

컴포머(Compomer)와 복합레진의
색조안정성에 대한 비교연구

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 희 재

컴포머(Compomer)와 복합레진의
색조안정성에 대한 비교연구

지도 김 경 남 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

1999년 12월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 희 재

김희재의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 김경남 
심사위원 최병재 
심사위원 김광완 

연세대학교 대학원

1999년 12월 일

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 지도해주신 김경남 지도교수님과 김광만 교수님, 최병재 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 바쁜 일정 속에서도 실험을 도와 주신 오승한 선생님을 비롯한 치과재료학 교실원 여러분과 통계처리를 도와주신 이상배 선생님께 깊은 감사의 말씀을 전하고 싶습니다.

논문을 준비하는 동안 너그러운 관심과 사랑으로 지켜보아 주신 시부모님과 부모님, 언니와 동생들, 탐 치과 김기창 원장님과 박명선 원장님, 유정씨를 비롯한 치과식구분들께 진심으로 감사 드립니다. 이 모든 감사의 뜻을 사랑하는 남편 승호씨와 함께하며, 항상 곁에서 든든한 후원자가 되어준 그에게 마지막 감사의 말씀을 드립니다.

1999년 12월

김희재 드림

목 차

국문 요약	iii
I. 서 론	1
II. 연구재료 및 방법	3
가. 연구재료	3
나. 시편제작	4
다. 연구방법	4
1. 기준 색 측정	4
2. 항온수조 침적 후의 색 측정	5
3. Xenon 램프 조사 후의 색 측정	5
4. 색 변화 측정	5
라. 통계처리	6
III. 연구성적	6
IV. 총괄 및 고찰	14
V. 결 론	18
참고 문헌	20
영문 요약	24

그림 및 표 목차

Fig. 1. The graph of L^* values for each material	8
Fig. 2. The graph of a^* values for each material	9
Fig. 3. The graph of b^* values for each material	9
Fig. 4. The graph of ΔE values for each material	11
Fig. 5. The graph of $L^*a^*b^*$ values of Dyract	12
Fig. 6. The graph of $L^*a^*b^*$ values of F2000	12
Fig. 7. The graph of $L^*a^*b^*$ values of Estelite	13
Fig. 8. The graph of $L^*a^*b^*$ values of Z100	13
Table 1. Materials used in this study	4
Table 2. The means and standard deviations of $L^*a^*b^*$ values	7
Table 3. The means of color changes(ΔE values) between control group and each experimental group	10

국문 요약

컴포머(Compomer)와 복합레진의 색조안정성에 대한 비교연구

컴포머는 복합레진과 유사한 물리적 성질을 가지면서 글라스 아이오노머 시멘트의 장점들을 가진다. 그러나 컴포머의 색조안정성에 대해서는 많은 연구가 이루어지지 않아 재료선택시 심미성이 매우 중요한 전치부 수복재로서의 가능성은 확실히 결론지을 수 없는 것이 현실이다. 따라서 이 연구에서는 폴리산 강화형 복합레진, 즉 컴포머와 심미수복재로서 널리 사용되는 복합레진의 색조 안정성을 비교하기 위해 Dyract, F2000 등 2종의 컴포머와 Estelite, Z100 등 2종의 광중합형 복합레진을 선택하여 37℃의 항온수조에서 1주일간 보관후 60℃의 항온수조에서 1주일간 보관하고, 이후 150 klx의 xenon 램프하에서 1주일, 이후 다시 1주일간 보관하였다. 처음의 색과 60℃ 항온수조에서 1주일 보관한 후의 색, xenon 램프하에서 1주일 보관한 시편에서 건조한 상태의 색과 젖은 상태의 색, xenon 램프하에서 2주일 보관한 시편에서 건조한 상태의 색과 젖은 상태의 색을 비교하여 색변화를 구함으로써 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Dyract에서는 항온수조 침적 이후와 xenon 램프 조사 후 10이상의 ΔE 값을 나타내었고, F2000은 항온수조 침적 이후에는 3.3을 넘는 색 변화를 보이지 않았으나 xenon 램프 조사 후 3.3 이상 6.35이하의 색 변화를 나타내었다.
2. Z100은 항온수조 침적 이후에는 3.3을 넘는 색 변화를 보이지 않았으나 xenon 램프 조사 후에는 3.3 이상 5.23이하의 색 변화를 나타내었고, Estelite에서는 시각인지한계 3.3을 넘는 색 변화가 나타나지 않았다.

3. 재료의 두께가 증가하였을 때 L*값, a*값, b*값은 Dyract를 제외한 모든 재료에서 유의성 있게 증가하였다($p < 0.05$).
4. 습윤한 상태의 색은 건조한 상태의 색에 비해 L*값은 모든 재료에서 유의성 있게 감소하였고, b*값은 모든 재료에서 유의성 있게 증가하였으며 a*값은 일정한 양상을 보이지 않았다($p < 0.05$).

이상의 결과로 심미수복용 컴포머는 복합레진에 비하여 색조가 불안정한 제품이 있어 영구치의 심미치료를 재료 선택에 신중을 기해야 할 것으로 사료되었다.

핵심되는 말 : 컴포머, 복합레진, 색조안정성, 분광광도계

컴포머(Compomer)와 복합레진의 색조안정성에 대한 비교연구

연세대학교 대학원 치의학과

(지도 김 경 남 교수)

김 희 제

I. 서 론

글라스 아이오노머 시멘트가 치과에 소개된 이후, 치아와의 화학적 결합 가능성, 불소유리로 얻을 수 있는 항우식효과, 산부식이 필요 없는 간편함과 생체적합성, 기존의 아말감 수복물과 비교시 치아색상과 비슷한 심미성 등을 장점으로 다양한 적용이 이루어졌으나, 물리적 강도의 부족, 지나친 물흡수로 인한 재료의 팽창, 경화 전 재료가 수분과 접촉시 일어나는 내부성분의 유출, 술자가 경화시간을 조절할 수 없는 불편함, 복합레진에 비해 어둡고 부자연스런 색조 등은 문제가 되었다⁸⁾. 그러나 이러한 문제점을 해결하기 위해 레진강화형 글라스 아이오노머 시멘트와 폴리산 강화형 복합레진이 개발되어 글라스 아이오노머 시멘트는 새로운 분야를 개척하려 하고 있다^{7,15,16,19,20)}. 이 중 레진 강화형 글라스 아이오노머 시멘트는 폴리산을 중합가능한 친수성 레진인 2-hydroxyethyl methacrylate(HEMA)가 붙은 폴리산으로 대체시킨 재료로서^{15,16)}, 광중합과 산염기 반응으로 인한 경화반응이 함께 일어난다. 폴리산 강화형 복합레진, 즉 컴포머(compomer)는 부분적으로 실란화된 calcium-aluminium-fluorosilicate glass입자가 레진 기질내에 결합되는 재료로, 이의 기질은 두 개의 카르복실기와 두 개의 이중결합 기능기를 가지는 이중관능기성 단량체로

