed notable color change after 15 days.

After 30 days on accelerated aging, ΔE^* value was increased (Panavia-F < Variolink-II < Resiment CE < Duolink < Unicem) ($p < 0.05$), but there were no significant difference among Panavia-F, Variolink-II, and Resiment CE groups. After 30 days of accelerated aging, ΔE^* value of all resin cements were greater than 3.0 and could be perceived by the human eye. [J Kor Acad Cons Dent 33(4):389-396, 2008]

Key words: Resin cement, Color stability, Accelerating test, Color change, CIE $L^*a^*b^*$, ΔE^* value

- Received 2008.4.24., revised 2008.6.23., accepted 2008.7.2.-

I. 서 론

* Corresponding Author: In-Nam Hwang

Department of Conservative Dentistry,
School of Dentistry, Chonnam National University
5 Hak-dong, Dong-gu, Gwangju, 501-757, Korea
Tel: 82-62-220-4443 Fax: 82-62-225-8387
E-mail : hinso@jnu.ac.kr

최근 수복영역에서 심미적 요구가 증가하면서 자연치아의 자연스러운 색조와 질감을 표현하기 위한 다양한 노력들이 계속되고 있다. 이러한 심미적 욕구를 충족하기 위해서는 심미적인 보철물도 중요하지만 이를 치아에 합착하는 시멘트의 색상 재현 여부 역시 매우 중요한 요소다.

이러한 추세로 최근에는 보철물이 가진 색조를 재현해줄 수 있을 뿐 아니라 내구성과 높은 접착강도, 그리고 낮은 용해도를 가진 레진시멘트가 널리 사용되고 있다.

수복용 복합레진과는 달리 레진시멘트¹⁻³⁾는 그 특성상 구강 내 환경의 영향을 직접 받지 않으므로 외인성 변색보다는 내인성 변색²⁻⁴⁾이 주로 문제가 된다. 외인성 변색은 표면의 연마 상태와 연마 방법에 따라 변색의 차이를 보이며 외인성 색소의 흡착, 또는 흡수에 의해 주로 발생하는 반면, 내인성 변색은 레진의 기질, 기질과 무기 첨가물의 결합면의 변성과 같은 레진 자체의 변색이 원인으로 amine 경화 촉진제, 중합체 기질 (polymer matrix) 또는 미반응 pendant methacrylate 군의 산화가 여기에 속한다.

최근 레진 시멘트의 변색에 대한 객관성 있는 색 변화의 정량적 평가^{8,12,13)}가 이루어지고 있는데, Canan 등⁵⁾은 porcelain laminate veneers의 접착시 광중합형, 이원중합형, 그리고 자가중합형 레진 시멘트를 가지고 색 안정성에 대한 가속시험을 실시했으며, Folwaczny 등⁶⁾은 5급 와동의 수복에서 resin modified glass ionomer cements와 polyacid-modified composites를 가지고 24개월 동안 follow-up study를 시행하여 글래스 아이오노머 시멘트의 색 안정성을 연구하였고, Iazzettie 등⁷⁾은 불소를 함유한 수복용 재료를 가지고 Chromo meter color measurements를 실시하였다. 또한, Seghi 등⁸⁾은 광중합레진의 광중합과정 동안의 변색에 대한 연구에서 모든 광중합 레진이 현저한 변색을 보인다고 보고한 바 있으며, Satou 등⁹⁾은 레진자체의 수분 흡수가 색안정성에 좋지 않은 영향을 미침을 보고

한 바 있다.

