

표백술에 의한 복합 레진의 색변화와 색소 침착 정도

최낙원 · 손호현

서울대학교 치과대학 치과보존학 교실

ABSTRACT

DEGREE OF COLOR CHANGE AND DYE DEPOSITION ONTO COMPOSITE RESINS AFTER OFFICE BLEACHING *IN VITRO*

Nak-Won Choi, Ho-Hyun Son

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

Among the effects of tooth bleaching on composite resins, degree of color change and dye deposition onto composite resins after office bleaching were investigated *in vitro*. Seventy two disc-shaped resin samples were fabricated with hybrid type composite resin, Z-100 under 3 different environments (24 samples for each environment) characterized by 3 kinds of light-curing intensity and duration (250mW/cm²-20sec., 250mW/cm²-40sec., 550mW/cm²-20sec.). As control, one-third samples of each group were not treated with bleaching agent. The remaining two-thirds samples of each group were treated with bleaching agent (bleaching group). Then, before thermocycling procedure in coffee bath, the half of the samples treated with bleaching agent were polished (polishing group) with polishing system, SofLex, but the other half (not-polishing group) and control group were not polished. Another 72 samples were also made with microfilled type composite resin, Silux Plus and treated according to the experimental procedures mentioned above. The color of each resin sample was measured before bleaching, after bleaching, and after thermocycling preceded by bleaching. And color difference was evaluated.

It was concluded as follows:

1. The amount of color change of resin samples after office bleaching was not statistically significant ($p > 0.05$). But the samples which were treated with bleaching agent showed more color change than that of control group.
2. After thermocycling in coffee bath, the amount of color change of resin samples between control and bleaching group was not statistically significant ($p > 0.05$).
3. After thermocycling in coffee bath, the polishing procedure of resin samples showed no statistically significant difference ($p > 0.05$) between polishing and not-polishing group in the aspect of color change.

I. 서 론

현대 치과 술식에서 "아름답고 자연스러운 치아"에 대한 관심은 점점 커지고 있으며 특히 전치부에서 더욱 중요시 되고 있다. 우식증이나 변색 그리고, 다른 원인으로 인하여 전치부의 수복이 필요할 때, 복합 레진과 도재 veneer 그리고, 도재 전장관등은 자연치와 유사한 색조를 낼 수 있는 능력 때문에 환자들의 기호에 합치되는 재료로서 오랜 기간

사용되어져왔다. 그러나, 치아 경조직 구조의 파괴가 없음에도 불구하고 위의 수복재들을 이용하여 치아를 수복한다는 것은 치아 보존적인 의미에서 바람직하지 않은 일이라고 사료된다. 따라서, 예를 들면 변색된 치아의 경우 변색 부위를 삭제하고 치아 색조의 수복재로 수복하는 방법 대신, 근래에는 많은 경우 좀 더 보존적인 처치 방법으로서 치아표백술을 선택할 수 있다. 치아표백술은 경조직 구조의 삭제가 없으면서 변색된 치아를 자연치와 비슷한 색을 갖도록

할 수 있어 어느 정도 환자의 요구를 충족시켜줄 수 있다¹¹.

생활치 표백술은, 초기에는 강한 산화제인 30~35% 과산화수소수를 가지고 열이나 빛을 가하는 방법으로서 환자를 치과에 내원케하여 사용하였으나(In-office bleaching)² 최근에는 치과에 내원할 필요가 없이 환자 자신이 가정에서 행할 수 있는 치아표백술이 개발되었다. "Home bleaching"이라 불리는 이 술식은 대개 10~15%의 carbamide peroxide를 함유한 gel을 mouthguard에 넣고 환자가 이 mouthguard를 몇 시간 동안 장착하고 있기만 하면 되는 더욱 간편한 방법이다³.

생활치 표백술의 영역은 점점 넓어지고 있는 추세이나 몇몇 치아표백제는 법랑질과 레진간의 결합력에 좋지 않은 영향을 줄 수 있는 것으로 보고되고 있으며^{4,5} 치아표백술의 임상적인 부작용으로서 생활치의 치수에 영향을 끼쳐 과민증이나 mouthguard 주위의 치은 조직에 대한 위해 작용이 거론되고 있다⁶. 그 중, Ruse등⁷은 치아표백술이 행해진 소의 법랑질에서 표백술 전보다 더 유기적이고 산부식에 저항성이 강한 표면 구조가 나타난다고 발표하였으며 Ben-Amar등⁵은 사람 치아에서 home bleaching 후에 법랑질의 표면에 미세공이 증가한다고 하였다. 표백술 전후의 법랑질의 표면 변화가 없다고 반박하는 학자들도 있으나⁸ 표백제, 특히 강한 산화제인 30~35%의 과산화수소수는 유기물을 파괴할 수 있는 능력을 가지고 있어 치아 경조직 외에 기존에 존재하는 수복물에도 영향을 미칠 수 있을 것이라는 의문점도 계속 제기되어왔다^{1,9,10}.