이루어지며, 여기에는 산염기 경화반응을 위한 수분이 첨가되어 있지 않다. 따라서 컴포머의 경우 대부분 광중합에 의해 이루어지며, 이후 수분에 노출되면 제한적인 산염기 경화반응이 일어나게 된다^{15,16)}. 레진강화형 글라스 아이오노머 시멘트가 글라스 아이오노머 시멘트의 성질과 비슷한 반면 컴포머는 복합레진의 성질과 유사하여 간접인장강도, 굽힘강도, 물흡수도 등의 성질이 복합레진에 필적한다^{15,16)}.

복합레진은 이미 전치부 수복과 제한된 구치부 수복에서 널리 사용되는 심미수복재가 되었다. Leinfelder 등¹³⁾은 복합레진 수복물을 3년간 관찰하여 교합력이 작은 부위에서는 성공적으로 사용될 수 있음을 보고하였고, Liatukas¹⁴⁾는 복합레진을 이용한 234개의 전치부 수복물을 4년간 관찰한 결과 직접적으로 대합되는 부위에서 마모가 발생하였으며 변색정도는 수복물의 크기, 재료의 종류, 환자의 구강위생상태 등에 따라 다양하게 발생하였음을 보고하였다.

복합레진의 색변화 정도는 재료에 따라 다른데, Cook 등³⁾은 분광 광도계를 이용하여 복합레진의 색변화를 구하고 이를 75명의 관찰자에 의해 관찰한 결과와 비교하여 ΔE 값이 5.4이하이면 임상적으로 사용가능하고, 10.6이상인 경우 심미 수복재로 사용되기 어렵다고 보고한 바 있다. 그리고 Edward 등⁵⁾은 구강 내에 존재하는 심미 수복재는 ΔE 값이 6.8 ± 2.7 정도일 때 눈으로 차이를 알 수 있다고 보고하였다.

복합레진이 제한된 구치부 수복과 다양한 전치부 수복에서 널리 사용되며, 이의 색 변화에 대한 연구가 이루어진 것에 비해 컴포머를 이용한 수복물에 대한 연구나 임상결과에 대한 보고는 미미한 실정이다. 그러나 유치의 수복에 있어서는 컴포머 수복물이 복합레진 수복물과 유사하거나 더 우수한 결과를 나타낸다는 보고들이 있는데, Jumlongras 등¹²⁾은 유치에서 복합레진과 치아와의 결합강도가 컴포머와 치아와의 결합강도보다 작았음을 보고하였고, Peters

등²¹⁾은 컴포머를 사용한 유구치 수복물을 관찰한 결과 컴포머가 유구치 수복에 적당한 재료라고 보고하였다. 컴포머는 수복시 산부식과정을 필요로 하지 않고, 복합레진재료에 비해 끈적거림이 적어 술자가 편하게 사용할 수 있는 장점이 있으며, 글라스 아이오노머 시멘트에는 못 미치지만 불소를 유리하므로^{30,32)} 우식재발이 우려되는 부위에서 사용될 수 있는 잇점을 가진다.

컴포머가 복합레진에 비교할만한 물리적 성질을 가지면서 이러한 장점들을 가진다면 현재 복합레진으로 수복되는 많은 전치부 결손 및 우식부위를 수복할 수 있는 날이 멀지 않을 것이다. 그러나 컴포머의 색조안정성에 대해서는 많은 연구가 이루어지지 않아 재료선택시 심미성이 매우 중요한 전치부 수복재로서의 가능성은 확실히 결론지을 수 없는 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 2종의 컴포머와 전치부 수복에 사용될 수 있는 2종의 복합레진을 이용해 색조안정성을 비교연구하였다.

II. 연구재료 및 방법

가. 연구재료

본 연구에서는 Table 1과 같이 2종의 컴포머와 2종의 광중합형 복합레진을 사용하였다.

Table 1. Materials used in this study

	Material	Code	Manufacturer	Shade	Lot No.
Compomer	Dyract	DT	DeTray Dentsply, Konstanz, Germany	A3	00545
	F-2000	FT	3M, St Paul MN, U.S.A.	A3	19981105
Composite resin	Estelite	EL	Tokuyama, Tokyo, Japan	A3	194
	Z-100	ZH	3M, St Paul MN, U.S.A.	A3	09990714

나. 시편제작

직경 15 mm, 두께 1 mm의 테프론 주형과 직경 15 mm, 두께 2 mm의 테프론 주형을 이용하여, 각 재료를 충전한 후 투명필름을 위치시키고, 유리판으로 가압한 후 광중합하여 각 재료 당 1 mm 두께 시편 10개, 2 mm 두께 시편 10개씩 20개의 원판형의 시편을 제작하였다. 이 때 광중합은 광조사기(Curing Light XL3000, 3M, St Paul MN, U.S.A.)를 이용하여 시편의 중앙부분과 상하좌우 네 방향에서 각각 30초씩 총 150초씩 중합하였다.

다. 연구방법

1. 기준 색 측정

중합된 시편을 분광 광도계(Spectrophotometer, CM, 3500d, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여, SCI(specular component included) mode와 D65 표준광원에서 흑색 배경 하에 CIE 표색계에 따라 $L^*a^*b^*$ 값을 측정하였다.

2. 항온수조 침적 후의 색 측정

기준 색을 측정한 시편을 37℃ 항온수조에서 7일간 보관하고, 이후 항온수조 온도를 60℃로 높여 다시 7일간 항온수조 안에 보관한 후 다시 분광 광도계를 이용하여 같은 조건에서 L*a*b*값을 측정하였다.