레진 계열 재료의 내인성 변색을 평가하는 방법으로 장기간 물 속에 보관하는 방법이 자주 사용된다. 하지만 장기간의 보관에 따른 실험상의 어려움을 대체하는 방법으로 가속 시험이 사용된다. Asmussen¹⁰⁾은 37℃ 물속에서 일년간 보관한 경우와 60℃ 물속에서 한 달간 보관하여 가속시험을 시행한 결과 양자가 좋은 상관관계를 보였음을 보고하였다. 이 보고를 바탕으로 Peutzfeldt와 Asmussen¹¹⁾은 인레이/온레이 기법에 사용되는 3가지 복합레진의 색 안정성을 자외선 조사 시와 60℃의 물에 30일간 보관한 경우로 나누어 가속 시험을 시행하였으며, 본 연구에서도 Asmussen¹⁰⁾의 실험을 바탕으로 가속 시험을 시행하였다.

레진의 색안정성에 대한 다양한 연구²⁻²⁶⁾는 진행되어 왔지만 최근 심미영역에서 그 중요성이 증가되고 있는 레진시멘트의 색안정성에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 최근 임상에서 사용되는 레진시멘트의 장기간의 침수에 따른 색조 변화를 가속 시험을 통해 비교 평가하고자 시행하였다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서는 4종의 이원중합형 레진 시멘트인 Panavia-F (KURARAY, Sakazu, Kurashiki, Okayama, Japan), Duolink (BISCO, Schaumburg,

Table 1. Resin cement systems used in study

Materials (Codes)	Manufacturers	Batch No.	Primary components
Variolink II (VL)	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Catalyst : H10380, Base : H11716	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Silanized filler,
Pnanvia F (PA)	Kuraray, Kurashiki, Japan	Paste A : 00241C Paste B : 00134B	Bis-GMA, Phosphonate monomer MDP, Silanized filler
RelyX Unicem (UC)	3M ESPE, St. Paul, U.S.A.	202728	Methacrylated phosphoric ester, dimethacrylate, fillers, initiators, acetate
Duolink (DL)	Bisco, Schaumburg, U.S.A.	400007961	Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, Silanized filler
Resiment Ready-Mix (RM)	j.l. Blosser, Missouri U.S.A.	40105	Bis-GMA, polyethyleneglycol dimethacrylate, amines, benzoyl peroxide

All informations were provided from manufacturers. Bis-GMA : bis-phenol-A-diglycidyl methacrylate, UDMA : urethane dimethacrylate, TEGDMA : triethyleneglycol dimethacrylate, MDP : methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate

IL, U.S.A.), Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), 및 RelyX Unicem (3M ESPE, St. Paul, U.S.A.)과 1종의 자가중합형 레진 시멘트인 Resiment Ready-Mix (with fluoride) CE (J.L.Blosser, Liberty, Missouri, U.S.A.)를 사용하였으며 (Table 1), 대조군으로 복합레진 Gradia Direct Anterior (GR: GC, Tokyo, Japan) A2 shade와 간접 수복용 복합 레진인 Tescera Dentin A3 (TE: Bisco, Schaumburg, IL, U.S.A.)를 사용했다.

2. 연구 방법

1) 시편 제작 및 가속 시험

각 제품 당 10개씩의 시편을 제작하였다. 색상 측정 시 배경색의 영향을 줄이기 위해 직경 6.5 mm, 두께 4.5 mm의 아크릴 주형을 만들어 유리판위에 주형을 놓고 각 제품들을 압축하여 넣은 다음 cellulose strip을 덮고 유리판을 위치시켜 c-클램프로 압축하였다. 이때 각 제품들은 제조회사의 지시를 따라 혼합하였으며, 이원 중합형 레진시멘트들은 가시광선 중합기 (Optilux 501, sds Kerr, U.S.A.)를 사용해 양면을 각각 60초씩 광중합하였으며, 자가중합형 레진시멘트는 빛이 차단된 곳에서 30분간 자가중합하였다. 각 시편은 600, 1000, 1500, 및 2000 번 사포로 양면을 균일하게 연마하였다.

제작이 끝난 시편은 분광색채측기인 Spectrolino (GretagMacbeth, Regensdorf, Switzerland)를 이용해 가속시험 시작 전 시편의 색특성 (CIE L*a*b*)을 측정하고, 빛이 차단된 refrigerated bath circulator (MRC-1011D, Monotech Co., Korea)에 증류수를 채우고 증류수의 온도를 60℃로 고정하고 30일 동안 가속 시험을 시행하였다. 실험 시작 15일과 30일 후에 색 측정을 하였으며, 증류수는 48시간 마다 교환하였다.

