

# Surface glazing resin 에 의한 유동성 레진의 색 안정성

<sup>1</sup>가톨릭대학교 임상치과대학원, <sup>2</sup>삼육간호보건대학, <sup>3</sup>서울 아산병원 치과 보철과  
<sup>1,2</sup>김 선, <sup>3</sup>차현석

## ABSTRACT

### The color stability of the flowable resin and effect of surface glazing resin

<sup>1</sup>Graduate School of Clinical Dental Science, The Catholic University of Korea  
<sup>2</sup>Asan Medical Center  
<sup>1</sup>Kim sun, DDS, MSD, <sup>2</sup>Cha Hyun Suk, DDS, MSD

The purpose of this study was to investigate the color stability of flowable composite resins after immersion in a Coffee Mix and green tea solution with or without surface glazing resin.

Three flowable composite resins(Filtek Flow, Aeliteflo and DenFill Flow)and one universal hybrid composite resins(Z-100) were used for the specimens in this study. Eighty specimens(12mm×2mm) were fabricated from each composites resin and were divided into two groups(mechanical polishing only; Unglazing group, and chemical polishing with surface glazing resin; Glazing group). Each group of specimens were immersed in a Coffee Mix solution and a green tea solution during 185 hours(about 8 days).

The color changes( $\Delta E^*$ ) of all specimens before and after staining were measured by Spectrophotometer(Minolta 3500d, Japan) and statistically analyzed.

The results were as follows:

1. All of the specimen groups showed perceivable and significant color change( $\Delta E^*$ ). Flowable resin groups showed different color changes according to the polishing methods, and discoloring solution. Among unglazing groups, DenFill Flow in a green tea solution showed the least color change( $1.26 \pm 0.75$ ) and Filtek Flow in a Coffee Mix solution showed the greatest color change( $9.04 \pm 3.13$ ). Hybrid resin Z-100 by unglazing in green tea solution showed the least color change( $2.29 \pm 0.40$ ) and showed the greatest color change ( $9.10 \pm 1.13$ ) in coffee mix solution by glazing ( $P < .001$ ).
2. There was a significant greater color change in glazing groups than unglazing groups( $P < .001$ ).
3. There was a significant color change difference by discoloring solution : Coffee Mix solution showed more color change than green tea solution( $P < .001$ ).

Key words : Flowable composite resin, Spectrophotometer, Surface glazing resin

Correspondence to : 차현석 DDS, MSD 서울 아산병원 치과보철과, 서울시 송파구 풍납동 388-1  
Tel:(02)3010-3832, Fax:(02)3010-6967, E-mail:chahyunsuk@hanmail.net

## 서론

컴포지트 레진이 심미적인 수복재료로 1940년대 소개된 이후 개선된 컴포지트 레진의 지속적인 개발이 있었다. 최근 수복용 컴포지트 레진은 임상에서의 사용 편리성과 균일한 임상 결과를 얻을 수 있는 조작성 향상을 추구하고 있는데 유동성 컴포지트 레진과 구치부를 위한 응축성 컴포지트 레진이 이에 속한다.

1996년 최초로 소개된 유동성 컴포지트 레진은 혼합형 컴포지트 레진이나 구치부 응축성 컴포지트 레진에 비해 점도가 낮은 컴포지트 레진으로 1.0 $\mu$ m 내외의 필러입자를 가지며 필러 함량은 소와 열구 전색제(pit and fissure sealant)와 미세 입자형 컴포지트 레진보다 많고 혼합형 컴포지트 레진이나 구치부 응축성 컴포지트 레진보다 적은편인 50-70wt% 정도로 레진기질(matrix)을 더 많이 포함하고 있다<sup>1)</sup>. 유동성 컴포지트 레진은 필러입자 평균 크기 0.7 $\mu$ m 정도의 미세혼합형 컴포지트 레진에서 표면 활택도가 우수하여 심미성이 높다고 보고되었고, 또한 낮은 탄성계수로 인해 치아에 가해지는 응력을 흡수 하거나 분산시켜 치아가 휘 때 탈락될 가능성이 있다고 한다<sup>2,3)</sup>.

최근 임상에서는 유동성 컴포지트 레진이 기존의 컴포지트 레진보다 높은 흐름성과 우식 와동의 내벽과의 우수한 적합성, 쉬운 접근성, 높은 탄성을 가진 특성으로 인해 이장재나 3급 와동 및 5급 와동 수복용으로 널리 사용되고 있으며 제조사들은 수복용 외에 이장재, 아말감 변연, 컴포지트 레진과 금관변연, 도개 수복물 보수 및 tunnel 와동수복, 소와 열구 전색제로 사용을 추천하고 있다. 3급 및 5급 와동은 심미성이 요구되는 수복부위로 수복물의 색변화, 미적 부조화, 색소 침착에 큰 영향을 받으므로 심미성이 매우 중요하다고 하겠다.