기존의 수복물 특히 심미적으로 중요한 복합 레진 수복물이나 글라스 아이오노머 시멘트에 대한 연구¹⁰가 진행되어 표백술을 거친 다음 복합 수복물의 색 변화¹¹, 강도 변화^{1,12}, 표면 질감의 변화⁹ 그리고, 용해도¹⁰ 등 실험결과들이 이미 발표되었다. 앞의 실험항목들은 수복물의 마모등 영구성에 미치는 영향을 파악하게 해줄뿐 아니라 색의 안정성 파악에서도 중요한 기준이 될 수 있다. 이 중 수복물의 색 변화와 표면 질감의 변화 특히, 표면 조도의 변화는 주위 치아와의 색 조화에 직접적인 영향을 줄 수 있다. 표면이 거칠

어질수록 음식물 색소가 침착되기 더욱 쉬어져 시간이 지날수록 주위 치아와 색 차이가 심해질 것이기 때문이다^{6,13,14}. 복합 레진 수복물이 존재하는 치아의 경우 표백술을 시행할 때 심미적 치료를 완성하기 위해서는 표백술 자체에 의한 수복물의 색 변화뿐만 아니라 표백술 후 발생 가능한, 색소 침착에 의한 복합 레진 수복물의 색 변화에 대해서 정확한 이해가 필요할 것이다.

이에 본 연구에서는, 광조사 시간과 광조사 강도에 차이를 두어 레진의 중합정도의 차이에 따른 치아표백술시의 색 변화를 관찰하였고 표백술 후의 색소 침착에 의한 색 변화 정도를 알아본 바 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 복합 레진은 혼합형 입자인 3M(St. Paul, MN, USA)사의 Z 100(Shade A4)과 미세입자형인 3M사의 Silux Plus(Shade U)였다. 가시광선 조사기는 3M사의 VisiLux 2(250mW/cm², 550mW/cm²)를 사용하였다.

레진 시편의 표백술에 사용된 office bleaching 재료는 Shofu(Menro Park, CF, USA)사의 Hi-Lite이다. 이 제품은 35%의 과산화수소수를 사용하고 있다. 적외선 조사는 실시하지 않았다.

시편의 색 변화측정은 Minolta(Osaka, Japan)사의 Chromameter CR 321의 모델인 colorimeter를 사용하였다.

2. 실험방법

모든 레진 시편에 일정한 직경과 후경을 부여하기 위해 시편 제작용 금속 고리(내부직경: 5mm, 후경: 1.2mm)를 제

Table 1. Number of samples of each subgroup

	curing light intensity, curing time	no bleaching			bleaching		
		c	p	np	c	p	np
Z 100	I (250mW/cm ² , 20sec.)	8	8	8	8	8	8
	II (250mW/cm ² , 40sec.)	8	8	8	8	8	8
	III (550mW/cm ² , 20sec.)	8	8	8	8	8	8
Silux Plus	I (250mW/cm ² , 20sec.)	8	8	8	8	8	8
	II (250mW/cm ² , 40sec.)	8	8	8	8	8	8
	III (550mW/cm ² , 20sec.)	8	8	8	8	8	8

c(control), p(polishing), np(no polishing)

작하였다. 깨끗한 현미경용 슬라이드 글래스 위에 금속고리를 놓고 고리 안에 복합 레진을 충전한 후, mylar strip으로 피개하고 그 위에 다시 슬라이드 글래스를 덮고 손으로 상부 슬라이드 글래스를 눌러 여분의 레진이 금속고리 밖으로 빠져나오는 것을 확인한 후 광조사하여 시편을 제작하였다.