2) 색 측정

색상측정을 위하여 분광계측기인 Spectrolino를 사용하여 시편들을 제작한 백색 배경판(L* = 96.54, a* = -0.19, b* = 0.01)상에 위치시킨 후 CIE L*a*b* 값을 각 시편 당 3회 측정하여 평균값을 구하였다. 본 연구에 사용한 분광계측기의 사양은 Measurement geometry: 45°/0° ring optic DIN 5003, Measurement aperture: 4.5 mm, Physical filter: D65, Standard observer angle: 10°이다. 또한 본 연구에 적용한 CIE 1976 L*a*b* scale은 Adams-Nickerson space의 단순화된 제품근의 변형으로 삼차원의 색공간에 색을 나타낼 수 있는 좌표로써 측색기로 측정된 3차원 XYZ 값으로부터 산출된 L*, a* 그리고 b*값에 의한 3차원 직교 좌표를 이용한다. 이러한

CIE L*a*b* scale에서 L*는 밝기 (Lightness)를 나타내며 L*값이 100이면 완전한 백색, 0은 검정색을 나타낸다. a*와 b*는 색도 (Chromaticity)를 나타내며 a*값이 (+)이면 적색, (-)이면 녹색을 나타내며, b*값이 (+)이면 황색, (-)이면 청색을 나타낸다.

측정된 L*a*b*값을 통해 실험 전 후의 색상의 변화 양상을 분석하였으며, 각 재료의 실험 전 후의 색 변화량은 다음과 같은 공식의 색차(ΔE*)를 이용해 환산하였다.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

3) 결과 분석

동일한 재료에서 가속 실험 전 그리고 15일과 30일 후의 L*, a*, 그리고 b*값은 repeated measure one-way ANOVA로, 그리고 15일 후와 30일 후의 ΔE* 값은 paired t-test로 비교하였으며, 15일과 30일 후의 각 레진시멘트간의 ΔE* 값은 one-way ANOVA로 비교분석하고 Student-Newman-Keuls method로 검증하였다.

그리고 각 재료의 가속시험 15일과 30일 후 전체 색 변화량 ΔE* 값이 육안으로 판단 가능한 3 이상의 값을 보이는지를 확인하였다.

III. 연구 결과

1. 색상 측정 결과

가속시험 전, 15일 후 그리고 30일 후 분광색채측기 Spectrolino를 사용하여 측정된 각 시편의 L*a*b* 값의 평균 및 표준편차는 다음과 같다(Table 2).

L*값은 실험 전과 15일, 그리고 30일 후 약간 감소하는 양상을 보였으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 (Figure 1). a*값은 GR은 15일 후 증가하였으나 (p < 0.05), 다른 레진시멘트들과 TE는 유의한 변화를 보이지 않았다 (Figure 2). 반면 b*값은 시간 경과에 따라 유의하게 증가하는 양상을 보였다 (Figure 3, p < 0.05).