3. Xenon lamp 조사 후의 색 측정

항온수조에서 꺼낸 시편을 150 klx의 xenon lamp하에서 1주일간 보관하였다가 꺼내어 건조한 상태로 분광 광도계를 이용하여 같은 조건에서 L*a*b*값을 측정하였다. 이후 이를 37℃ 항온수조에 30분간 침적하였다가 시편이 수분을 흡수한 상태에서 다시 같은 조건으로 분광 광도계를 이용하여 L*a*b*값을 측정하였다. 측정이 끝난 시편은 다시 150 klx의 xenon lamp하에서 1주일간 더 보관하였고, 이후 다시 건조한 상태의 시편과 습윤한 상태의 시편의 L*a*b*값을 같은 조건에서 측정하였다.

4. 색변화 측정

기준 색과 각 단계의 색 사이의 색 변화는 아래 색차식에 의해 계산하였다.

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

라. 통계처리

Kruskal-Wallis Test와 multiple repeated measured ANOVA를 이용하여 같은 재료 내에서 대조군의 L*값, a*값, b*값과 처리조건에 따른 L*값, a*값, b*값 간의 유의차와 두께의 차이에 따른 L*값, a*값, b*값 간의 유의차, 건조한 상태와 습윤한 상태의 시편에서 측정된 L*값, a*값, b*값의 유의차가 있는지 분석하였다. 모든 분석은 95%신뢰도로 검정하였다.

Ⅲ. 연구성적

2종의 컴포머와 2종의 복합레진에서 시편제작 후 분광 광도계를 이용해 측정된 L*a*b*값과, 37℃ 항온수조에서 1주일 보관한 후 60℃ 항온 수조에서 1주일 경과한 후 측정된 L*a*b*값, xenon lamp에서 1주일 보관한 시편에서 건조한 상태와 습윤한 상태로 측정된 L*a*b*값, xenon lamp에서 2주일 보관한 시편에서 건조한 상태와 습윤한 상태로 측정된 L*a*b*값의 평균과 표준편차 및 통계처리 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. The means and standard deviations of L*a*b* values

		DT(1mm)			FT (1mm)			EL(1mm)			ZH(1mm)		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
	control	61.62 (0.52)	-0.23 (0.26)	8.64 (0.63)	74.39 (0.44)	0.42 (0.14)	12.72 (0.65)	64.19 (0.19)	1.17 (0.19)	14.2 (0.41)	65.36 (0.62)	-0.51 (0.22)	10.38 (0.75)
	water	64.3 ^a (0.57)	-0.14 (0.37)	11.35 ^a (0.63)	73.63 ^a (0.45)	-0.91 ^a (1.38)	13.09 (1.09)	63.10 ^a (0.66)	0.29 ^a (0.91)	12.88 ^a (1.03)	64.29 ^a (0.92)	-2.1 ^a (1.27)	10.12 (1.84)
1wk	dry	70.34 ^a (1.05)	-2.25 ^a (0.31)	19.3 ^a (1.32)	73.83 (1.12)	0.43 (0.82)	16.13 ^a (0.83)	64.00 ^a (0.25)	0.73 ^a (0.27)	15.4 ^a (0.44)	64.77 ^a (0.69)	-0.54 (0.51)	15.08 ^a (2.01)
xenon	wet	69.6 ^a (0.75)	-2.43 ^a (0.30)	20.68 ^{ac} (0.85)	71.99 ^{ac} (0.70)	0.34 (0.51)	18.56 ^{ac} (0.88)	63.37 ^{ac} (0.29)	0.81 ^{ac} (0.25)	16.61 ^{ac} (0.36)	64.13 ^a (0.65)	-0.53 ^c (0.47)	15.38 ^a (2.17)
2wk	dry	73.42 ^a (2.03)	-1.53 ^a (0.57)	13.83 ^a (3.31)	76.74 ^a (1.02)	0.54 (0.59)	11.36 ^a (1.42)	64.83 ^a (0.54)	0.94 ^a (0.29)	13.06 ^a (0.91)	65.23 (0.61)	-0.28 ^a (0.38)	15.03 ^a (0.93)
xenon	wet	70.11 ^{ac} (1.58)	-2.37 ^{ac} (0.44)	21.37 ^{ac} (0.44)	72.03 ^{ac} (0.78)	0.65 ^a (0.43)	18.57 ^{ac} (1.62)	64.44 ^{ac} (0.47)	0.91 ^a (0.28)	14.42 ^a (0.97)	64.77 ^{ac} (0.73)	-0.26 ^a (0.34)	15.4 ^{ac} (1.31)

		DT(2mm)			FT(2mm)			EL(2mm)			ZH(2mm)		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
	control	61.96 (0.23)	0.97 ^b (0.12)	11.84 ^b (0.47)	76.06 ^b (0.09)	1.25 ^b (0.16)	16.81 ^b (1.17)	64.64 ^b (0.13)	2.6 ^b (0.17)	17.32 ^b (0.57)	65.95 ^b (0.09)	0.26 ^b (0.07)	12.18 ^b (0.08)
	water	64.44 ^a (1.43)	0.49 ^b (0.68)	11.19 (2.92)	75.63 ^b (0.65)	0.28 ^a (1.21)	16.83 ^b (1.57)	63.59 ^a (0.55)	1.58 ^{ab} (0.80)	15.33 ^{ab} (1.10)	64.78 ^a (0.47)	-1.25 ^a (0.97)	11.59 ^{ab} (0.81)
1wk	dry	70.77 ^a (2.76)	-0.85 ^{ab} (0.22)	16.04 ^a (4.09)	76.67 ^b (1.62)	1.05 (0.71)	16.98 (2.44)	64.70 ^b (0.18)	2.18 ^{ab} (0.12)	16.80 ^{ab} (0.55)	65.46 ^{ab} (0.16)	0.43 ^{ab} (0.14)	16.86 ^{ab} (0.63)
xenon	wet	68.06 ^a (1.33)	-1.34 ^{abc} (0.17)	20.19 ^a (1.27)	74.07 ^{abc} (0.27)	1.19 ^{bc} (0.36)	20.94 ^{abc} (1.21)	63.97 ^{ab} (0.06)	2.28 ^{abc} (0.13)	18.32 ^{abc} (0.41)	64.61 ^{abc} (0.17)	0.42 ^{abc} (0.11)	17.25 ^{abc} (0.54)
2wk	dry	74.02 ^a (2.70)	-0.5 ^{ab} (0.30)	10.65 (3.67)	79.04 ^b (2.21)	1.11 ^b (0.61)	12.31 ^a (3.02)	65.17 ^a (0.26)	2.32 ^{ab} (0.16)	15.28 ^{ab} (0.73)	66.52 ^{ab} (0.51)	0.63 ^{ab} (0.13)	15.18 ^a (0.56)
xenon	wet	70.00 ^{ac} (1.51)	-1.14 ^{abc} (0.20)	18.66 ^{abc} (2.96)	73.96 ^{abc} (0.59)	1.48 ^{bc} (0.30)	20.43 ^{abc} (1.38)	64.95 ^{ab} (0.44)	2.31 ^{ab} (0.17)	15.78 ^{ab} (1.04)	65.77 ^{bc} (0.27)	0.57 ^{abc} (0.14)	15.76 ^{ac} (0.54)

