

# 표면 상태와 용액에 따른 치과용 수복재료의 색안정도 평가

## Evaluation of Surface Condition and Food Solution on the Color Stability of Dental Restoration Materials

우희선\*, 김효진\*\*, 전수경\*\*  
수원여자대학교 치위생과\*, 경동대학교 치위생학과\*\*

Hee-Sun Woo(goseychell@daum.net)\*, Hyo-Jin Kim(i252hj@kduniv.ac.kr)\*\*,  
Soo-Kyung Jun(iris979@kduniv.ac.kr)\*\*

### 요약

본 연구는 치과용 수복재료의 연마유무에 따라 여러 가지 착색용액에서 색의 안정성을 보기 위해 유동성 레진, 하이브리드 레진, 컴포머, 레진강화형 글라스 아이오노머를 이용하여 평가하였다. 치과용 수복재료인 컴포짓트 레진을 테플론 몰드로 직경10 mm, 두께 2 mm 시편을 제작하였으며, 두 군으로 나누어 한 군은 연마지를 이용하여 20초간 연마하였고, 다른 한 군은 연마하지 않고 평가하였다. 실험 결과 기간과 재료별 착색시료 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 간장과 고추장에서는 레진 강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC와 하이브리드 레진 중 Prodigy에서 2일째 수용도 역치 이상의 색 변화가 나타났으며, 연마지를 사용한 군에서는 간장용액에서는 레진 강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC가 2일째에 색변화가 있었으며, 고추장용액에서는 유동성레진과 하이브리드 레진 중 Prodigy에서 7일째 색변화가 나타났다. 와인용액에서는 컴포머와 하이브리드 레진 중 Prodigy에서 2일째 색 변화가 나타났으며, 연마지를 사용한 군에서는 컴포머에서 2일째 수용도 역치 이상의 색 변화를 볼 수 있었다. 향후 레진 표면의 활택도에 따라 착색에 영향을 줄 수 있으므로 향후 다양한 연마방법을 통한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

■ 중심어 : | 컴포짓트 레진 | 분광측색계 | 간장 | 고추장 | 와인 |

### Abstract

For this study, specimens were prepared using five types of composite resin and resin-reinforced glass ionomer Fuji II LC, and 29 days precipitation was done in four kinds of solution, which were soy sauce, gochujang, wine, and distilled water. Ten specimens for each coloring sample were divided into two groups, one those surfaces was polyester film and the other with 1200-grit abrasive paper, and 20 specimens per materials. Color change ( $\Delta^*ab$ ) in the colored specimens is measured in 2days, 7days, 14days and 29days using spectrophotometer (CM-2600d, Konica, Minolta, Ramsey, NJ). All values were considered significant when  $P < 0.05$ . 1. Each material is discolored over time under the influence of different storage solutions. 2. In soy source, among the specimens polished with polyester film, color change was observed in resin-modified glass ionomer Fuji II LC, prodigy and compomer F-2000 on day 2. Meanwhile, Fuji II LC showed noticeable color change in specimens prepared with 1200-grit sandpaper on day 2, which was followed by flowable resin on day 7. 3. On day 2, there was a color change with the specimens of flowable resin, resin-modified glass ionomer Fuji II LC and Prodigy among the hybrid specimen in the groups of polyester film in gochujang.

■ keyword : | Composite Resin | Spectrophotometer | Soy Sauce | Gochujang | Wine |

\* 이 성과는 2018년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2018R1C1B5085065).