2) 색안정성 평가

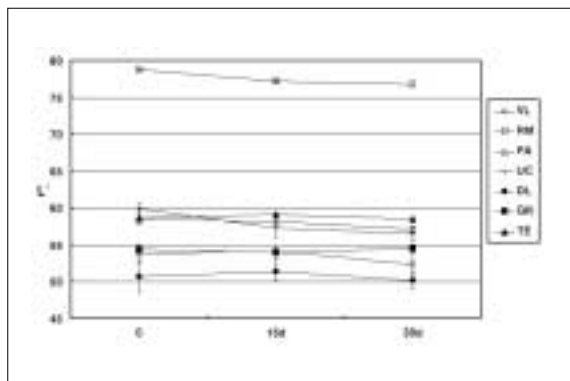
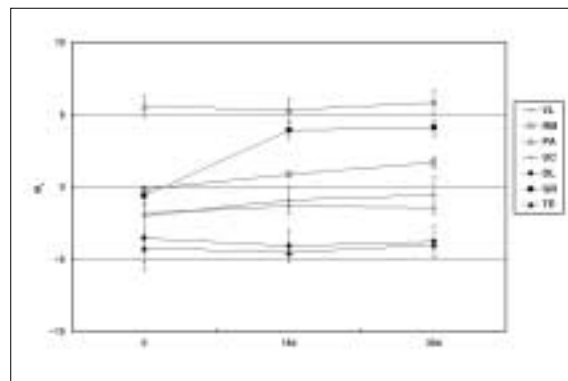
측정된 L*a*b* 값을 이용해 환산된 실험 전 후 각 레진시멘트와 복합레진, 및 간접 수복용 레진의 색 변화량을 색차 계산식을 이용해 환산하였다 (Table 3). 대조군으로 사용한 간접 수복용레진(TE)은 실험 15일과 30일 후 모두 가장 적은 색변화를 보였다 (p < 0.05). 하지만 복합레진인 GR은 15일 후에는 큰 색변화를 보였으나 30일 후에는 적은 색변화를 보였다 (p < 0.05).

30일 가속 실험 후 PA, VL, RM, DL 그리고 UC 순으로 E*값이 커졌으나 (p < 0.05), PA, VL 그리고 RM간에는

Table 2. Results of color change of resin cements, direct composite resin and indirect composite resin before and after accelerating test

		Before	SD	After 15d	SD	After 30d	SD
VL	L*	53.81	(1.27)	54.02	(0.98)	52.37	(1.29)
	a*	-2.01	(0.16)	-0.93	(0.25)	-0.56	(0.39)
	b*	9.78	(0.76)	12.14	(0.64)	13.58	(0.74)
RM	L*	78.77	(0.14)	77.18	(0.20)	76.81	(0.37)
	a*	-0.16	(0.11)	0.86	(0.17)	1.7	(0.20)
	b*	13.3	(0.51)	17.69	(0.59)	18.55	(0.37)
PA	L*	58.54	(0.20)	58.23	(0.48)	57.2	(0.42)
	a*	5.59	(0.72)	5.31	(0.80)	5.84	(0.80)
	b*	19.1	(2.34)	22.08	(0.57)	23.03	(0.79)
UC	L*	59.91	(0.80)	57.36	(1.20)	56.56	(0.99)
	a*	-1.81	(0.24)	-1.31	(0.25)	-1.44	(0.47)
	b*	3.56	(0.65)	10.66	(1.86)	13.68	(1.88)
DL	L*	50.74	(2.19)	51.42	(1.16)	50.21	(1.12)
	a*	-3.56	(0.45)	-4.06	(0.40)	-3.79	(0.65)
	b*	2.16	(1.36)	7.04	(1.01)	9.36	(1.32)
GR	L*	54.39	(0.46)	54	(0.57)	54.55	(0.56)
	a*	-0.61	(0.24)	3.94	(0.95)	4.1	(0.96)
	b*	4.43	(0.24)	9.81	(0.72)	10.66	(0.87)
TE	L*	58.76	(0.94)	59.13	(0.29)	58.52	(0.21)
	a*	-4.23	(0.16)	-4.53	(0.09)	-4	(0.10)
	b*	6.16	(0.29)	6.79	(0.79)	8.4	(0.38)

TE : Tescera Dentin, GR: Gradia, Standard deviations are in parentheses.