Z 100 레진을 사용하여 250mW/cm²의 광조사기로 20초 중합한 군(I군), 250mW/cm²의 광조사기로 40초 중합한 군(II군) 그리고, 550mW/cm²의 광조사기로 20초 중합한 군(III군), 세 가지 군으로 나누어 각각 24개의 레진 시편을 제작하였다. 위와 같은 방법으로 Silux Plus 레진 시편도 24개를 제작하였다. 제작된 6개의 각 군은, 대조군으로서 표백술을 시행하지 않은 군(c)과, 표백술 시행 후 열순환(thermocycling)을 실시하기 전에 표면 연마를 하는 군(연마군, p)과 하지 않는 군(비연마군, np)으로 다시 각각 시편 8개씩, 세 개의 소그룹으로 구분하였다(Table 1).

제작된 복합 레진 시편들의 아래 면 즉, 광조사 시에 조사기의 tip의 반대쪽 면을 SofLex를 이용하여 coarse, medium, fine 그리고 superfine 순서대로 연마하였다. 이후 연마된 쪽의 반대 면에는 각 소그룹 당 분배된 8개의 시편에 1 번에서 8 번까지 유성 펜으로 표시를 해두었다.

표백술이 진행되는 기간동안 총 18개 소그룹의 시편들은 반투명의 플라스틱 용기에 등장성 식염수를 넣고 보관하였다. 그리고, 표백술 시행 시마다 모든 용기의 식염수를 교환하였다. 광조사 시간 이후에도 중합이 계속되어지기 때문에^{15,16)} 시편제작 2일 후, colorimeter를 이용하여 표백술 전의 색을 측정하였다. 이 단계를 포함한 실험 기간 동안에 행해진 총 3차에 걸친 색 측정시에 한 시편당 3회 측정하여 그 평균치를 측정치로 정하였다. 색 측정은 CIE L*a*b* 측정 체계를 사용하였다.

시편제작 3일 후, 각 그룹의 대조군을 제외하고 나머지 12개 소그룹의 시편들에 대해 첫 번째 표백술을 실시하였다. 표백술은 분말 1 scoop당 3방울의 35% 과산화수소수의 비율로 혼합하여 레진 시편에 도포하고 10분간 기다리

는 방식으로 진행하였다. 하루의 표백술 시행 시마다 2회의 표백제 도포를 실시하였다. 이후 2일 간격으로 3회의 표백술을 시행하여 총 4회의 표백술을 시행하였다. 마지막 4회째 표백술을 실시하고 하루가 지난 다음, 표백술이 레진의 색 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 colorimeter로 시편의 색 측정을 실시하였다.

색 측정이 끝난 후, 각 그룹의 연마군인 6개 소그룹의 시편들을 SofLex disc로 차례대로 연마하였고 이들의 연마 시간 동안 비연마군 6개 소그룹은 다른 처리 없이 식염수에 보관하였다. 이후 모든 시편을 5℃와 55℃의 커피에서 번갈아 1분씩 총 500회의 온도변화를 주며 열순환을 실시하였다. 열순환 후에 각 시편들을 다시 등장성 식염수에 24시간 동안 담가놓은 다음 colorimeter로 시편의 색 변화를 측정하였다.

실험에서 얻어진 자료들의 통계처리는 Jandel사의 Sigmastat를 이용하였고 p=0.05 유의수준에서 ANOVA one-way test를 시행하고 군간의 비교를 위해 Student-Newman-Keuls test를 시행하였다.

III. 실험결과

시편을 제작하고 표백술을 시행하기 전, 시편들의 색을 측정 한 결과는 아래와 같았다(Table 2). Z 100에서는 I군의 L값과 b값만 II, III군의 것과 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보였다. 그리고 Silux Plus에서는 I군의 L값만 II군의 것과 통계학적인 차이를 나타내었고 나머지는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.

Z 100으로 제작한 시편의 경우, 표백술을 시행하면서 전체적으로 b값의 감소가 있었으며 L, a값에는 큰 차이가 나지 않았다. 표백술에 의한 색의 변화량은 표백술을 시행한 군(표백군, p와 np)과 시행하지 않은 군(대조군, c)과의 사이에 통계학적인 유의성은 없었다. 중합 환경(광조사 강도와 광조사 시간)에 따른 결과는 대조군과 표백군 모두에서 I군 환경 하에서의 변화가 통계학적으로 유의성 있게 큰

Table 2. L*, a*, b* values(mean(SD)) of samples before bleaching

		L*	a*	b*
Z 100	I	57.9(0.68) ^{a,b}	-1.03(0.18)	9.44(0.40) ^{c,d}
	II	57.0(0.72) ^a	-0.94(0.17)	8.95(0.50) ^e
	III	57.3(0.63) ^b	-0.94(0.11)	8.88(0.59) ^d
Silux Plus	I	65.0(0.82) ^e	-2.55(0.40)	8.93(0.91)
	II	64.3(0.60) ^e	-2.67(0.25)	8.87(0.67)
	III	64.6(0.61)	-2.49(0.18)	8.85(0.48)

For comparisons between the curing light environments(columns), means with same lower case letter are statistically different at p = 0.05 using the One-way ANOVA.