컴포지트 레진의 색변화에는 내재성 변화와 외재성 변화가 있는데 외재성 색소 변화는 커피나 홍차, 니코틴, 음료수 같은 외부에서 기인한 요소에 의한

오염으로 색소가 부착 또는 침투하여 발생한 변색을 말한다. Rueggeberg와 Margeson<sup>4)</sup>은 컴포지트 레진의 표면이 산소 미 중합층 (Oxygen Inhibition layer)과 기포에 의해 착색이 유도된다고 보고하였는데 모든 레진은 중합과정에서 10-15 $\mu$ m 두께의 산소 미 중합층이 형성되며 이 표면은 지지분하고 끈적이는 층으로 제거되어야 이물질의 오염을 막을 수 있다고 하였다. 이러한 끈적끈적한 산소 미 중합층을 제거하기 위하여 개발된 surface glazing resin은 제조사에 의하면 빠른 중합을 위해 단량체를 methacrylate 대신 acrylate를 사용하고 매우 빠른 광중합 개시제와 다량의 free radical을 발생시켜 공기속의 산소가 레진 내 radical을 고갈시키는 것을 방지하여 끈적끈적한 산소 미 중합층 발생을 억제해 광택 나는 부드러운 표면을 획득 할 수 있어 표면 착색 방지에 도움이 된다고 한다. Doray 등<sup>5)</sup>은 surface glazing resin이 완전하게 중합된 표면을 제공하고 표면의 기포를 줄여줌으로 인해 색소침착에 대한 저항성을 증가시킨다고 보고하였다.

컴포지트 레진 성질 중 색 안정성에 대한 많은 연구가 있어 왔는데 UM<sup>6)</sup>은 레진의 색 변화가 커피나 홍차 음료 같은 외부 착색 요소의 부착이나 흡수로 인해 발생 된다고 보고 하였으며 Stober 등<sup>7)</sup>은 UV, Mouth rinse, 홍차, 커피, 적포도주, 0.1% turmeric solution, deionized water하에서 미세혼합형 컴포지트 레진의 변색을 관찰하였으며 Nur 등<sup>8)</sup>은 차, 커피, 와인등이 치아의 범랑질과 Acrylic resin에 심각한 변색을 일으키는 것으로 보고 하였다.

본 연구에서는 3종의 유동성 컴포지트 레진과 1종의 전구치 겸용 컴포지트 레진으로 시편을 제작하여 surface glazing resin으로 glazing한 군과 기계적으로만 연마한 군으로 나누어 커피믹스 용액과 녹차 용액에 185시간(약 8일)동안 침전시킨 후 분광 광도계를 이용해 색조의 차이를 측정하였다. 유동성 컴포지트 레진의 색 안정성과 surface glazing resin이 컴포지트 레진의 색 안정성에 미치는 영향

을 평가해 보고자 하였으며 surface glazing resin이 콤포짓트 레진의 색 변화에 유의성 있는 결과를 주지 않을 것이라는 귀무가설(null hypothesis)을 채택하였다.

### 연구 재료와 방법

#### 1. 실험 재료

본 실험에서 사용된 유동성 콤포짓트 레진은 Aeliteflo(Bisco Inc, USA), DenFil Flow(Vericom, Korea), Filtek Flow(3M ESPE, USA) 3종 과 전구치용 콤포짓트 레진 Z-100(3M ESPE, USA)을 사용하였다. 색상은 Z-100을 포함 모두 A2였다(Table 1).

Table 1. Types and properties of composite resins

Type	Code	Material	Shade	Batch No.	Filler weight in %	Filler size in $\mu\text{m}$	Manufacturer
Flowable resin	A	Aeliteflo	A2	0400007551 0400007664	56	0.7(mean)	Bisco Inc. USA
	D	DenFil Flow	A2	FRO5304 FRO5106	60	0.01-2.5 0.7(mean)	Vericom, Korea
	F	Filtek Flow	A2	20041204 20041119	68	0.01-6.0 1.5(mean)	3M ESPE, USA
Hybrid resin	Z	Z-100	A2	5EW2008-01 4BF2007-07	85	0.01-3.5 0.6(mean)	3M ESPE, USA

#### 1) 실험군 분류

실험군은 Aeliteflo(A), DenFil Flow(D), Filtek Flow(F) 유동성 콤포짓트 레진 3종과 대조군으로 전구치부 겸용 콤포짓트 레진 Z-100(Z)을 사용하여 각각 20개씩 총 80개를 제작하여 시편의 절반은 기계적으로 연마하고 절반은 surface glazing resin Biscover(Batch No. 0300014512, Bisco, USA)를 사용하여 chemical polishing하였다.