**Figure 1.** Change of L* Value after accelerating test.**Figure 2.** Change of a* Value after accelerating test.

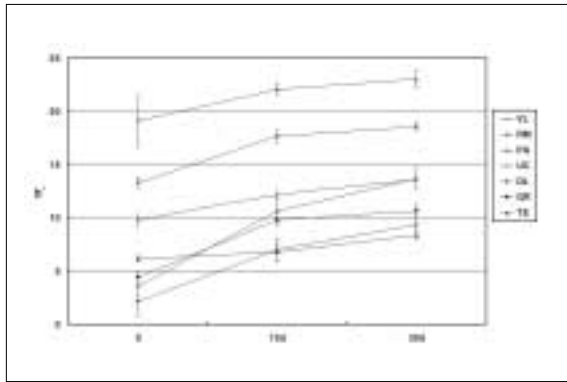


Figure 3. Change of b^* value after accelerating test.

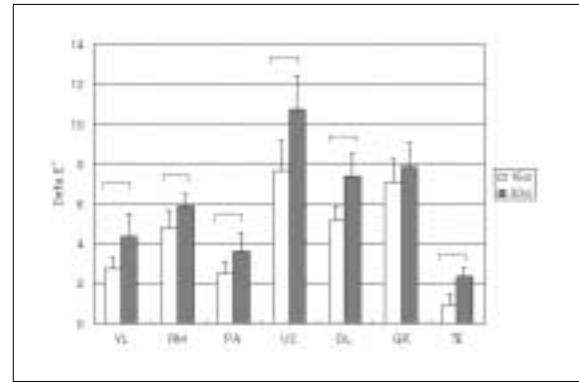


Figure 4. Total color difference (ΔE^*). Bar means statistically significant difference between 15days and 30days ($p < 0.05$)

Table 3. Total color difference (ΔE^*) of tested resin cement, direct composite, indirect composite after 15days and 30days

	After 15d	SD	After 30d	SD
VL	2.74	-0.63	4.36	-1.1
RM	4.78	-0.85	5.93	-0.58
PA	2.51	-0.59	3.59	-0.9
UC	7.65	-1.52	10.7	-1.72
DL	5.13	-0.79	7.37	-1.16
GR	7.09	-1.15	7.85	-1.19
TE	0.87	-0.62	2.36	-0.41

유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 모든 레진시멘트들은 가속 실험 시간이 길어질수록 색 변화량이 증가하였다 ($p < 0.05$)

IV. 총괄 및 고찰

최근 치과영역에서 환자의 심미적인 욕구가 증가되면서 다양한 종류의 도재수복물이 사용되고 있으며 제작된 수복물의 심미성을 재현하여 줄 수 있는 적절한 시멘트의 선택이 필수적이 되었다. 이에 임상에서 심미수복물의 접착에 물성과 색상안정성이 우수한 다양한 레진시멘트가 사용되고 있는 추세이나, 습도가 높고 다양한 구강 내 환경에서 수복물의 심미성이 유지되기 위해서는 접착에 사용된 레진시멘트의 색안정성 유지 여부 역시 매우 중요한 부분으로, 본 연구에서는 레진시멘트의 심미적 효용성을 알아보고자 60℃의 증류수에서 1달간 보관 후 레진시멘트의 색 안정성을

비교하여 보았다.

레진시멘트와 레진의 색안정성에 대한 기존의 연구¹²⁻²⁶⁾를 살펴보면, Canan 등⁵⁾은 도재 라미네이트를 레진시멘트로 부착 후 가속 실험에서 각 시멘트별로 가속에 따른 색변화는 관찰되지 않았음을 보고하였으며, 자가중합형이나 이원중합형 시멘트에 비하여 광중합형 레진시멘트가 색 안정성이 뛰어났다고 하였다. 하지만 본 연구에서는 일부 이원중합형 레진시멘트와 자가중합형 레진 시멘트가 광중합형 레진보다 색 안정성이 우수한 결과를 보였다. 비록 광중합형 레진 시멘트는 아니지만 수복용 복합레진은 시멘트에 비해 색 안정성이 우수한 것으로 알려져 있으나 본 연구에서는 15일 가속 시험 후 큰 색변화를 보였다. Noie 등¹⁴⁾은 레진시멘트의 색변화에 관한 연구에서 가속시험 이후 색변화가 관찰되었으며 이중 임상적으로 유의할 만한 변화도 있었다고 보고하였으며, 자가중합보다는 광중합을 시킨 경우가 색 안정성이 뛰어났다고 보고하였다. 이상의 결과는 이원중합