() : standard deviation

a : significantly different with control in each thickness(p <0.05).

b : significantly different with 1mm thickness in each treatment(p <0.05).

c : significantly different with dry specimen in each thickness(p <0.05).

대조군과 항온수조 침적 후의 색, xenon 램프 1주일 조사 후와 2주일 조사 후 건조한 시편의 색을 비교 한 결과, DT는 항온수조 침적 후와 xenon 램프 조사 후의 L*값이 대조군에 비해 유의성 있게 증가하였으며, FT는 최종적인 L*값이 대조군에 비해 유의성 있게 증가하였으며, 복합레진인 EL과 ZH는 항온수조 침적 후와 xenon 램프 1주일 조사 후 L*값이 대조군에 비해 유의성 있게 감소하였으나 xenon 램프 2주일 조사 후에는 오히려 대조군에 비해 유의성 있게 증가하였다(Fig. 1).

a*값의 변화를 살펴보면 모든 재료에서 항온수조 침적 후 대조군에 비해 유의성 있게 감소되었는데, DT와 EL에서는 이후 xenon 램프 조사 1주 후에도 계속하여 유의성 있게 감소하다가 2주 조사 후에는 다시 유의성 있게 증가하였고, FT과 ZH에서는 xenon 램프 조사 후 대조군에 비해 유의성 있게 증가되었다 (Fig. 2).

b*값의 변화를 살펴보면 대조군에 비해 항온수조 침적 후와 xenon 램프 조사 후 1주일까지는 DT, FT, EL, ZH에서 유의성 있게 증가하였고, 2주 조사 후에는 유의성 있게 감소하였다(Fig. 3).

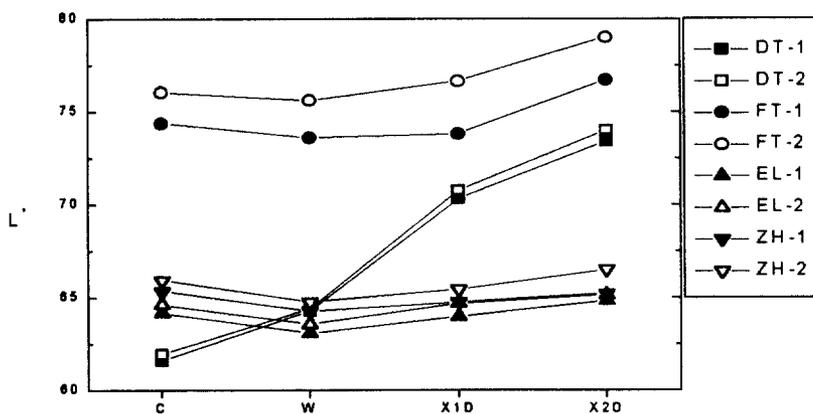


Fig. 1. The graph of L* values for each material

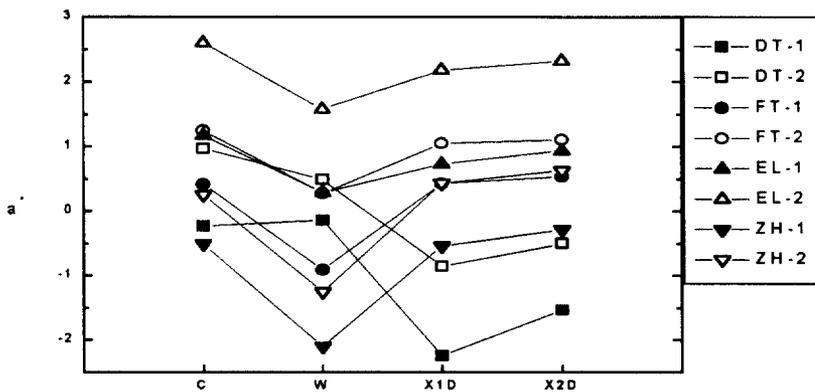


Fig. 2. The graph of a^* values for each material

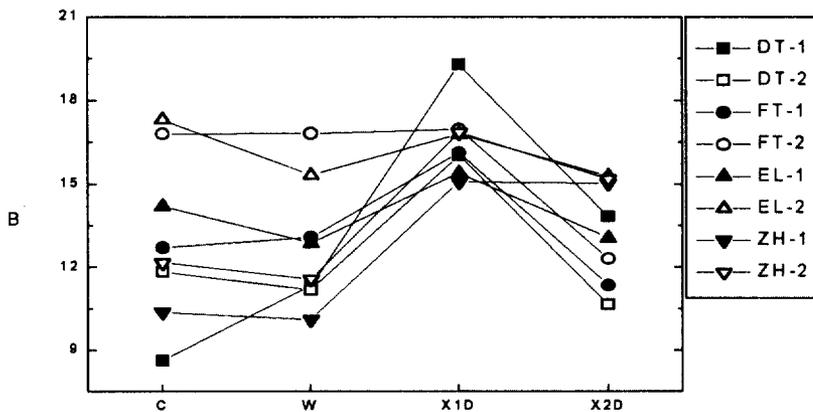


Fig. 3. The graph of b^* values for each material

전체적인 색 변화를 보여주는 ΔE 을 살펴보면, DT는 시험한 모든 조건에서 시각인지 한계인 3.3을 넘는 10이상의 ΔE 값을 나타내었고, FT는 xenon 램프 조사 후 일부에서 3.3이상 6.35이하의 ΔE 값을 나타내었다. EL의 경우에는 모든 경우에서 3.3이하의 ΔE 값을 나타내었고, ZH의 경우 xenon 램프 조사 후 일부에서 3.3이상 5.23이하의 ΔE 값을 나타내었다(Table 3, Fig. 4).