Table 3. Color changes(ΔE : mean(SD)) of Z 100 after bleaching and thermocycling

	ΔE (Initial \rightarrow bleaching)			ΔE (bleaching \rightarrow thermocycling)		
	c	p	np	c	p	np
I (250mW/cm ² , 20sec.)	2.31(0.83) ^{a,b}	2.17(0.77) ^{c,d}	3.63(0.89) ^{A,B,e,f}	6.50(1.65) ^{A,g,h}	6.12(1.27) ^{B,i,j}	
II (250mW/cm ² , 40sec.)	1.01(0.30) ^a	1.19(0.33) ^c	4.96(1.08) ^{C,e}	4.52(0.56) ^{D,g}	2.82(0.42) ^{C,D,i}	
III (550mW/cm ² , 20sec.)	0.94(0.36) ^b	1.04(0.38) ^d	5.56(1.26) ^{E,F,f}	3.53(0.73) ^{E,h}	3.00(0.43) ^{F,j}	

For comparisons between the experimental conditions(rows), means with same capital letter are statistically different at $p = 0.05$ using the One-way ANOVA

For comparisons between the curing light environments(columns), means with same lower case letter are statistically different at $p = 0.05$ using the One-way ANOVA

Table 4. Color changes(ΔE : mean(SD)) of Silux Plus after bleaching and thermocycling

	ΔE (Initial \rightarrow bleaching)			ΔE (bleaching \rightarrow thermocycling)		
	c	p	np	c	p	np
I (250mW/cm ² , 20sec.)	0.63(0.18) ^{A,a}	0.97(0.41) ^A	4.97(1.28) ^{c,d}	3.94(0.66)	4.40(0.71) ^{e,f}	
II (250mW/cm ² , 40sec.)	0.67(0.19) ^b	0.96(0.45)	3.88(0.36) ^{B,c}	3.61(0.37) ^C	2.92(0.40) ^{B,C,e}	
III (550mW/cm ² , 20sec.)	1.02(0.18) ^{a,b}	1.08(0.25)	3.43(0.28) ^d	3.39(0.26)	3.43(0.32) ^f	

For comparisons between the experimental conditions(rows), means with same capital letter are statistically different at $p = 0.05$ using the One-way ANOVA

For comparisons between the curing light environments(columns), means with same lower case letter are statistically different at $p = 0.05$ using the One-way ANOVA

것으로 나타났다. 커피에서의 열순환 이후에는 전반적으로 L값의 감소, a값의 증가 그리고, b값의 비약적인 증가 양상을 나타내었다. 변화량 모두 표백술 후의 변화량보다 컸다. 이 과정에서도 I군의 변화량이 다른 두 군의 것보다 큰 것을 볼 수 있었다. 그러나, 열순환하기 전 연마를 한 군(연마군, p)과 하지 않은 군(비연마군, np) 사이에서의 차이는 확실하게 단정지어 말할 수 없을 정도였다. 각 소그룹의 색의 변화량(ΔE)을 Table 3에 나타내었다.

Silux Plus로 제작한 레진 시편들의 색의 변화를 관찰하여 Table 4에 나타내었다. I군만 제외하고는 Z 100에서와 같이 표백술이 레진의 색 변화에 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다. 중합 환경에 따른 결과는 대조군에서 III군이 다른 두 군보다 변화량이 컸지만 표백군에서는 별 차이가 없었다. 열순환 이후의 변화를 보면 Z 100과 마찬가지로 대조군, 표백군 모두 대체로 I군에서 다른 두 군보다 큰 변화량을 나타냈으나 연마군과 비연마군 사이의 차이는 통계학적인 범위에서는 단정적으로 규명할 수는 없었다.

IV. 총괄 및 고안

처음의 시편 색측정 시 다른 연구에서도 언급되었듯이¹⁷⁾

같은 재료, 같은 shade의 레진 수복물이라 하더라도 중합 율에 의해 색이 달라진다는 것을 알 수 있었다(Table 3). II군과 III군 사이에서는 L, a, b값의 차이가 없어 비록 광 중합 시간과 광조사 강도가 달랐지만 비슷한 중합율을 보였기 때문이라고 유추할 수 있었다.