기계적으로만 연마한 군을 Unglazing(U)군으로 surface glazing resin, Biscover 로 표면을 처리한 군을Glazing군(G)으로 나누어 무작위로 각 재료당 5개씩 나누어 녹차 용액(T)과 커피믹스(C) 용

액 속에 침전시켰다(Table 2).

Table 2. Classification of the experimental groups and abbreviated group code names

Code	Glazing(G)/Unglazing(U)	Coffee(C)	Green tea(T)	Total
A	G	n=5	n=5	n=10
	U	n=5	n=5	n=10
D	G	n=5	n=5	n=10
	U	n=5	n=5	n=10
F	G	n=5	n=5	n=10
	U	n=5	n=5	n=10
Z	G	n=5	n=5	n=10
	U	n=5	n=5	n=10
Total		n=40	n=40	n=80

#### 2) 시편제작

직경 12mm, 두께 2mm의 디스크 형태의 시편을 제작하기 위해 teflon mold를 제작하였다. teflon mold 아래쪽에 mylar strip과 cellulose tape을 붙이고 유리판을 댄 후 유동성 레진이 주형 밖으로 새어나가지 않도록 하고 레진을 기포가 발생되지 않도록 충전 한 후 다시 mylar strip과 유리판을 덮고 할로겐 광중합기(VIPTM junior, Bisco Inc, USA)로 양면을 제조사의 지시대로 중합하고 잉여분을 제거하였다.

전구치 겸용 콤포짓트 레진은 주형 아래쪽에 유리판, mylar strip 순으로 깔고 레진을 압축하여 충전 후 mylar strip, 유리판 순으로 덮어 기포가 생기지 않도록 하고 할로겐 광 중합기로 양면을 제조사의 지시대로 중합하고 잉여분을 제거하였다.

#### 3) 시편 표면처리

80개의 시편 양 표면과 들레부위를 600, 800, 1000 grit sand paper로 주수 하에서 거친 순서대로 시편 한 면당 15초 동안 연마하고 Sof-Lex disc(Shofu, Japan)로 마무리 했다. 연마 후 흐르는 물에 30초 동안 세척하고 초음파 세척기로 10분간 세척하여 연마로 발생한 잔존물을 완전히 제거 후

종이타월로 건조시켰다. 40개의 시편은 surface glazing resin, Biscover로 양면을 표면 처리하였다. 표면처리는 15초 동안 산 부식 후 Biscover를 15초 간격으로 두 번 도포 한 후 air로 Biscover가 고루 잘 퍼지게 한 후 할로겐 광증합기(VIP junior, Bisco, USA)로 제조사의 지시대로 광증합하였다.

#### 4) Incubation

증류수 100ml가 담긴 250ml 비커 8개에 시편들을 10개씩 담아 37°C incubator에 24시간 보관하였다.

#### 5) 착색 전 색조 측정

24시간 동안 증류수에 보관하였던 시편들을 꺼내어 blot drying 후 분광 광도계 (CM-3500d, Minolta, Japan)를 이용하여 착색 처리 전 색조의 수치를 측정 및 기록하였다.

#### 6) 색소 용액 준비

500ml 비커에 100°C 증류수 500ml 넣고 녹차(보성녹차 1.2g, 동원 F&B, 한국) 티백 5개를 10분간 우려내어 제조 하였다. 커피믹스 용액은 500ml 비커에 100°C 정제수 500ml 넣고 맥심 커피믹스(맥심 오리지널 커피믹스 12g : 커피1.8g, 동서식품, 한국) 5팩을 10분간 저어서 제조하였다. 100ml 비커 16개에 surface glazing resin으로 처리한 시편(G)과 기계적 polishing만 한 시편(U)을 나누어 각각 무작위로 5개씩 커피용액과 녹차용액 50ml에 침전시켰다. 시편은 침전 후 24 시간마다 미생물의 증식을 막기 위해 용액을 교체 하였다.

#### 7) 색소 측정

침전 시킨 시편들을 침전 후, 185시간(약8일) 후에 분광 광도계를 이용하여 색조를 측정하였다. 측정 전 시편들은 흐르는 물에 10초간 세척하고 초음파 세척기에 10분간 세척하였다. 세척한 시편은 종이 타월을 사용하여 건조시킨 후 색조 측정을

위해 분광 광도계(CM-3500d, Minolta, Japan)를 영점 조정(zero calibration)하고 시편을 광학부에 밀착시켜 색조를 측정하였다. 이때 색상 측정은 한 개 시편 당 무작위 부위를 3회 측정한 후 그 평균값을 이용하여 CIE 표색계의  $L^*, a^*, b^*$  값을 산출하였다.

#### 8) $\Delta E^*$ 값의 계산

한 시편 당  $L^*, a^*, b^*$  값을 측정하여 평균값을 구하고 이로부터  $\Delta E$  값을 계산하였다.