형이라 하더라도 광중합을 시행한 경우가 색 안정성이 뛰어난 의미를 의미하며, 특히 외부로 노출되는 레진시멘트의 색안정성이 임상적으로 더 큰 의미를 가지리라는 판단에 본 실험에서도 이원중합형은 광중합을 시행하였다. 하지만 본 연구에서 UC는 자가중합형 레진시멘트보다 더 큰 색변화를 보였다. 이는 UC가 이원중합형 레진시멘트이기기는 하지만 제조사에서 주장하는 것처럼 자가 접합형의 특성을 지니기 위해 첨가된 다른 구성 성분 때문이 아닌가 생각되나, 명확한 결론을 위한 추가 실험이 필요하리라 생각된다.

또한 Noie 등¹⁴⁾은 레진시멘트의 가속시험 결과 유의할 변색을 보였으나 임상적으로 눈에 인지되지 않는 정도라고 보고하였으며, Setz와 Engel¹⁶⁾은 resin veneer system에 대한 색 변화실험에서 1년 후의 색 변화를 측정한 결과 L*과 a*는 큰 변화가 없었으나, b*와 ΔE*는 점차 커졌다고 보고하였다. Berrong 등¹⁵⁾은 5종의 레진시멘트를 비교한 실험에서 Heliolink가 가장 적은 변색을 보였으며 Porcelite가 가장 심한 변색을 보였다고 보고한 바 있으며, Dietschi 등¹⁷⁾은 수종의 레진의 색 안정성을 비교한 결과 낮은 수분 흡수율과 높은 필러 함유율 그리고 적절한 filler-matrix coupling system이 색 안정성에 영향을 미친다고 하였다.

한편 콤포머와 레진을 비교한 연구에서는 Abu-bark 등¹⁸⁾은 다양한 용매에 콤포머와 레진을 침수시킨 실험에서 콤포머에 비하여 레진이 색 안정성이 뛰어났음을 보고하였으며 물에 침수시킨 경우가 가장 적은 색변화를 보인다고 하였다. Theodore 등¹⁹⁾은 교정용 접착 레진에 대한 색 안정성 실험에서 레진의 변색이 법랑질 변색에 영향을 미쳤으며, Iazzetti 등⁷⁾은 수종의 레진을 자외선과 물에 노출시킨 실험에서 콤포머나 글래스 아이오노머 시멘트에 비하여 레진의 색 안정성이 우수함을 보고하였으며 이는 레진이 콤포머 등에 비하여 소수성이기 때문이라고 하였다. 또한 레진시멘트의 변색은 레진과 달리 주로 내인성 변색²⁻⁴⁾으로 이루어지므로 이에 대한 연구들을 살펴보면 Koishi 등²⁰⁾은 자외선의 지속적 노출과 같은 외부 환경에 의하여 내인성 변색이 가속화될 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 실험에 사용한 모든 레진시멘트들은 복합 레진 간접 수복물 보다 큰 색변화를 보였는데 이는 간접 심미 수복물 접착을 위해 레진시멘트를 사용 시 레진시멘트의 변색에 의한 변연의 변색에 주의를 요할 필요가 있음을 시사한다. 한편 앞으로 레진시멘트의 색 안정성에 대한 연구는 구강환경과 유사한 상태에서 다양한 원인들에 의해 발생하는 색변화와 함께 제품에 따른 특성 변화를 보이는 원인에 대한 연구가 병행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