Table 3. The means of color changes(ΔE values) between control group and each experimental group

		DT		FT		EL		ZH	
		1mm	2mm	1mm	2mm	1mm	2mm	1mm	2mm
water		3.85	3.30	1.77	1.54	1.98	2.56	2.50	2.14
xenon 1week	dry	13.96	10.84	3.50	3.16	1.30	0.90	4.78	4.78
	wet	14.61	10.68	6.35	4.63	2.47	1.30	5.23	5.15
xenon 2weeks	dry	13.41	11.24	2.98	5.52	1.53	2.17	4.68	3.13
	wet	15.49	10.97	6.34	4.26	1.16	1.71	5.09	3.54

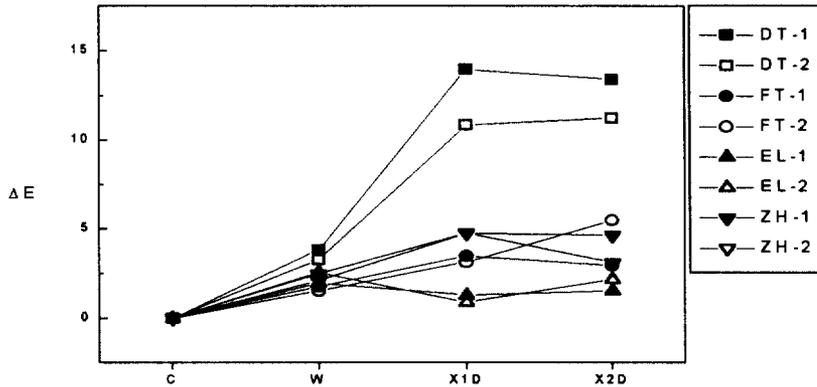


Fig. 4. The graph of ΔE values for each materials.

각 재료에서 1 mm와 2 mm의 결과를 비교하면, DT의 경우 L^* 값은 두께의 차이에 따라 유의성 있는 차이를 보이지 않았으나 a^* 값은 2 mm에서 유의성 있게 큰 값을 나타내었으며, b^* 값은 유의성 있게 작은 값을 나타내었고, FT, EL, ZH에서는 2 mm가 1 mm에 비해 L^* , a^* , b^* 값 모두 유의성 있게 큰 값을 나타내었다($p < 0.05$).

Xenon 램프 조사 후 건조한 상태와 습윤한 상태로 측정된 L^* , a^* , b^* 값을 비교하면, DT에서는 습윤한 상태의 L^* , a^* 값이 건조한 상태보다 유의성 있게 작았고, b^* 값은 유의성 있게 컸다. FT에서는 습윤한 상태의 L^* 값이 건조한 상태보다 유의성 있게 작았고, a^* , b^* 값은 유의성 있게 컸다. EL에서는 L^* 값의 경우 유의성 있는 차이가 없었으나, 습윤한 상태의 a^* , b^* 값이 건조한 상태보다 유의성 있게 작았다. ZH의 경우 습윤한 상태의 L^* , a^* 값이 건조한 상태보다 유의성 있게 작았고, b^* 값은 유의성 있게 컸다.

1 mm 두께와 2 mm 두께의 각 재료에서, 대조군, 항온수조 침적 후, xenon 램프 1주일 조사 후, xenon 램프 2주일 조사 후의 건조한 상태의 시편에서 측정된 $L^*a^*b^*$ 값은 다음의 그래프와 같다(Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8).

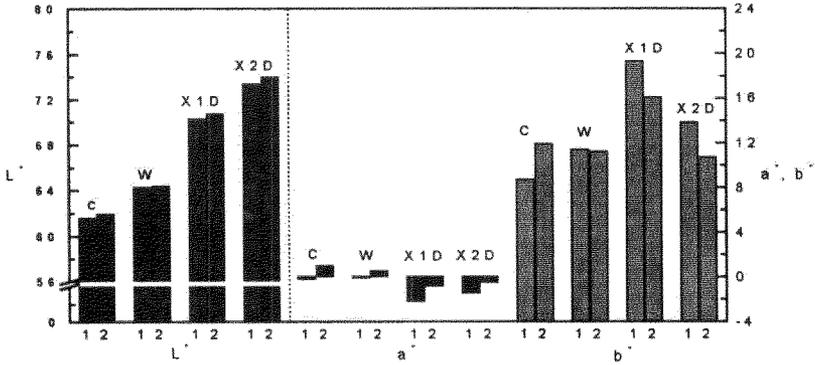


Fig. 5. The graph of $L^*a^*b^*$ values of Dyract.

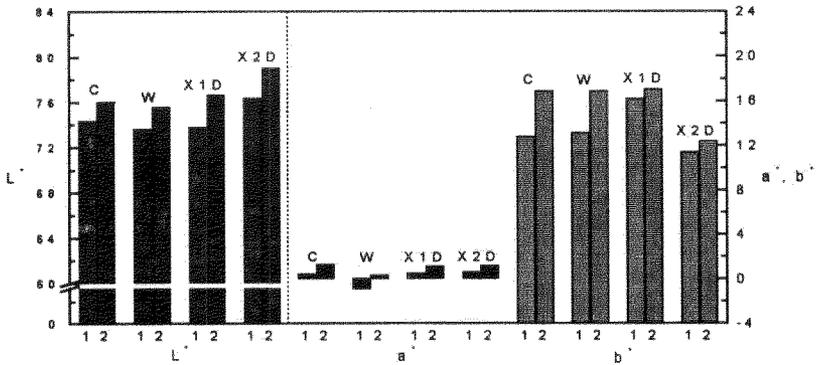


Fig. 6. The graph of $L^*a^*b^*$ values of F2000.