접수일자 : 2019년 01월 21일

심사완료일 : 2019년 01월 30일

수정일자 : 2019년 01월 30일

교신저자 : 전수경, e-mail : iris979@kduniv.ac.kr

## I. 서론

삶의 질이 높아짐에 따라 치과치료에 있어서도 단순히 기능회복에 중점을 두기보다 기능과 심미성을 동시에 만족시킬 수 있는 환자의 요구도가 다양해지고 있다. 치과용 수복재료인 컴포짓트 레진은 자연치아와 거의 비슷한 색감과 질감을 나타내기 때문에 교합력이 가해지지 않는 전치부 수복에 많이 이용되고 있으며, 최근에는 무기필러의 다량 혼합으로 물리적 성질을 개선시켜 강도 또한 많이 향상되어 구치부 수복에도 광범위하게 사용되고 있다. 자연치아의 색감을 재현해 내기 위해서는 색의 조화와 안정성이 필요하다[1]. 그러나 구강환경에 노출되게 되면 레진은 무기필러의 불규칙한 배열로 인해 표면이 거칠게 되고 주변의 색소를 기계적으로 흡착하기 때문에 착색이 쉽게 일어나는 경향이 있다[2]. 레진의 변색을 일으키는 요인으로는 레진의 기질과 미중합에 의한 화학적인 변화로 레진과 필러의 결합을 저해하고 레진 기질을 용해시켜 생기는 내인성 착색이 있다[3][4]. 외인성 착색으로는 외인성 색소의 흡수를 들 수 있는데, 이는 심미재료에 있어 큰 문제점으로 작용하여 색 안정성에 관한 연구가 보고 된 바 있다[5-8]. 이 밖에도 외인성 착색 뿐만 아니라 레진 기질 자체의 특성, 중합되지 않고 남아있는 레진 자체의 변성, 나쁜 구강환경의 영향, 흡연에 의한 변색, 식이 습관, 잘못된 연마표면, 표면의 질감도 변색에 영향을 준다[9]. 기존 문헌들에서 다양한 착색 용액으로 구강세정제, 레드와인, 블랙티, 티 트리 오일에서 레진시멘트, 나노와 미세입자형 치과용 수복재료인 컴포짓트 레진의 변색을 관찰하였으며[3], 커피와 차에 의한 컴포짓트 레진의 변색을 연구하였다[5][10][11]. Ertan 등은 스포츠 음료가 컴포짓트 레진의 색 안정성에 어떤 영향을 주는지에 대하여 연구하였다[12]. Ameye 등은 filler 크기와 색 변화와의 관계에 대해 연구하였다[13].

대부분 식음료나 서구식단과 관련된 착색용액에 대한 연구가 많았다[1][3][5][10][11][13]. 그러나 음식물에 대한 연구는 미비한 실정이라 이에 본 연구에서는 증류수를 대조군으로 삼고, 한국인들의 음식에 많이 들어가는 재료인 고추장, 간장과 많은 문헌들에서 가장

큰 착색을 일으킨다고 보고된 와인과의 비교를 통해 레진 종류별로 표면 상태와 용액에 따른 어떠한 색의 변화를 나타내는지 보고자 하였다[3][11][14].

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

#### 1.1 재료 및 시편 제작

본 연구에서는 시중에서 널리 사용되는 5종의 치과용 컴포짓트 레진과 1종의 레진 강화형 글라스 아이오노머가 사용되었다. 치과용 심미수복재료로는 레진과 레진 강화형 글라스 아이오노머를 사용하였다. 하이브리드 레진 Prodigy(Kerr/Sybron CO., Romulus, MI, U.S.A), Clearfil Ap-X(Kuraray co., Osaka, Japan), Charmfill plus(Denkist, Gonpo, Gyeonggi, Korea)과 Compomer F2000(3M ESPE, Minnesota, U.S.A), 유동성 레진 Flowline(Heraeus Kulzer, Armonk, NY, U.S.A), Glass ionomer(GC, Tokyo, Japan)를 ISO 4099의 규격에 맞추어 두께 2 mm, 길이 63 mm의 지름 10 mm의 Acrylic주형을 제작하였다. 각각의 밑면에 Mylar strip을 위치시켜 레진을 유리판 위에 놓고 기포가 발생되지 않도록 충전하고, 주형위에 polyester film(3M, U.S.A)을 놓고, 그 위에 slide glass를 덮어 가볍게 가압한 후 제조회사의 지시에 따라 광 조사기(L.E.Demetron I .Kerr. CT. U.S.A)로 40초간 광중합하였다. 글라스아이오노머는 사용설명서에 의한 표준액비로 혼합한 후 치과용 수복재료인 컴포짓트 레진과 동일한 방법으로 시편을 제작하였다. 광중합 후에 두 군으로 나누어 연마지(1200-grit)로 물에 젖은 상태에서 20초간 연마한 군(n=116)과, 연마하지 않은 군(n=116)으로 총 시편의 개수는 232개였다.