복합 레진의 변색의 원인을 크게 두 가지로 나누는데 하나는 외인성이며 다른 하나는 내인성이다. 외인성 변색은 외부 색소에 노출되었을 때 그 색소를 흡수하거나 흡착하는 경우를 뜻하며¹⁸⁾ 치태 침착등과 관련이 있다¹⁹⁾. 내인성 변색은 레진 기질 같은 레진 재료 자체 변화와 filler와 레진 기질간의 접면에서의 물리화학적 반응에 의한다. 물에 담가놓았을 때 생기는 변색도 내인성에 속한다¹⁹⁾. 이전의 화학 중합형 레진보다는 덜하지만 광중합형 레진도 물을 포함한 여러 가지 원인에 의해 변색이 가능하다¹⁸⁻²²⁾. 레진이 메탄올 같은 유기 용매에는 더 잘 용출되지만 물에 담가 놓아도 어느 정도의 성분이 용출된다는 것은 잘 알려진 바이다²³⁻²⁶⁾. 꾸준히 용출되는 레진 구성 성분과 광중합후에도 발생하는 자발적인 중합반응^{15,16)} 그리고 수분이 chain과 교차 연결부위 사이의 빈 공간이나 중합시 생기는 작은 구멍들에 침투하면서 다량체 구조를 부풀게 하는 작용²⁷⁾때문에 아무 처리 없이도 식염수에 보관한 시편의 색이 변하는 것으로 사료된

다. Ferracane²⁴⁾은 복합레진의 용출 정도는 중합을 정도 즉, 미반응된 단량체의 수, 용매의 화학적 특징 그리고 용출되는 물질의 크기나 화학적 성분에 따라 결정된다고 하였고 Rueggeberg 등²⁵⁾은 중합율이 낮을수록 레진에서 빠져나오는 물질이 많아진다고 보고하였다. 단량체 중 이중 결합의 Bis-GMA는 색안정성이 떨어져²⁹⁾ 미반응 부분이 커질수록 색의 변화량이 클 것이라고 예상할 수 있다. 이같은 결과들은 이번 실험의 I 군이 다른 두 군보다 색변화가 큰 것에 대한 이유가 될 수 있을 것이다. 그리고, II, III군에 비해 I군에서 Silux Plus와 Z100, 두 재료간 변화량의 차이가 크게 나는 것도 중합율의 차이가 I군에서 보다 크기 때문이라고 사료된다. 즉, I군에서 Z 100의 중합율과 Silux Plus의 중합율의 차이가 조사시간을 길게 하거나(II군) 조사광도를 강하게 할 때는(III군) 줄어드는 것으로 예상할 수 있다. Burrow와 Makinson²⁰⁾도 광조사되는 시편의 상,하면에 따라 camphoroquinone의 용출량이 달라져 색의 변화량이 다르다고 하였다.

이 실험에서 표백술로 인하여 통계학적 유의성을 보이는 경우는 I 군을 제외하고는 없었다. 이러한 결과는 Monaghan 등¹¹⁾이 실험한 수치와는 다른데 Monaghan 등은 Silux Plus를 포함한 상용 레진을 30% 과산화수소수도포와 적외선 조사과정을 1회 시행시 30분간, 총 4회 거치게 하였다. 16개 군중에서 4개 군만 제외하고는 대조군과 유의할 만한 차이를 나타낸 Monaghan 등의 실험과 역시 표백술의 효과가 있다고 보고한 Cullen 등¹²⁾의 실험 결과와 이 실험의 결과와는 다르지만 실험 환경이 동일하지 않은 관계로 정확하게 표백 효과에 대해서 언급하기 힘들 것으로 사료된다. 적어도 적외선 조사 과정 없이 1회에 20분씩 총 4회 실시한 이번 실험의 경우에는 표백으로 인한 색변화는 없다고 할 수 있다.