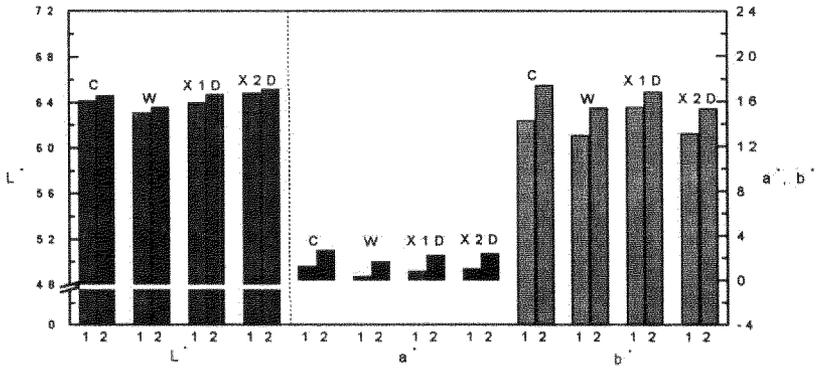


Fig. 7. The graph of L*a*b* values of Estelite.

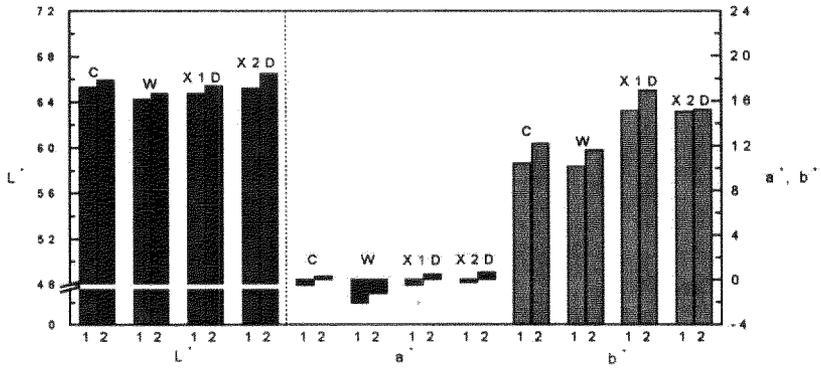


Fig. 8 The graph of L*a*b* values of Z100.

IV. 총괄 및 고찰

복합레진의 색변화와 관계되는 요소 중 내부변색은 다양한 광선의 조사²⁾, 재료내에 함유된 작용기의 종류^{1,6)}, 재료의 중합정도와 온도변화⁴⁾, 다양한 용매와의 접촉으로 중합된 재료로부터 미반응 활성화제, 반응 개시제 등의 첨가물 등이 유리되어⁶⁾ 발생한다. 두 개의 카르복실기와 폴리산을 두 개의 이중결합기능기를 갖는 이중 관능기성 단량체로 대체시킨 복합레진인 컴포머는 물리적 성질 면에서 복합레진과 유사하여 유구치와 유전치의 심미수복재로서 사용되고 있는데, 이는 복합레진과는 다른 성분으로 내부변색을 유발하는 정도도 다를 것이라 생각된다. 중합체의 성분 분해나 용출은 중합후 중합되지 않은 내부 성분이 용출되거나 중합된 성분이 이후 광화학적 요인 등에 의해 분해되어 발생하는 데, Bis-GMA를 사용한 것보다 UDMA를 사용한 복합레진이 수분에 용해되지 않는다고 하였고, 아연, 바륨, 스트론튬과 같은 방사선 불투과성 성분을 함유한 충전재가 quartz나 silica를 함유한 충전재보다 수분에 용출되기 쉽다고 하였다⁶⁾.

복합레진의 색 변화를 측정하는 방법으로 ISO규격과 ADA규격에서는 중합 후 한 시간동안 37°C 항온수조에 담가두었다가 7일간 어두운 실온상태의 항온수조에 보관하거나 23시간동안 60°C의 항온수조에 보관하였다가 시편의 절반을 알루미늄 호일로 가린 뒤 150 klx의 xenon 램프에 24시간동안 보관한 후 3명의 관찰자가 xenon 램프에 노출된 부분과 노출되지 않은 부분의 차이를 인지하는 방법을 사용한다. Dietschi 등⁴⁾은 중합직후의 복합레진이 급격한 온도 변화에 일찍 노출되는 경우 더 많은 변색이 유발될 수 있다고 보고하였다. 비록 광중합형 복합레진과 컴포머가 사용되었지만 중합직후에는 가능한 한 안정

된 온도에서 완전한 중합이 이루어지는 것이 중요하므로 처음 1주일간은 37℃ 항온수조에서 재료를 안정화시켰다. 이후 1주일간은 60℃의 항온수조에서 보관하여 완전히 중합된 재료에서 용출되는 성분이 변색에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

심미 수복재로서의 사용 가능성을 알아보기 위해 심미 수복재의 색변화를 측정하는 방법에는 정해진 일정한 관찰자에 의해 반복된 주관적으로 측정하는 방법과 기계를 사용하여 색을 구성하는 요소를 수치화함으로써 객관적으로 측정하는 방법이 있다. 이 연구에서는 색 측정을 위해 물체의 색을 구성하는 요소를 정량화하여 수치로 표시하는 CIE $L^*a^*b^*$ 표색계를 이용하였다. 이 표색계에서 L^* 은 명도를 나타내며, a^* 와 b^* 는 채도좌표로서 a^* 의 양의 증가는 적색의 증가를, a^* 의 음의 증가는 녹색의 증가를 나타내며, b^* 의 양의 증가는 황색의 증가를, b^* 의 음의 증가는 청색의 증가를 의미한다. 따라서 물체의 $L^*a^*b^*$ 값은 그 물체의 고유한 색을 나타내며, 물체의 변색정도는 이후에 측정된 $L^*a^*b^*$ 값과의 차이를 이용하여 ΔE 값을 구함으로써 측정된다. 이렇게 수치화된 색변화라도 사람에게 의해 주관적으로 관찰될 때는 변화정도가 다르게 느껴질 수 있어 ΔE 값이 어느 정도 되어야 임상적으로 차이가 나는 지에 대해서는 여러 가지 의견의 차이를 보인다. Um 과 Ruyter³¹⁾는 ΔE 값이 3.3 이상인 경우 시각적으로 인지된다고 보았으며, Cook 등³⁾은 ΔE 값이 5.4 이하이면 임상적으로 적절하며 ΔE 값이 10.6 이상인 재료는 임상에서 심미 수복재로 사용하기 어렵다고 보고하였고, Edward 등⁴⁾은 ΔE 값이 2.07 ± 7.64 이면 심미 수복재로 사용할 수 있다고 보고하였다.