### 2. 연구방법

#### 2.1 색차측정

색을 분석하기 위해 분광측색계(제품명; CM-2600d, Konica Minolta, Ramsey, NJ)를 이용하였는데 이는 표

준 백색판을 감지부에 밀착시켜 표준조정을 하였다. 기기의 영점조정과 표준 조절을 한 후 시편을 감지기에 밀착시키고 색상을 측정하였는데 각 면당 2회 씩 측정하였다. 처리된 수치는 CIE 표준표색계의 3자극치를 내장된 컴퓨터 프로그램을 통하여 색 공간 좌표인  $L^*, a^*, b^*$  을 구하였다. 기존의 레진이나 치아의 색 변화에 관한 연구는 1931년 국제조명위원회에서 정한 CIELAB방법을 주로 사용하고 있다[10]. 색을 측정하는 방법으로는 육안으로 비교하는 주관적인 방법과 색 분석 장치를 이용하는 객관적인 방법이 있다. 이 중 색 분석장치의 하나인 분광측색계는 색과 관련된 변수를 측정하여 과학적인 수치로 표현하는 장치이다. 이 장치를 통해 측정된 값을 색 공간좌표  $L^*, a^*, b^*$  상에서 표시할 때 두 점간의 색상차이  $\Delta E^*_{ab}$ 는 다음의 색 차식을 이용하여 산출된다[10].

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

재료의 색 변화는 인식도와 수용도의 개념으로 평가될 수 있는데 그 중 수용도 역치는 미국공중위생국의 표준으로 3.3이 이용되고 있다[10]. 즉,  $\Delta E^*_{ab}$  값이 3.3 이상 측정되었을 경우 임상적으로 인지 가능한 색 변화가 일어났음을 알 수 있다[10].

### 2.2 착색시험

시편을 착색시키기 위한 시료로 연마를 시행한 시편 5개와 연마하지 않은 시편 5개를 각각 증류수, 와인(Fonvel, France), 간장(진간장, 샘표, 서울, 한국), 고추장(해찬들 태양초 고추장,(주)CJ 제일제당, 서울, 한국)에 넣고 37°C에서 수복재료의 오랜 기간 동안의 색 안정성을 보고자 기간을 정하여 2일, 7일, 14일, 29일로 측정하였다.

### 3. 자료분석방법

자료에 대한 분석은 통계 프로그램인 SPSS 20.0을 사용하였다. 각각의 변색 용액별, 복합레진 종류별, 표면의 상태 별로  $\Delta^*_{ab}$  값을 일원배치 분산분석법(one way ANOVA) 시행 후, Scheffe's test로 사후검정을 실

시하였다. 같은 재료군 내의 연속측정 변수인 색 변화량은 반복측정분산분석법(repeated measures ANOVA)으로 분석하였다. 사용된 모든 통계분석의 유의수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## III. 결 과

### 1. 침전기간과 연마유무별 대한 간장 용액에서의 색 변화량의 차이( $\Delta E^*_{ab}$ )

간장 용액에서 시편의 색 변화 차이를 [Fig. 1]과 [Table 1]에 나타내었다. 전체적으로 Polyester film을 적용한 시편이 1200-grit 연마지를 사용한 시편에 비해 하이브리드 레진 Clearfill APX(APX)와 Charmfill(CP)을 제외하고 높은 색 변화를 보였다. 침전 2일에 Polyester film을 적용한 시편 시편의 경우 컴포머 F-2000(F2), 레진 강화형 글래스 아이오노머 Fiji II LC(GI), 하이브리드 레진 중 Prodigy 순으로 수용도 역치 이상의 색변화( $\Delta^*_{ab} > 3.3$ )를 나타내었고, 1200-grit 연마지를 사용한 시편의 경우 레진 강화형 글래스 아이오노머 Fiji II LC(GI) 시편은 2일째에, 컴포머 F-2000(F2)은 14일째에 수용도 역치 이상의 색 변화( $\Delta^*_{ab} > 3.3$ )가 나타났다. Clearfill APX(APX)와 Charmfill(CP)의 경우 29일이 지나도 Polyester film을 적용한 시편과 1200-grit 연마지를 사용한 시편 둘 다 수용도 역치 이상의 색 변화를 보이지 않았다.