이 실험에서 열순환을 실시한 이유는 구강내 환경과 비슷한 조건을 맞춰주기 위함이었다. Mair²⁶⁾는 완만한 온도의 변화는 레진 표면의 구조적 변화를 야기하지는 않았지만 색소가 레진 표면 하에 더 깊이 침투하도록 만든다고 보고하였다. 온도 변화 같은 물리화학적 응력은 표면과 표면하 구조의 파괴를 가져온다. 예를 들어 기존에 존재하는 미세공이나 filler와 기질간의 계면에 존재하는 틈새를 통해 미세균열같은 구조적 결함을 만들어낼 수 있다²⁹⁾. Filler-기질간 계면은 레진의 수분 흡수에 어느 정도 역할을 담당하는 것으로 알려져³⁰⁾ 용액상의 색소 침착에 중요 역할을 하는 것으로 알려져 있다^{19,26)}. 이런 작용은 구강내 타액이나 섭취된 용액 성분이 레진 내로 확산되어 레진의 구조 파괴와³¹⁾ 레진 성분 용출을 촉진하는 영향을 미쳐²³⁾ 레진 시편의 노화를 유발할 수 있다.

실험에서 열순환 후의 색 변화도 대체로 I군에서 크게 나타났다. Z 100의 대조군에서는 오히려 반대의 결과가 보였는데 다른 군들보다 L값의 감소와 b값의 증가폭이 작았다.

실험의 오류였던 것으로 생각되는 이 군을 제외하면 I군의 값이 II, III군보다 크게 나타난 것도 역시 중합율에 영향을 받은 것으로 사료된다. 중합율이 낮으면 단량체 기질의 구조와 filler, 그리고 두 물질간의 계면이 수분 흡수나 온도 변화에 의해 중합율이 높은 것에 비해 미세균열같은 구조의 파괴가 더 쉬어져 용액성 색소 침착이 많이 되는 것으로 이해할 수 있다.

열순환 후, 대조군과 표백군간의 색변화 차이도 확실한 단정을 하기에는 수치가 일정하지 않았다. Z 100의 I군을 제외하고는 대체로 대조군의 색변화가 표백군의 것보다 약간 큰 것으로 보이지만 통계적인 유의성을 밝혀내기에는 충분치 못했다. 그리고 연마군과 비연마군 사이의 차이도 통계적 유의성을 보이기에 크지 않았다. 표백술이 레진 시편의 색변화에 큰 역할을 하지 못하듯 표백술 후 색소 침착 실험에서도 확실한 결론을 이끌어내지는 못했다. 단순한 수분 흡수로 생기는 레진 시편 표면 변화와 실험상의 표백시간, 방법에 의한 표백술에 의한 변화가 색소 침착 정도에 있어서는 차이를 보이지 않았다는 것으로 사료된다. 그러나 색소 침착 정도에서 차이를 나타내지 않았을 뿐 다른 물리 화학적 변화가 없다고는 말할 수 없다. 이전의 연구들에서 레진 표면의 구조에 어느 정도 영향을 미치고 있다는 사실을 확인할 수 있다. 표면 연화 현상에 대한 언급이 많은데, Bailey와 Swift Jr.¹⁾는 혼합 입자형과 미세 입자형 복합 레진을 home bleaching용 표백제로 처리시 발생하는 표면 강도를 살펴보았는데 입자의 차이로 인한 차이점은 없었으며 연화 현상은 오랜 기간(28일, 4hr/day) 사용할 때에만 나타나는 것으로 보고하였다. Cullen 등¹²⁾은 일주일간 레진 시편을 30% 과산화수소수와 10% carbamide peroxide에 담가놓고 관찰한 결과, 혼합 입자형 레진보다 미세 입자형 레진에서 특히 30% 과산화수소수로 처리시 34%까지 인장강도가 감소한다고 하였다. 반면 Friend 등³²⁾과 Burger와 Cooley³³⁾는 복합레진이 표백술에 노출되면 각각 인장강도와 표면강도가 증가한다고 보고하였다. 연화 현상은 색소 침착과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있으므로³⁴⁾ 앞으로 중합율에 따라서, 표백술에 의한 표면의 물리 화학적 변화가 어떻게 진행되는지에 대한 연구가 색소 침착 정도를 포함하여 다각도로 진행되어야 할 것이다. 표면 조도의 변화에 대한 관심을 표명한 연구 중에서 Bowles 등⁹⁾은 Silux Plus, Herculite XR에 3시간까지 30%의 과산화수소수로 처리한 실험에서 표면 조도의 변화는 없었다고 하였으며 SEM으로 관찰시 표백제에 의한 침식 현상은 보이지 않았다고 하였다. 표백술을 거친 시편의 표면이 만약 거칠어진다면 다시 SofLex disc를 통하여 연마를 하였을 때 연마하지 않은 군(비연마군)보다 색소 침착이 적을 것이라는 가정 하에^{13,14,19)} 이번 실험을 진행했으나 표면 조도의 변화는 없었다. 만약 있었다 하더라도 SofLex disc로 연마 시 생기는 조도와 표백술 후 조도간에는 통계학적 유의성을 가

질 만큼의 차이는 없었던 것으로 생각할 수 있다. 본 실험에서 설정한 실험 방법하의 범위에서는 Bowles등이 행한 실험에서의 SEM 결과처럼 표백술 후 조도의 변화는 없는 것으로 결론 내릴 수 있다.