ΔE 값의 경우 DT에서는 항온수조 침적 후부터 3.3 이상의 수치를 나타내었고, xenon 램프 조사 후에는 10 이상의 높은 수치를 나타내어 가장 큰 변색을 나타내었고, FT, ZH에서는 일부 단계에서 3.3 이상의 수치를 나타내었으나

6.35이상의 변색을 보이지는 않았으며, EL의 경우에는 3.3 이하의 ΔE 값만을 나타내었다. ΔE 값이 심미 수복재의 변색정도를 나타내는 수치로서 의미를 가지는 것은 ΔE 값이 ΔL 값, Δa 값, Δb 값을 반영하기 때문인데, 복합레진의 경우 자연치에 비해 채도가 떨어지기 때문에 재료의 명도를 나타내는 ΔL 값은 임상적으로 더욱 큰 의미를 가진다⁴⁾.

FT, EL, ZH의 경우 L^* 값은 항온수조 침적 후 감소하였다가 xenon 램프 조사 후 증가하여 대조군에 비해 증가되었고, DT의 경우에는 항온수조 침적 후 증가하였고 xenon 램프 조사 후에도 계속 증가하여 가장 많은 ΔL 값의 증가를 나타내었다. 자연치에 비해 복합레진의 명도가 높기 때문에 변색에서 ΔL 값의 증가가 지나친 재료는 시간이 지날수록 자연치와의 차이가 뚜렷해져 심미 재료로서 사용하기에는 어려울 것으로 생각된다. Δa 값과 Δb 값을 살펴보면, DT의 경우 항온수조 침적 후, xenon 램프 조사 후 a^* 값은 유의성 있게 감소하였고, b^* 값은 항온수조 침적 후, xenon 램프 조사 후 유의성 있게 증가하여 적색은 감소하고 황색이 증가되는 결과를 보여주었으며, FT, EL, ZH의 경우에는 일정한 변화 양상을 보이지는 않았으나 약간씩 증가되는 양상을 보였는데 이는 초기 시효시 복합레진의 채도가 증가한다는 Powers 등²⁵⁾의 연구 결과와 일치한다.

재료의 두께가 증가되었을 때 모든 재료에서 L^* , a^* 값은 유의성 있게 증가되었고, b^* 값은 DT를 제외한 모든 재료에서 두께 증가시 유의성 있게 증가되었다. 이는 두께가 증가함에 따라 흑색 배경을 사용할 때 나타나는 대조효과가 두드러지기 때문으로 생각된다. 건조한 상태와 습윤한 상태의 시편에서 나타나는 색의 차이를 살펴보면 모든 재료에서 습윤한 상태의 L^* 값이 감소되었고, b^* 값은 증가되었으며, a^* 값은 재료마다 다른 양상을 보여 주었다.

재래형 복합레진은 미세입자형 복합레진에 비해 충전재 탈락에 의한 표면의

파괴가 더 많이 일어나 더욱 많은 변색이 발생한다고 보고되었는데^{6,25)}, 복합레진과 컴포머 간에도 사용되는 충전재의 종류와 기질의 종류에 따라 시간 경과에 따른 구강 내에서의 표면 파괴 정도는 다르리라 예상되며, 이후로 재료의 성분에 따른 변색정도의 차이를 비교하여 보다 심미적이고 사용하기에 간편한 재료의 개발이 이루어져야 하리라고 사료된다.

V. 결론

본 연구는 폴리산 강화형 복합레진, 즉 컴포머와 심미수복재로서 널리 사용되는 복합레진의 색조 안정성을 비교하기 위해 Dyract, F2000 등 2종의 컴포머와 Estelite, Z100 등 2종의 광중합형 복합레진을 선택하여 37°C의 항온수조에서 1주일간 보관후 60°C의 항온수조에서 1주일간 보관하고, 이후 150 klx의 xenon 램프하에서 1주일, 이후 다시 1주일간 보관하였다. 처음의 색과 60°C 항온수조에서 1주일 보관한 후의 색, xenon 램프하에서 1주일 보관한 시편에서 건조한 상태의 색과 젖은 상태의 색, xenon 램프하에서 2주일 보관한 시편에서 건조한 상태의 색과 젖은 상태의 색을 비교하여 색변화를 구함으로써 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Dyract에서는 항온수조 침적 이후와 xenon 램프 조사후 10이상의 ΔE 값을 나타내었고, F2000은 항온수조 침적 이후에는 3.3을 넘는 색 변화를 보이지 않았으나 xenon 램프 조사 후 3.3 이상 6.35이하의 색 변화를 나타내었다.
2. Z100은 항온수조 침적 이후에는 3.3을 넘는 색 변화를 보이지 않았으나 xenon 램프 조사 후에는 3.3 이상 5.23이하의 색 변화를 나타내었고, Estelite에서는 시각인지한계 3.3을 넘는 색 변화가 나타나지 않았다.
3. 재료의 두께가 증가하였을 때 L^* 값, a^* 값, b^* 값은 Dyract를 제외한 모든 재료에서 유의성 있게 증가하였다($p < 0.05$).
4. 습윤한 상태의 색은 건조한 상태의 색에 비해 L^* 값은 모든 재료에서 유의성 있게 감소하였고, b^* 값은 모든 재료에서 유의성 있게 증가하였으며 a^* 값은 일정한 양상을 보이지 않았다($p < 0.05$).

이상의 결과로 심미수복용 컴포머는 복합레진에 비하여 색조가 불안정한 제품이 있어 영구치의 심미치료시 재료 선택에 신중을 기해야 할 것으로 사료되었다.

참고문헌

1. Asmussen E.: Factors affecting the color stability of restorative resins, *Acta Odontol. Scand.* 41:11-18, 1983.
2. Brauer G.M. : Color changes of composites on exposure to various energy sources, *Dent. Mater.* 4:55-59, 1988.
3. Cook W.D. ,Chong M.P. : Colour stability and visual perception of dimethacrylic based dental composite resins, *Biomaterials* 6:257-264,1985.
4. Dietschi D., Campanile G., Holz J., Meyer J.M.: Comparison of the color stability of ten new-generation composites:An in vitro study, *Dent. Mater.* 10:353-362, 1994.
5. Edward J.S., Sara A.H., Peter S.L.: Colorimetric evaluation of Vita shade resin composites, *Int. J. Prosthodont.* 7:356-361, 1994.
6. Geurtsen W.: Substances released from dental resin composites and glass ionomer cements, *Eur. J. Oral Sci.*, 106:687-695, 1998.
7. Gorden. J. C.: Compomers vs resin-reinforced glass ionomers, *J. Am. Dent. Assoc.* 128:479-480, 1997.
8. Guggenberger. R. May R., Stefen K.P.: New trends in glass-ionomer chemistry, *Biomaterials* 19:479-483, 1998.
9. Hosoya A., Goto G.: Color chages of light-cured composite resins, *J. Clinical Pediatric Dent.*, 16:247-252, 1992.