색조 차이인  $\Delta E$  값의 산출 공식은 다음과 같다.

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

$$\Delta L^* = L_2 - L_1 \quad L_2 = \text{실험 후 값} \quad L_1 = \text{실험 전 값}$$

$$\Delta a^* = a_2 - a_1 \quad a_2 = \text{실험 후 값} \quad a_1 = \text{실험 전 값}$$

$$\Delta b^* = b_2 - b_1 \quad b_2 = \text{실험 후 값} \quad b_1 = \text{실험 전 값}$$

$$\Delta E^* : \text{시편 색조 차이 값}$$

$$\Delta L^* : \text{시편의 명도를 나타내는 값으로 실험 전, 후의 차이 값}$$

$$\Delta a^* : \text{시편의 적색과 녹색의 정도를 실험 전, 후의 차이 값}$$

$$\Delta b^* : \text{시편의 황색과 청색의 정도를 실험 전, 후의 차이 값}$$

시편 색조를 측정하는 기구인 분광 광도계(CM-3500d, Minolta, Japan)는 spectral sensor 방식의 측정경 8mm를 가지며 표준 광원 D65 광원을 사용하였고 시야각 10°C로 하였다. 3자극치를 수학적으로 변형 시켜서 컴퓨터를 통해 색 공간 좌표인  $L^*, a^*, b^*$  및  $\Delta E^*$ 를 구하였다.

#### 9) 통계처리

얻어진 측정치들은 Excel로 입력하여 실험 전 후의 변화 값을 계산하고 SPSS win 12.0 프로그램을 사용하여 각 시편의 색 변화의 평균값과 표준편차를 one-way and three-way ANOVA와

Independent t-test를 사용하여 통계적 유의성과 surface glazing resin과 침전용액 및 시편종류, 이상 세 가지 요인이 색변화에 미치는 영향의 정도를 비교하였고 Scheffe's multiple comparison test로 통계적 유의성을  $\alpha=0.05$ 에서 사후 검증하였다.

### 연구 성적 및 결과

유동성 콤포짓트 레진 3종과 전구치 겸용 콤포짓트 레진 1종을 커피믹스와 녹차에 185시간(약8일) 동안 침전 시킨 후 색 변화를 분광 광도계로 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

#### 1. Unglazing 군에서의 변색정도

모든 시편에서 통계적으로 유의한 색 변화를 보였으며( $P < .001$ ) 변화값  $\Delta E^*$ 는 Table 3.과 Fig. 1과 같다. 유동성 콤포짓트 레진인 Filtek Flow 커피믹스 군( $9.04 \pm 3.13$ )에서 가장 높은 색 변화량을 보였고 DenFil Flow 녹차 군( $1.26 \pm 0.75$ )에서 가장 낮은 색변화를 보였다. 모든 레진 군이 커피믹스 용액에서 녹차 용액보다 큰 색변화를 보였으며 커피 믹스 군에서는 Filtek Flow( $9.04 \pm 3.13$ )가 가장 큰 색 변화량을 보였고, Z-100( $5.79 \pm 1.11$ ), DenFil Flow( $4.38 \pm 1.36$ ), 그리고 Aeliteflo( $4.13 \pm 1.14$ ) 순이었고 녹차 군에서는 Filtek Flow( $2.98 \pm 1.13$ )가 가장 큰 색 변화량을 보였고 Z-100( $2.29 \pm 0.40$ ), Aeliteflo( $2.46 \pm 1.00$ ), 그리

Table 3. Color change( $\Delta E^*$ ) of unglazing groups

Materials	Coffee	Green tea	F	P
Aeliteflo	$4.13 \pm 1.14^a$	$2.46 \pm 1.00^{ab}$	96.596	.000
DenFil Flow	$4.38 \pm 1.36^{ab}$	$1.26 \pm 0.75^a$		
FiltekFlow	$9.04 \pm 3.13^c$	$2.98 \pm 1.13^{ab}$		
Z-100	$5.79 \pm 1.11^b$	$2.29 \pm 0.40^{ab}$		

- Mean values of 5 specimens with standard deviation
- For comparisons between the materials, the mean with the same superscript letters are not statistically different at  $P=0.05$  using the Scheffe test

고 DenFil Flow( $1.26 \pm 0.75$ ) 순이었다.

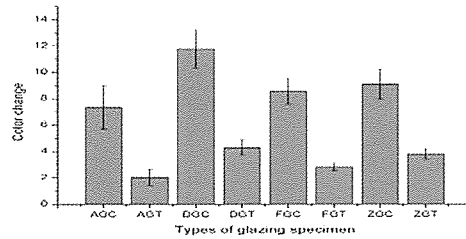


Fig 1. Color change( $\Delta E^*$ )of unglazing group.