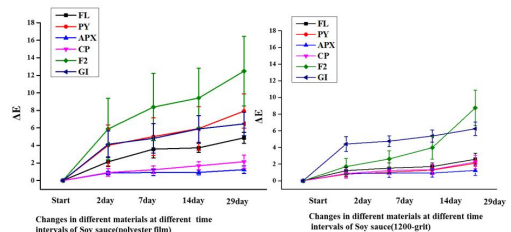


Fig. 1. Color change ( $\Delta E^*_{ab}$ ) of the composite resin in soy sauce solution over time(days) FL, PY, APX, CP, F2,GI

Table 1. Mean color change(SD) of soy sauce in process of time in FL, PY, APX, CP, F2,GI

Materials	Surface	Time period			
		2 day	7 day	14 day	29 day
FL	polyester film	2.14(0.55) <sup>ab</sup>	3.58(1.01) <sup>ac</sup>	3.73(0.52) <sup>ab<sup>*</sup></sup>	4.87(0.62) <sup>ab<sup>*</sup></sup>
	1200-grit	1.22(0.39) <sup>a</sup>	1.52(0.64) <sup>ab</sup>	1.71(0.45) <sup>a</sup>	2.58(0.73) <sup>a</sup>
PY	polyester film	4.01(2.34) <sup>ab<sup>*</sup></sup>	5.01(2.14) <sup>ab<sup>*</sup></sup>	5.93(2.50) <sup>bc<sup>*</sup></sup>	7.92(1.95) <sup>bc<sup>*</sup></sup>
	1200-grit	0.79(0.37) <sup>a</sup>	1.04(0.28) <sup>a</sup>	1.28(0.27) <sup>a</sup>	2.10(0.38) <sup>a</sup>
APX	polyester film	0.86(0.20) <sup>a</sup>	0.92(0.35) <sup>a</sup>	0.93(0.27) <sup>a</sup>	1.24(0.43) <sup>a</sup>
	1200-grit	0.56(0.34) <sup>a</sup>	0.74(0.53) <sup>a</sup>	0.73(0.51) <sup>a</sup>	1.03(0.61) <sup>a</sup>
CP	polyester film	0.91(0.44) <sup>a</sup>	1.23(0.43) <sup>a</sup>	1.34(0.63) <sup>a</sup>	2.25(0.79) <sup>a</sup>
	1200-grit	0.87(0.54) <sup>a</sup>	1.23(0.44) <sup>ab</sup>	9.41(3.41) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	12.48(5.97) <sup>cd<sup>*</sup></sup>
F2	polyester film	5.88(3.51) <sup>b<sup>*</sup></sup>	8.38(3.84) <sup>b<sup>*</sup></sup>	9.41(3.41) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	12.48(5.97) <sup>cd<sup>*</sup></sup>
	1200-grit	1.70(0.98) <sup>a</sup>	2.62(0.99) <sup>b</sup>	3.97(1.39) <sup>b<sup>*</sup></sup>	8.75(2.13) <sup>b<sup>*</sup></sup>
GI	polyester film	4.14(1.51) <sup>ab<sup>*</sup></sup>	4.81(1.69) <sup>ab<sup>*</sup></sup>	5.89(1.53) <sup>bc<sup>*</sup></sup>	6.46(1.34) <sup>ab<sup>*</sup></sup>
	1200-grit	4.41(0.88) <sup>b<sup>*</sup></sup>	4.75(0.65) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	5.37(0.73) <sup>b<sup>*</sup></sup>	6.24(0.80) <sup>b<sup>*</sup></sup>

\* Indicates clinically unacceptable value( $\Delta E^*_{ab} > 3.3$ )

2. 침전기간과 연마유무별 고추장 에서의 색 변화량의 차이( $\Delta E^*_{ab}$ )

고추장에서 시편의 색 변화 차이를 [Fig. 2]와 [Table 2]에 나타내었다. 2일 침전 후 Polyester film을 적용한 시편에서 레진 강화형 글래스 아이오노머 Fiji II LC(GI), 유동성 레진(FL), 하이브리드 레진 중 Prodigy(PY)가 수용도 역치 이상의 색 변화( $\Delta E^*_{ab} > 3.3$ )를 나타내었다. 1200-grit 연마지를 사용한 시편에서 7일 침전 후 유동성 레진과 Prodigy(PY)에서 색 변화를 보였지만, Clearfill APX(APX)는 Polyester film과 1200-grit 연마지를 이용한 시편 둘 다, 1200 grit 연마지를 사용한 컴포머 F-2000(F2) 시편에서는 29일이 지나도 색 변화를 보이지 않았다.