이상으로 보았을 때, 이전에 발표되었던 연구들과 비교해보면 표백술에 의해 레진 시편이 통계학적 유의성을 보일 만큼 색 변화를 일으키려면 본 실험에서 실시한 실험 방법에서 표백제에 노출되는 시간이 더 길어져야 할 것으로 사료된다. 그러므로, 임상 시술시의 Hi-Lite를 이용한 치아 표백술은 한 번 내원 시 20~30분 정도 과산화수소수에 노출되게 하며 대략 4~6회 내원하게 하므로 임상에서 기존에 수복되어 있던 복합 레진 자체에 문제가 발생하지는 않을 것으로 사료된다. 그러나, 적외선 조사 과정이 시술에 포함되거나 앞에 언급된 시간 이상의 처치를 받을 환자라면 기존의 연구발표로 미루어보다 환자에게 문제 발생 가능성에 대한 고지가 필요할 것이다. 그리고, 치아 자체의 색 변화가 레진보다 커짐으로 해서 발생하는 수복물과의 색의 부조화현상 가능성도 반드시 주시시켜 재수복의 필요성에 대해 언급해야 할 것이다.

본 실험에서 사용된 colorimeter 조사기 입구의 직경이 5mm 정도였음을 감안하면 레진 시편의 직경은 적어도 7~8mm 정도는 되어야 좀 더 정확한 색 측정이 될 것이며, 시편 수를 증가시켜 실험시 발생 가능한 오류가 실험 결과에 최소한의 영향을 미칠 수 있도록 해야 할 것으로 사료된다.

본 실험에서는 Z-100과 Silux Plus 시편들간에 표백술 실시 전의 L*a*b* 수치가 달라 상대 비교를 할 수 없었으나, 앞에서 언급된 수분 흡수와 연화 현상 및 색소 침착과의 관계를 생각한다면 본 실험에서 다루지 못한 입자 유형간의 차이점도 규명되어야 할 것이다. 입자 유형에 따라 달라지는 레진 기질 함량이 수분 흡수에 중요 역할을 하는 것으로 알려져 있기 때문이다^{1,27,35}). 따라서, 표백술 후에 레진 수복물의 색의 변화에 대해 입자 유형, 입자 함량, 단량체 구성비 그리고 이에 따른 중합율에 따라 살펴볼 필요가 있으며 레진 표면의 물리화학적 변화에 대한 연구도 함께 시행하여 표백술과 레진 수복물의 색안정성간의 관계 정립에 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 치아 표백술이 수복재로 사용된 복합 레진에 미치는 영향 중에서 표백으로 인한 직접적인 색변화와 표백술 후 색소 침착의 정도를 알아보기 위해 시행하였다. 복합 레진은 혼합 입자형인 Z 100과 미세 입자형인 Silux Plus를 사용하였으며 광조사 시간과 광조사 강도를 달리하여 시편을 제작하였고 실험은 표백을 하지 않는 대조군과 표백군으로, 다시 표백군을 연마군과 비연마군으로 나누어 연마 여부의 차이를 두었다. 열순환은 커피가 들어있는 욕조에서

시행하였다. 이 실험이 진행되는 동안 시편 제작 후, 표백술이 끝난 후, 열순환이 끝난 후, colorimeter로 색을 측정하여 색의 변화량을 살펴본 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 레진 시편을 대상으로 치아 표백술을 실시하였을 때 나타나는 색의 변화는 표백군에서 대조군보다 큰 값을 보였지만, 통계학적으로 유의하지 않은 범위였다.
2. 커피에서 열순환을 실시한 후, 대조군과 표백군간의 색 변화의 차이는 통계학적으로 유의하지 않았다.
3. 커피에서 열순환을 실시한 후, 연마군과 비연마군간의 색 변화의 차이는 통계학적으로 유의하지 않았다.