#### 2. Glazing 군에서의 변색정도

모든 시편에서 통계적으로 유의한 색 변화를 보였으며( $P < .001$ ) 변화 값  $\Delta E^*$ 는 Table 4.와 Fig 2.와 같다. 유동성 콤포짓트 레진인 DenFil Flow 커피 믹스 군( $11.79 \pm 1.44$ )에서 가장 높은 색 변화량을 보였고 Aeliteflo 녹차 군( $2.04 \pm 0.61$ )에서 가장 낮은 색 변화량을 보였다. Unglazing군에서 나타났던 것과 같이 Glazing군 역시 커피 믹스 군에서 녹차 군보다 변색의 정도가 크게 나타났다. 커피 믹스 DenFil Flow군( $11.79 \pm 1.44$ )이 가장 큰 색 변화량을 보였고 Z-100( $9.10 \pm 1.13$ ), Filtek Flow( $8.56 \pm 0.97$ ), 그리고 Aeliteflo( $7.34 \pm 1.65$ ) 순이었다. 녹차 군에서도 역시 색 변화량이 큰 순

Table 4. Color change( $\Delta E^*$ ) of glazing groups

Materials	Coffee	Green tea	F	P
Aeliteflo	$7.34 \pm 1.65^a$	$2.04 \pm 0.61^a$	176.152	.000
DenFil Flow	$11.79 \pm 1.44^c$	$4.29 \pm 0.58^c$		
Filtek Flow	$8.56 \pm 0.97^{ab}$	$2.81 \pm 0.29^{ab}$		
Z-100	$9.10 \pm 1.13^b$	$3.80 \pm 1.01^b$		

- Mean values of 5 specimens with standard deviation
- For comparisons between the materials, the mean with the same superscript letters are not statistically different at  $P=0.05$  using the Scheffe test

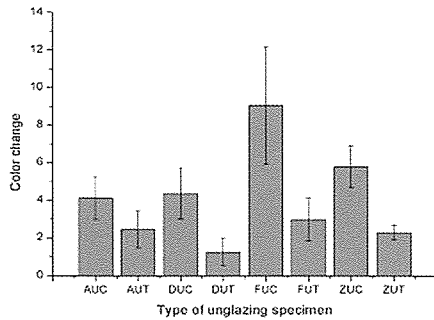


Fig 2. Color change(ΔE\*) of glazing groups

Table 6. Result of 3-way ANOVA for ΔE\*

Source	df	SS	MS	F	P
ID	3	120.273	40.091	24.656	.000
Treatment	1	313.135	313.135	192.581	.000
Solution	1	1433.755	1433.755	881.770	.000
ID*Treatment	3	247.579	82.526	50.754	.000
ID*Solution	3	47.598	15.866	9.758	.000
Treatment*Solution	1	101.533	101.533	62.444	.000
ID*Treatment*Solution	3	47.932	15.977	9.826	.000

- SS : Sum squares
- MS : Mean square
- ID : Groups of specimen
- Treatment : Glazing × Unglazing
- Solution : Coffee Mix × Green tea

서로 DenFil Flow(4.29 ± 0.58), Z-100(3.80 ± 1.01), Filtek Flow(2.81 ± 0.29), 그리고 Aeliteflo(2.04 ± 0.61) 순 이었다.

### 3. 표면연마 방법과 침전용액에 따른 변색 정도 비교

3-way ANOVA test를 통해 각 용액에 따른, 표면 처리에 따른, 각 시편종류에 따른 변색의 정도에 미치는 영향을 비교해 본 결과(Table 6.), 3가지 요인 모두가 본 연구에 사용한 콤포짓트 레진의 색 변화에 통계적으로 매우 유의한 영향을 미쳤다(P<.001). 표면처리 방법에 따른 비교에서는 Glazing한 군이 Unglazing한 군보다 변색 정도가 크게 나타났다. 침전용액에 따른 변색 정도에 대한 비교는 역시 유의한 차이가 있었는데(Table 5.) 커피 믹스 용액에서 녹차 용액 보다 변색 정도가 크게 나타났

Table 5. Result of independent t-test for ΔE\*

	Mean	S.D	t	P
Unglazing	3.99	2.59	5.867	.000
Glazing	6.34	3.54		
Unglazing with coffee	5.73	2.51	9.920	.000
Unglazing with green tea	2.25	2.11		
Glazing with coffee	9.45	1.05	20.229	.000
Glazing with green tea	3.23	1.10		

- SD : standard deviation
- ΔE\* : total color difference

다. 특히 Glazing한 군은 녹차용액에서는 Unglazing한 군과 큰 차이가 없었으나 커피 믹스용액에서는 변색정도의 차이가 크게 나타났다(P<.001). 시편 종류에 따른 비교(Table 6.)에서도 통계적으로 유의한 변색이 있었다(P<.001).