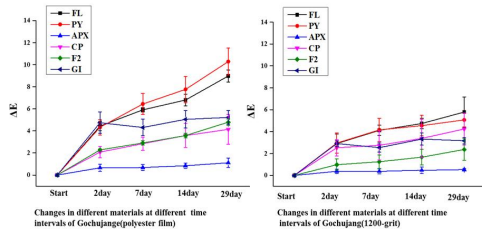


Fig. 2. Color change ( $\Delta E^*_{ab}$ ) of the composite resin in Gochujang over time(days) FL, PY, APX, CP, F2,GI

Table 2. Mean color change(SD) of Gochujang in process of time in FL, PY, APX, CP, F2,GI

Materials	Surface	Time period			
		2 day	7 day	14 day	29 day
FL	polyester film	4.44(0.42) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	5.91(0.19) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	6.80(0.53) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	8.98(0.55) <sup>cd<sup>*</sup></sup>
	1200-grit	2.91(0.88) <sup>c</sup>	4.12(0.48) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	4.74(0.47) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	5.79(1.38) <sup>cd<sup>*</sup></sup>
PY	polyester film	4.33(0.69) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	6.44(0.95) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	7.76(1.19) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	10.28(1.22) <sup>cd<sup>*</sup></sup>
	1200-grit	2.96(0.92) <sup>b</sup>	4.16(1.06) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	4.55(0.94) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	5.07(0.64) <sup>cd<sup>*</sup></sup>
APX	polyester film	0.66(0.31) <sup>a</sup>	0.68(0.26) <sup>a</sup>	0.85(0.24) <sup>a</sup>	1.11(0.43) <sup>a</sup>
	1200-grit	0.38(0.19) <sup>a</sup>	0.38(0.24) <sup>a</sup>	0.47(0.30) <sup>a</sup>	0.53(0.10) <sup>a</sup>
CP	polyester film	2.08(0.53) <sup>b</sup>	2.84(0.60) <sup>b</sup>	3.58(1.09) <sup>b<sup>*</sup></sup>	4.14(1.36) <sup>b<sup>*</sup></sup>
	1200-grit	2.53(0.75) <sup>b</sup>	2.75(1.34) <sup>bc</sup>	3.38(1.75) <sup>bc<sup>*</sup></sup>	4.24(1.46) <sup>b<sup>*</sup></sup>
F2	polyester film	2.28(0.09) <sup>b</sup>	2.91(0.20) <sup>b</sup>	3.58(0.21) <sup>b<sup>*</sup></sup>	4.79(0.30) <sup>b<sup>*</sup></sup>
	1200-grit	0.98(0.52) <sup>a</sup>	1.25(0.62) <sup>ab</sup>	1.67(0.71) <sup>ab</sup>	2.37(1.00) <sup>ab</sup>
GI	polyester film	4.74(0.97) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	4.31(0.75) <sup>cd<sup>*</sup></sup>	5.05(0.79) <sup>bc<sup>*</sup></sup>	5.22(0.64) <sup>b<sup>*</sup></sup>
	1200-grit	2.91(0.26) <sup>b</sup>	2.54(0.42) <sup>bc</sup>	3.32(0.55) <sup>bc</sup>	3.17(0.29) <sup>b<sup>*</sup></sup>

\*Indicates clinically unacceptable value( $\Delta E^*_{ab} > 3.3$ )

3. 침전기간과 연마유무별 와인 에서의 색 변화량의 차이( $\Delta E^*_{ab}$ )

레드 와인에서 시편의 색 변화 차이를 [Fig. 3]과 [Table 3]에 나타내었다. 2일 침전 후 Polyester film을 적용한 시편에서는 컴포머 F-2000(F2)와 하이브리드 레진 중 Prodigy(PY)가 1200-grit 연마지를 사용한 시편에서는 컴포머 F-2000이 수용도 역치 이상의 색 변화( $\Delta E^*_{ab} > 3.3$ )를 나타내었다. 반면 Clearfill APX(APX)는 Polyester film과 1200-grit 연마지 시편 둘 다, 1200-grit 연마지를 사용한 유동성 레진 시편은 29일이 지나도 색 변화를 보이지 않았다

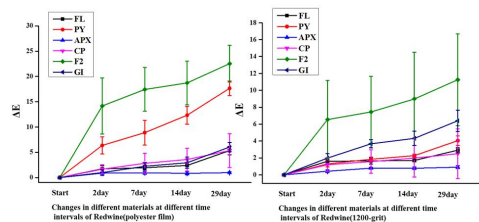


Fig. 3. Color change ( $\Delta E^*_{ab}$ ) of the composite resin in wine over time(days) FL, PY, APX, CP, F2,GI.