레진시멘트의 색안정성을 평가하기 위해 4종의 이원 중합

형 레진 시멘트인 Panavia F (KURARAY), Duolink (BISCO), Variolink II (Ivoclar Vivadent), 및 RelyX Unicem (3M ESPE)과 1종의 자가 중합형 레진 시멘트인 Resiment Ready-Mix (with fluoride) CE (J.I. Blosser)를, 대조군으로 복합레진 Gradia Direct Anterior (GC)와 복합 레진 인레이인 Tecera Dentin A3 (Bisco)의 시편을 제작하고, 60℃의 증류수에 30일간 보관한 후 실험 전 후의 CIE L*a*b*값을 분광광도계를 이용해 측정하고, 색 변화량 ΔE* 값을 환산하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 색상변화에 대한 가속 실험 후 L*값은 감소하는 양상을 보였고, a*값은 증가하는 양상을 보였지만 유의한 차이는 없었다. 반면 b*값은 유의하게 증가하였다 ($p < 0.05$).
2. 대조군으로 사용한 레진인레이 TE군이 15일과 30일 모두에서 가장 적은 색변화 ($p < 0.05$)를 보인 반면 광중합복합레진인 GR군은 15일 가속 실험 후 큰 색변화를 보였으나 이후 더 이상의 색변화를 보이지는 않았다.
3. 30일 가속 실험 후 PA, VL, RM, DL 그리고 UC 순으로 ΔE*값이 커졌으나 ($p < 0.05$), PA, VL 그리고 RM간에는 유의한 차이를 보이지 않았다.
4. 실험에 사용한 모든 레진시멘트들은 복합레진 간접 수복물 보다 큰 색변화를 보였으며, 30일 후 모든 레진시멘트들은 육안으로 변색을 인지할 수 있는 3 이상의 ΔE* 값을 보였다.

이상의 결과는 간접 심미 수복물 접착을 위해 레진시멘트를 사용 시 심미성이 중요시되는 부위에서는 레진시멘트의 변색에 의한 변연부 변색에 주의를 요할 필요가 있으며, 심미성이 요구되는 경우 색 안정성이 우수한 레진시멘트의 선택도 임상적 성공에 중요한 요소로 작용할 수 있음을 시사한다.

참고문헌

1. Stephen FR, Martin FL, Bruce JC. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 80:280-301, 1998.
2. Bowen RL, Argenitar H. Amine accelerators for methacrylate resin systems. *J Dent Res* 50:923-928, 1971.
3. Asmussen E. Factors affecting the color stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 41:11-18, 1983.
4. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quint Int* 22:377-386, 1991.
5. Canan H, Nesrin A, Ilker E. Effect of Accelerated Aging on the Color Stability of Cemented Laminate Veneers. *Int J Prosthodont* 13:29-33, 2000.
6. Folwaczny M, Loher C, Mehl A, Kunzelmann KH, Hinkel R. Tooth-Colored Filling Materials for the