### 총괄 및 고찰

치아와 수복물간의 완전한 색의 조화는 현대 치과 치료의 도전 과제중의 하나이다. 최근 까지 여러 수복 재료들의 눈부신 발전에도 불구하고 여전히 수복물의 색 안정성은 하나의 문제로 남아있다. 심미적으로 치아와 부조화를 이루는 수복물은 재시술의 큰 원인이며 구강 내에서의 색 안정성은 임상적으로 레진 선택의 중요한 기준이 될 수 있다.

치과임상에서 색을 비교하고 분석하는 방법에는 육안으로 색을 비교하는 방법과 분광광도계(spectrophotometer)나 측색 색차계(colorimeter)를 이용한 기계적 측정 방법이 있다. Seghi 등<sup>9)</sup>은 치과용 도재에 관한 연구에서 분광광도계를 이용할 때 물체간의 색차를 정확하게 평가하는데 유용함을 보고하였다.

레진의 변색은 내인성 변색과 외인성 변색으로 나눌 수 있는데 내인성 변색은 레진의 기질(matrix)과 무기첨가물(filler)의 결합면(interface)

의 변성과 같은 레진 자체의 변색으로 주로 화학적 변화이며 외인성 변색의 원인은 구강위생과 식습관에 기인하는데 치태 침착이나 색소 흡착과 흡수 등이 있다.

Cooley 등<sup>10)</sup>은 7일간 커피 용액에 구치부 레진의 변색을 관찰 하였는데 7일이 staining이 plateau에 도달하는 시간이라고 하였다. 본 연구에서도 이전의 연구에 바탕을 두고 185시간(약8일)의 단 시간 동안 유동성 콤포짓트 레진의 색 변화를 관찰 하였다.

색 변화 값인  $\Delta E^*$  값이 0내지 2이면 변색을 인지 할 수 없으며 2내지 3이면 인지되기 시작 하며  $\Delta E^*$  값 3.3이 허용 상한선이다. O'Brien 등<sup>11)</sup>은  $\Delta E^*$  값이 1이하 일 때 우수하고 2이하 일 때 임상적으로 받아들여 질만하며 3.7이상일 경우는 임상적으로 문제가 있다고 하였다.

본 실험에서는 커피 믹스군 모두에서 임상적으로 받아들여 질 수 없는 변화 값  $\Delta E^*$  을 보였고, 녹차 군에서는 DenFil Flow Glazing군과 전구치 겸용 콤포짓트 레진인 Z-100 Glazing군이 임상적으로 받아들여 질 수 없는 변화 값  $\Delta E^*$  을 보였다(Table 3).

레진의 색 안정성은 무기질 필러의 함유정도나 크기에 따라서 영향을 받는데 필러의 양이 적거나 레진 기질함유량이 많을수록 감소한다. 본 연구에서 사용한 콤포짓트 레진의 filler의 함량은 무게비로 56%인 Aeliteflo와 60%인 DenFil Flow가 85%인 대조군 Z-100에 비해 커피에 의한 색 변화량이 적게 나타나 선행 연구와 다른 결과를 보였는데 각 콤포짓트 레진의 filler의 입자크기를 비교 해 보면 Aeliteflo가 0.7  $\mu\text{m}$ (mean), DenFil Flow가 0.01-2.5  $\mu\text{m}$ , Z-100이 0.01-3.5  $\mu\text{m}$ 로 평균 필러의 입자크기는 0.6-0.7  $\mu\text{m}$ 이기는 하나 거대 필러입자와 미세 필러 입자, 집괴양 미세입자 또는 응축양 미세입자가 섞여있어 레진 기질과 무기질 필러 사이에 균일하지 못한 계면이 많이 발생되어 색소가 그곳으로 침투 하게 된 것으로 추측된다. 따라서 filler 입자 크기 0.01-6 (mean 1.5)  $\mu\text{m}$ , filler의 함량 무게비 68%인

Filtek Flow Unglazing군에서 가장 큰 색 변화량을 (Table 3) 보인 것도 이와 같은 내용 때문인 것으로 사료된다. Kalchandra<sup>12)</sup>는 레진 기질과 무기질 필러 사이의 계면(interface)은 콤포짓트 레진의 수분흡수를 일으키는 가장 취약한 부위라고 하였다.