Table 3. Mean color change(SD) of Red wine in FL, PY, APX, CP, F2,GI process of time in FL, PY, APX, CP, F2,GI

Materials	Surface	Time period			
		2 day	7 day	14 day	29 day
FL	polyester film	1.72(0.61) <sup>a</sup>	1.94(0.45) <sup>a</sup>	2.39(0.21) <sup>a</sup>	5.33(0.83) <sup>ab</sup>
	1200-grit	1.61(0.07) <sup>a</sup>	1.65(0.37) <sup>a</sup>	1.70(0.15) <sup>a</sup>	2.92(0.29) <sup>a</sup>
PY	polyester film	6.36(1.71) <sup>ab</sup>	8.89(2.45) <sup>ab</sup>	12.34(1.76) <sup>ab</sup>	17.66(1.45) <sup>ab</sup>
	1200-grit	1.29(0.37) <sup>a</sup>	1.84(0.24) <sup>a</sup>	2.27(0.18) <sup>a</sup>	4.05(0.56) <sup>ab</sup>
APX	polyester film	0.88(0.21) <sup>a</sup>	0.94(0.31) <sup>a</sup>	0.84(0.29) <sup>a</sup>	0.97(0.19) <sup>a</sup>
	1200-grit	0.43(0.16) <sup>a</sup>	0.79(0.10) <sup>a</sup>	0.78(0.15) <sup>a</sup>	0.91(0.17) <sup>a</sup>
CP	polyester film	1.65(0.89) <sup>a</sup>	2.81(1.96) <sup>a</sup>	3.56(2.25) <sup>a</sup>	5.34(3.34) <sup>ab</sup>
	1200-grit	1.19(0.83) <sup>a</sup>	1.57(1.39) <sup>a</sup>	1.98(2.24) <sup>a</sup>	2.50(3.95) <sup>a</sup>
F2	polyester film	14.17(5.54) <sup>ab</sup>	17.43(4.32) <sup>ab</sup>	18.73(4.33) <sup>ab</sup>	22.53(3.63) <sup>ab</sup>
	1200-grit	6.54(4.65) <sup>ab</sup>	7.44(4.21) <sup>ab</sup>	8.98(5.51) <sup>ab</sup>	11.26(5.44) <sup>ab</sup>
GI	polyester film	0.99(0.56) <sup>a</sup>	2.23(0.74) <sup>a</sup>	2.93(1.11) <sup>a</sup>	6.03(0.90) <sup>ab</sup>
	1200-grit	1.98(0.52) <sup>ab</sup>	3.67(0.48) <sup>ab</sup>	4.32(0.84) <sup>ab</sup>	6.40(1.25) <sup>ab</sup>

\* Indicates clinically unacceptable value( $\Delta^*_{ab} > 3.3$ )

4. 침전기간과 연마유무별 증류수 에서의 색 변화량의 차이( $\Delta E^*_{ab}$ )

증류수에서 시편의 색 변화 차이를 [Fig. 4]와 [Table 4]에 나타내었다. 증류수에서는 29일이 지나도 수용도 역치 이상의 색변화( $\Delta^*_{ab} > 3.3$ )를 보이지 않았다.

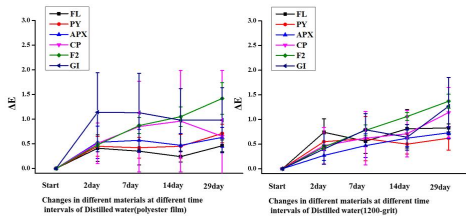


Fig. 4. Color change ( $\Delta E^*_{ab}$ ) of the composite resin in distilled water over time(days) FL, PY, APX, CP, F2,GI

Table 4. Mean color change(SD) of distilled water in process of time in FL, PY, APX, CP, F2,GI

Materials	Surface	Time period			
		2 day	7 day	14 day	29 day
FL	polyester film	0.41(0.27)	0.35(0.28)	0.24(0.11)	0.46(0.12)
	1200-grit	0.74(0.27)	0.56(0.25)	0.81(0.39)	0.83(0.08)
PY	polyester film	0.45(0.20)	0.42(0.21)	0.45(0.24)	0.71(0.19)
	1200-grit	0.55(0.17)	0.61(0.45)	0.50(0.20)	0.62(0.24)