10. Inokoshi S., Burrow M.F., Kataumi M., Yamada T., Takatsu T.: Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials, *Oper. Dent.* 21:73-80, 1996.
11. Iwami Y., Yamamoto H., Sato W., Kawai K., Torii M., Ebisu S.: Weight change of various light-cured restorative materials after water immersion, *Oper. Dent.* 3:132-137, 1998.
12. Jumlongras D., White G.: Bond strengths of composite resin and compomers in primary and permanent teeth, *J. Pediatric Dent.* 21:223-229, 1997.
13. Leinfelder K.F., Sluder M.S., Sockwell C.L., Strickland W.D., Wall J.T.: Clinical evaluation of composite resins as anterior and posterior restorative materials, *J. Prosthet. Dent.* 33:407-416, 1975.
14. Liatukas E.L.: A clinical investigation of composite resin restorations in anterior teeth, *J. Prosthet. Dent.* 27:616-621, 1972.
15. McCabe J.F.: Resin-modified glass-ionomers, *Biomaterials* 19:521-527, 1998.
16. Meyer J.M., Cattani-Lorente M.A., Dupuis V.: Compomers: between cements and composites, *Biomaterials* 19:529-539, 1998.
17. Miyagawa Y., Powers J.M., O'Brien W.J.: Optical properties of direct restorative materials, *J. Dent. Res.*, 60:890-894, 1981.
18. Miyagawa Y., Powers J.M.: Prediction of color of an esthetic restorative material, *J. Dent. Res.*, 62:581-584, 1983.

19. Nagamine M., Itota T., Torii Y., Irie M., Staninec M., Inoue K.: Effect of resin-modified glass ionomer cements on secondary caries, *Am. J. Dent.* 10:173-178, 1997.
20. Nicholson J.W., Croll T.P.: Glass-ionomer cement in restorative dentistry, *Quint. Int.* 28:705-714, 1977.
21. Peters T.C.R.B., Roeters J.J.M., Frankenmolen F.W.A.: Clinical evaluation of Dyract in primary molars:1-year results, *Am. J. Dent.* 9:83-87, 1996.
22. Powers J.M., Bakus E.R., Goldberg A.J.: In vitro color changes of posterior composites, *Dent. Mater.* 4:151-154, 1988.
23. Powers J.M., Dennison J.B., Koran A.: Color stability of restorative resins under accelerated aging, *J. Dent. Res.* 57:964-970, 1978.
24. Powers J.M., Fan P.L.: Erosion of composite resins, *J. Dent. Res.* 59:815-819, 1980.
25. Powers J.M., Fan P.L., Raptis C.N.: Color stability of new composite restorative materials under accelerated aging, *J. Dent. Res.* 59:2071-2074, 1980.
26. Powers J.W.: Surface roughness of composites and hybrid ionomers, *Oper. Dent.* 21:53-58, 1996.
27. Seghi R.R., Gritz M.D., Kim J.: Colorimetric changes in composites resulting from visible-light-initiated polymerization, *Dent. Mater.* 6:133-137, 1990.

28. Seghi R.R., Hewlett E.R., Kim J.: Visual and instrumental colorimetric assessment of small color differences on translucent dental porcelain, *J. Dent. Res.* 68:1760-1764, 1989.
29. Seghi R.R., Johnston W.M., O'brien W.J.: Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains, *J. Dent. Res.* 68:1755-1759, 1989.
30. Shaw A.J., Carrick T., McCabe J.F.: Fluoride release from glass-ionomer and compomer restorative materials:6-month data, *J. Dent.* 26:355-359, 1998.
31. Um C.M., Ruyter I.E.: Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea, *Quint. Int.* 22:377-386, 1991.
32. Verbeck R.M.H., De Maeyer E.A.P., Marks L.A.M., De Moor R.J.G., DeWitte A.M.J.C., Trimpeneers L.M.: Fluoride release process of (resin-modified)glass-ionomer cements versus (Polyacid-modified) composite resins, *Biomaterials* 19:509-519, 1998.

ABSTRACT

Comparison of Color Stabilities of Compomers and Composite Resins.

Hee-xae Kim, D.D.S.

*Department of Dental Materials,
The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Kyoung-Nam Kim, D.D.S., M.S.D., PhD.)

Compomer materials have the advantages of glass-ionomer cements and similar physical properties of composite resins. But there were a few studies about the color stability of compomers. In this study, two commercial compomers, Dyract and F2000 and two composite resins, Estelite and Z100 were used. They were stored in 37°C water bath for 1 week and in 60°C water bath for another 1 week and then they were aged with 150 klx xenon lamp for 1 week and another 1 week. The original colors just after light cured as the control color were measured by spectrophotometer according to the C.I.E. L*a*b* system, and the colors stored in 60°C water bath for 1 week, the colors aged with xenon lamp for 1 week in dry and wet condition, the colors aged with xenon lamp for 2 weeks in dry and wet condition were measured by the same method and compared with the control color. The results were as follows.

1. In Dyract the ΔE values after water bath storage and xenon lamp aging were over 10, and in F2000 the ΔE values after xenon lamp aging were 3.3-6.35.
2. In Z100 ΔE values after xenon lamp aging were 3.3-5.23 and in Estelite there were not ΔE values over 3.3.
3. When the thickness of specimen increased, the L^* , a^* , b^* values of all material except Dyract were significantly increased ($P < 0.05$).
4. Compared with dry condition, the L^* values were significantly reduced, and the b^* values were significantly increased in wet condition ($P < 0.05$).

It was concluded that Dyract compomer was not acceptable for an esthetic restorative material in permanent teeth for the color changes were over 10, and F2000 compomer had the color stability similar to the Z100 composite resin.

Key words : compomer, composite resin, color stability,
spectrophotometer