- Restoration of Cervical Lesions: A 24-Month Follow-Up Study. *Oper Dent* 25:251-258, 2000.
7. Iazzetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of Fluoride-Containing Restorative Materials. *Oper Dent* 25:520-525, 2000.
 8. Seghi RR, Gritz MD, Kim J. Colorimetric changes in composites resulting from visible light initiated polymerization. *Dent Mater* 6:133-137, 1990.
 9. Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H. In vitro color change of composite resins. *Dent Mater* 5:384-389, 1989.
 10. Asmussen E. An accelerated test for color stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 39:329-332, 1981.
 11. Peutzfeldt A, Asmussen PA. Color stability of three composite resins in the inlay/onlay technique. *Scand J Dent Res* 98:257-260, 1990.
 12. Gross MD, Moser JB. A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J Oral Rehab* 4:311-322, 1977.
 13. Wozniak WT, Muller TP, Silverman R, Moser JB. Photographic assessment of color changes in cold and heat-cure resins. *J Oral Rehab* 8:333-339, 1981.
 14. Noie F, O'Keefe KL, Powers JM. Color stability of resin cements after accelerated aging. *Int J Prosthodont* 8:51-5, 1995.
 15. Berrong JM, Weed RM, Schwartz IS. Color stability of selected dual-cured composite resin cement. *J Prosthodont* 2:24-27, 1993.
 16. Setz J, Engel E. In vivo color stability of resin-veneered telescopic dentures: A double blind pilot study. *J Prosthet Dent* 77:486-491, 1997.
 17. Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: An in vitro study. *Dent Mater* 10:353-362, 1994.
 18. Abu-bark N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Color Stability of Compomer after Immersion in Various Media. *J Esthet Dent* 12:258-263, 2000.
 19. Eliades T, Gioka C, Heim M, Eliades G, Makou M. Color stability of Orthodontic adhesive resins. *Angle Orthod* 74:391-393, 2004.
 20. Koishi Y, Tanoue N, Atsuta M, Matsumura H. Influence of visible-light exposure on colour stability of current dual-curable luting composites. *J Oral Rehab* 29:387-393, 2002.
 21. Duke ES, Trevino DF. A resin-modified glass ionomer restorative: three-year clinical results. *J Indiana Dent Assoc* 77:13-16, 1998.
 22. Douglaa RD. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent* 83:166-170, 2000.
 23. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 80:280-301, 1998.
 24. Eldiwany M, Friedl KH, Powers JM. Color stability of light-cured and post cured composites. *Am J Dent* 8:179-181, 1995.
 25. 황인남, 류선열. 광중합 복합레진의 색안정성 및 투명도 변화에 관한 가속 시험. *대한치과보존학회지* 18:215-226, 1993.
 26. Bergman B, Marklund S, Nilson H, Hendlund SO. An intraindividual clinical comparison of 2 metal-ceramic systems. *Int J Prosthodont* 12:444-447, 1999.

국문초록

레진시멘트의 색안정성에 대한 가속시험

송하정 · 박수정 · 황윤찬 · 오원만 · 황인남*

전남대학교 치의학전문대학원 보존학교실, 치의학연구소

본 연구는 레진 시멘트의 색 안정성을 평가하여, 레진 시멘트의 변색에 의한 심미 수복물의 실패의 가능성을 평가하고자 시행하였다.

4종의 이원중합형 레진 시멘트인 Panavia-F (PA; KURARAY), Duolink (DL; BISCO), Variolink II (VL; Ivoclar Vivadent), 및 RelyX Unicem (UC; 3M ESPE)과 1종의 자가중합형 레진 시멘트인 Resiment Ready-Mix (with fluoride) CE (RM; j.l.Blosser)를 사용하였으며, 대조군으로 복합레진 Gradia Direct (GD; GC)과 복합 레진 인레이용 Tecera Dentin A3 (TE; Bisco)를 사용했다.

각 재료 당 직경 6.5 mm, 두께 4.5 mm의 디스크형 시편 10개를 제작하였다. 중합 후 시편은 분광색채측정기인 Spectrolino (GretagMacbeth)를 이용해 CIE L*a*b*값을 측정하고 가속시험을 위해 빛이 차단된 refrigerated bath circulator에서 60 °C 증류수에 30일간 보관 후에 색 측정을 시행하고, 시험 전 후의 색차를 계산하였다.

가속 시험 후 L* 값은 감소하는 양상을 보였고, a* 값은 증가하는 양상을 보였지만 유의한 차이는 없었다. 반면 b* 값은 유의하게 증가하였다 ($p < 0.05$).

TE가 15일과 30일 모두에서 가장 적은 색변화 ($p < 0.05$)를 보인 반면 GD는 15일 가속 실험 후 큰 색변화를 보였다.

30일 가속 실험 후 PA, VL, RM, DL 그리고 UC 순으로 ΔE^* 값이 커졌으며 ($p < 0.05$), 30일 후 모든 레진시멘트 들은 육안으로 변색을 인지할 수 있는 3 이상의 ΔE^* 값을 보였다.

주요어: 레진시멘트, 색 안정성, 가속 시험, 색상 변화, CIE L*a*b*, ΔE^* value