색소침착은 콤포짓트 레진의 표면 상태와도 관계가 있는데 심미성을 요구하는 부위는 활택한 표면을 유지해야 변색을 방지 할 수 있다. 유동성 콤포짓트 레진은 주로 filler 크기가 0.04-4  $\mu\text{m}$  인 minifilled 또는 microhybrid composite resin이어서 표면 활택정도가 좋은 편이라 해도 콤포짓트 레진의 표면층인 끈적끈적한 미 중합층은 콤포짓트 레진 표면의 오염원으로 이러한 미 중합층을 제거하기 위해 표면 연마는 필요하다. 또한 Rueggeberg와 Margeson은 콤포짓트 레진의 미 중합층의 필립 두께는 37 $\pm$ 17  $\mu\text{m}$ 이라고 보고하면서 끈적끈적한 미 중합층을 광택 나는 표면으로 바꾸기 위한 방법으로는 Mylar strip이나 Oxygen-barrier gel을 사용할 수 있으며 기계적인 연마를 통해서 제거해야만 활택한 표면을 얻어 착색을 방지할 수 있다고 하였다<sup>4)</sup>. Barghi와 Lind<sup>13)</sup>는 이러한 미 중합층을 제거하는 방법에는 물리적 방법과 화학적 방법이 있는데 물리적 방법에는 Mylar strip이나 oxygen-barrier gel을 사용하여 복합레진 표면층의 산소가 접촉하는 것을 기계적으로 막는 것이고 화학적 방법은 빠르게 상호작용하는 단량체를 미 중합층이 생기지 않도록 복합레진 표면에 도포하는 것이라고 했으며 이러한 목적으로 개발된 단량체인 surface glazing resin은 acrylate-based 레진으로 레진 표면을 매우 매끄럽고 광이 나게 만들어 준다고 했다. 이러한 surface glazing resin은 레진 표면의 마모에 대한 저항성과 오염에 대한 저항성, 수분 흡수에 대한 저항성 및 경도와 강도를 증가시킨다고 보고 하였다.

본 실험에서는 surface glazing resin이 색소에 대한 변색정도에 어떠한 차이도 주지 않을 것이라는 귀무가설이 기각되고 Glazing한 군과 Unglazing한

군의 색소 변화정도는 통계적으로 유의하게( $P < .001$ ) 차이가 났는데 Glazing한 군에서 녹차의 흡착보다는 커피의 흡착과 흡수가 더 많이 나타났다 (Table 4). 이것은 UM과 Ruyter<sup>6)</sup>가 소수성인 커피에 잘 염색되는 레진이 있고 친수성인 홍차에 잘 염색되는 레진이 있다고 보고 하면서 커피 속의 yellow colorant는 차 속의 yellow colorant 보다 극성(polar)이 낮기 때문에 커피에 의한 변색은 유색인자의 표면 흡착뿐만 아니라 흡수에 의한 것이고 차에 의한 변색은 유색인자의 표면 흡착에 기인한 것이라고 하였다. 제조사에 의하면 surface glazing resin이 소수성 레진이라 했으며 본 연구의 결과도 이러한 이유로 커피믹스에서 더 많은 색 변화량을 보인 것으로 사료된다. 또한 수복물의 착색은 색소 용액의 농도와 분자량의 차이, 수복재료와 용액의 친화력 및 침적된 시간에 의해서도 영향을 받을 수 있다.

본 실험에서는 녹차 보다 커피믹스에서 Glazing군이나 Unglazing군 모두 더 착색이 잘 되었다. Nur 등<sup>8)</sup>은 차, 커피, 와인 등이 치아의 범랑질과 Acrylic resin에 심각한 염색을 일으키는 것으로 보고하였고, Khoklar 등<sup>14)</sup>은 홍차 보다는 커피에서 콤포짓트 레진의 변색이 더 컸다고 보고하였다. 또한 Buyukyilmaz와 Ruyter<sup>15)</sup>도 커피가 차보다 의치상용 레진에 있어 더 큰 착색을 보였다고 보고하였다. 이렇게 본 연구와 같은 결과를 보인 선행 연구도 있었지만 Polyzois 등<sup>16)</sup>은 Resilient denture liners에서 홍차가 커피보다 더 큰 착색을 보였다고 보고하였다.

Lai 등<sup>17)</sup>은 이러한 색소의 흡착은 색소의 유기물상태(organic phase)속으로, 색소의 침투는 커피 색소와 중합체(polymer phase)의 친화성으로 기인한 것으로 보인다고 보고하였다. 소수성(hydrophobic)물질은 소수성 용매에 친수성(hydrophilic)물질은 많은 물을 흡수함으로써 친수성 용매와 색소에 의해 착색된다고 하였다<sup>18)</sup>. Dietschi 등<sup>19)</sup>은 resin 기질과 필러가 혼합된 콤포짓

트 레진 구조 사이에 레진의 흡수성으로 인한 진한 농도의 용액이 농도 차로 확산되어 기질 표면에 흡착된다고 보고 하였는데 본 연구에서도 커피와 프리마(카제인 나트륨)와 설탕이 혼합된 커피 믹스가 진한 농도의 커피믹스의 지방성분으로 극성(polar)이 더 낮아져 커피 믹스가 녹차보다 콤포짓트 레진의 색 변화를 크게 증가시킨 것으로 생각된다.