참 고 문 헌

1. Bailey SJ, Swift Jr EJ. Effects of home bleaching products on composite resins. *Quintessence Int* 23: 489-494, 1992.
2. Swift EJ. A method for bleaching discolored vital teeth. *Quintessence Int* 19, 607-612, 1988.
3. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 20: 173-176, 1989.
4. Josey AL, Meyers IA, Romaniuk K, Symons AL. The effect of vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehabilitation* 23: 244-250, 1996.
5. Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent* 8: 29-32, 1995.
6. Reinhardt JW, Eivins SE, Swift Jr EJ, Denehy GE. A clinical study of nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 24: 379-384, 1993.
7. Ruse ND, Smith DC, Torneck CD, Tittley KC. Preliminary surface analysis of etched, bleached, and normal bovine enamel. *J Dent Res* 69: 1610-1613, 1990.
8. Haywood VB, Leesch T, Heymann HO, Crumpler D, Bruggers K. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int* 21: 801-804, 1990.
9. Bowles WH, Lancaster LS, Wagner MJ. Reflectance and texture changes in bleached composite resin surfaces. *J Esthet Dent* 8(5):
10. Robertello FJ, Mearns WA, Gunsolley JC, Baughan LW. Effect of peroxide bleaches on fluoride release of dental materials. *Am J Dent* 10: 264-267, 1997.
11. Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E. Composite resin color change after vital tooth bleaching. *J Prosthet Dent* 67: 778-781, 1992.
12. Cullen DR, Nelson JA, Sandrik JL. Peroxide bleaches: Effect on tensile strength of composite resins. *J Prosthet Dent* 69: 247-249, 1993.
13. Hachiya Y, Iwaku M, Hosoda H, Fusayama T. Relation of finish to discoloration of composite resins. *J Prosthet Dent* 52(6): 811-814, 1984.
14. Chung KH. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater* 10: 325-330, 1994.
15. Pilo R, Cardash HS. Post-irradiation polymerization of different anterior and posterior visible light-activated resin composites. *Dent Mater* 8: 299-304, 1992.
16. Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E. Composite resin color change after vital tooth bleaching. *J Prosthet*

- Dent 67: 778-781, 1992.
17. Swartz ML, Phillips RW, Rhodes BF. Visible light-activated resins. Depth of cure. J Dent Res 61(Spec. Issue): Abstr 823, 1982.
 18. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. Quintessence Int 22: 377-386, 1991.
 19. 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.
 20. Burrow MF, Makinson OF. Color changes in light-cured resins exposed to daylight. Quintessence Int 22: 447-452, 1991.
 21. Brauer GM. Color changes of composites on exposure to various energy sources. Dent Mater 4: 55-59, 1988.
 22. Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H. In vitro color change of composite-based resins. Dent Mater 5: 384-387, 1989.
 23. Geurtsen W. Substances released from dental resin composites and glass ionomer cements. Eur J Oral Sci 106: 687-695, 1998.
 24. Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. J Oral Rehabilitation 21: 441-452, 1994.
 25. Söderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. Hydrolytic degradation of dental composites. J Dent Res 63(10): 1248-1254, 1984.
 26. Mair LH. Surface permeability and degradation of dental composites resulting from oral temperature changes. Dent Mater 5: 247-255, 1989.
 27. Ferracane JL, Berge HX, Condon JR. In vitro aging of dental composites in water—Effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. J Biomed Mat Res 42(3): 465-472, 1998.
 28. Rueggeberg FA, Craig RG. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. J Dent Res 67(6): 932-937, 1988.
 29. Ruyter IE, Svendsen SA. Remaining methacrylate groups in composite restorative materials. Acta Odontol Scand 36: 75-82, 1978.
 30. Kalachandra S. Influence of fillers on water sorption of composites. Dent Mater 5: 283-288, 1989.
 31. Montes-G GM, Draughn RA. In vitro surface degradation of composites by water and thermal cycling. Dent Mater 2: 193-197, 1986.
 32. Friend GW, Jones JE, Wamble SH, Covington JS. Carbamide tooth bleaching: changes to composite resins after prolonged exposure (Abstract). J Dent Res 70: 570, 1991.
 33. Burger KM, Cooley RL. Effect of carbamide peroxide on composite resins (Abstract). J Dent Res 70: 570, 1991.
 34. Asmussen E, Hansen EK. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. Scand J Dent Res 94: 174-177, 1986.
 35. Øysæd H, Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. J Dent Res 65(11): 1315-1318, 1986.