본 연구의 결과에서는 실험군인 유동성레진이 대조군인 전 구치점용 콤포짓트 레진보다 색 안정성 면에서는 떨어지지 않았으며 surface glazing resin은 수복물의 표면을 부드럽고 활택한 표면을 유지시키지만 커피믹스에서 색소 침착과 침투가 관찰되었고 진한 농도와 지방분이 많이 함유되어 있는 커피믹스 용액에서 녹차용액보다 색 변화가 크게 나타났다.

레진의 변색정도에 영향을 주는 요소는 중합정도, 수분흡수, 식품의 종류, 구강 환경 변수 등 많은 고려해야 하는 요소가 있으며 외적인 변색만이 아닌 내적 색 변화와 통합된 더욱 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 결론

본 연구의 목적은 유동성 콤포짓트 레진의 색 안정성과 surface glazing resin이 콤포짓트 레진의 색 안정성에 미치는 영향을 평가해 보고자 하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연구에 사용된 모든 콤포짓트 레진 군에서 통계적으로 유의한 색 변화를 보였으며 육안으로 인지할 수 있는 색 변화량을 보였다. 실험군인 유동성레진이 대조군인 전구치점용 콤포짓트 레진보다 레진 종류와 polishing 방법, 착색 용액에 따라 색 안정성의 차이가 있었다. 녹차 용액의 unglazing군에서 DenFil Flow가 색 변화( $1.26 \pm 0.75$ )가 가장 적게 나타났고 커피 믹스 용액의 glazing군의 Filtek Flow에서 색 변화( $11.79 \pm 1.44$ )가 가장 크게 나타났고



Z-100의 색 변화 값은 unglazing군의 녹차 용액에서 가장 낮은 값( $2.29 \pm 0.40$ )을 glazing군의 커피 용액에서 가장 높은 색 변화 값( $9.10 \pm 1.13$ )을 보였다( $P < .001$ ).

2. unglazing군과 glazing군의 색 안정성에 대한

비교에서 glazing군에서 유의하게 변색 정도가 크게 나타났다( $P < .001$ ).

3. 커피 믹스 용액과 녹차 용액에서 모든 콤포짓 트 레진은 변색을 보였고 커피 믹스에서 유의하게 높은 색 변화를 보였다( $P < .001$ ).

### 참 고 문 헌

1. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr, Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. *JADA*. 1998;129:567-577.
2. Estafan D, Dussetschleger FL, Miuo LE, Kondamani J. Class V lesions restored with flowable composite and added surface sealing resin. *Gen Dent*. 2000;48:78-80.
3. Cary B. Flowable composites: Properties and applications. *Pract Perio Aesthet Dent*. 1998;10(3):347-351.
4. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res*. 1992;69:1652-1658.
5. Doray PG, Eldiwany MS, Power JM. Effect of resin surface sealers on improvement of stain resistance for a composite provisional material. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15:244-250.
6. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin based veneering materials with coffee and tea. *Quint Int*. 1991;10:353-362.
7. Stober T, Clide H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater*. 2001;17:87-94.
8. Nur H, Senay C, Gulay U. Color stability of denture base acrylic resins in three food colorants. *J Prosthet Dent*. 1999;81:375-379.
9. Seghi RR. Effects of instrument-measuring geometry on colorimetric assessment of dental porcelains. *J Dent Res*. 1990;69:35-40.
10. Cooley RL, Barkmeier WW, Matis BA and et al. Staining of posterior resin restorative materials. *Quint Int*. 1987;8:823-827.
11. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small color difference equation for dental shade. *J Dent Res*. 1990;69:1762-1764.
12. Kalchandra S. Influence of fillers on the water sorption of composites. *Dent Mater*. 1989;5:283-288.
13. Barghi N, Lind SD. A guide to polishing direct composite resin restorations. *Compend Contin Educ Dent*. 2000;2:138-144.
14. Khoklar ZA, Razzoog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. *Quint Int*. 1991;22:733-737.
15. Buyukyilmaz S, Ruyter IE. Color stability of denture base polymers. *Int J Prosthodont*. 1994;7:372-382.
16. Polyzois GL, Yannikakis SA, Zissis AJ. Color stability of visible light-cured hard direct denture liners; an in vitro investigation. *Int J Prosthodont*. 1999;12:140-146.
17. Lai YL, Lui HF, Lee SY. In vitro color stability, stain resistance, and water sorption of four removable gingival flange materials. *J Prosthet Dent*. 2003;90(3):293-300.
18. Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H. In vitro color change of composite based resins. *Dent Mater*. 1989;5:384-387.
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*. 1994;10:353-356.