APX	polyester film	0.53(0.33)	0.57(0.22)	0.47(0.24)	0.63(0.20)
	1200-grit	0.27(0.10)	0.47(0.24)	0.62(0.17)	0.73(0.12)
CP	polyester film	0.51(0.41)	0.85(0.92)	0.96(1.03)	1.65(1.34)
	1200-grit	0.47(0.37)	0.62(0.54)	0.71(0.47)	1.14(0.51)
F2	polyester film	0.48(0.04)	0.87(0.16)	1.05(0.20)	1.42(0.32)
	1200-grit	0.44(0.04)	0.78(0.11)	1.06(0.08)	1.37(0.14)
GI	polyester film	1.14(0.80)	1.13(0.80)	0.98(0.64)	0.98(0.66)
	1200-grit	0.40(0.31)	0.79(0.33)	0.64(0.26)	1.27(0.58)

\* Indicates clinically unacceptable value( $\Delta^*_{ab} > 3.3$ )

5. 같은 재료군 내에서의 색 변화량( $\Delta E^*_{ab}$ )

[Table 5]는 색 변화측정치를 반복측정분산분석법으로 통계 처리한 결과이다. 기간에 따라서는 통계적으로 모두 유의한 변화량을 보이고 있으며( $p < 0.05$ ), 기간과 착색용액들 간에 변화차이에서는 하이브리드 레진 중 Clearfill APX(APX)과 Charmfill(CP)에서 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

Table 5. Results of repeated measure ANOVA on total color change( $\Delta^*_{ab}$ )

Materials	F-value	P-value
Flow line (FL)		
Duration	91.885	0.000*
Duration×Surface	4.990	0.013*
Duration×Solution	20.309	0.000*
Duration×Surface×Solution	2.431	0.077
Prodigy (PY)		
Duration	208.901	0.000*
Duration×Surface	70.926	0.000*
Duration×Solution	39.422	0.000*
Duration×Surface×Solution	17.989	0.000*
Clearfill AP-X (APX)		
Duration	10.554	0.000*
Duration×Surface	5.441	0.012*
Duration×Solution	1.043	0.401
Duration×Surface×Solution	1.989	0.101
Charmfill (CP)		
Duration	31.024	0.000*
Duration×Surface	3.457	0.059
Duration×Solution	2.320	0.074
Duration×Surface×Solution	0.549	0.697
F-2000 (F2)		
Duration	44.961	0.000*
Duration×Surface	4.037	0.039*
Duration×Solution	5.744	0.001*
Duration×Surface×Solution	0.979	0.430
Resin modified Glass ionomer (GI)		
Duration	83.670	0.000*
Duration×Surface	0.520	0.583
Duration×Solution	25.643	0.000*
Duration×Surface×Solution	1.890	0.103

\* Means with different letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

#### IV. 고찰

치아 심미 수복재료는 물성 등의 기계적 성질을 충족시켜야 할 뿐만 아니라 자연 치열과 조화를 이루는 색 안정성도 요구된다. 색 안정성은 모든 치과 재료들에 있어서 장기적인 심미성을 유지하는데 가장 중요한 요구조건 중 하나로 색상변화, 색소 침착 등은 레진 변색의 주요원인으로 작용하여 심미적 부조화를 야기시킨다[3][5]. 치과용 수복재료인 컴포짓트 레진의 변색은 내적 요인과 외적 요인에 의해서 야기된다. 내적 요인은 레진 기질의 변색과 filler의 계면 변화와 같은 재료 자체의 변색을 포함하며, 온도 변화와 수분에 담가 놓았을 때 생기는 변색에 의한 것이다. 한편 외적요인은 색소의 흡수에 의한 착색을 포함한다[15]. 치과용 수복재료 컴포짓트 레진의 주요 성분으로는 크게 레진기질, 무기필러 및 중합개시제이다. 레진기질은 Bis-GMA나 UDMA가 주로 사용되며 이들은 점성이 높은 액체이기 때문에 TEGDMA와 같은 희석 단량체가 배합되어 사용된다[16]. 치과용 수복재료인 컴포짓트 레진에서의 색 변화는 충전제 크기가 작을수록 외인성 변색이 적고, 충전제 함량이 낮을수록 수분을 잘 흡수하여 색 변화가 크다고 하였다[15]. 또한 filler의 함량 보다 matrix의 함량이 많을수록 색 안정성이 불량하다고 보고 하였다[10].

치과용 수복재료인 컴포짓트 레진의 착색에 대한 색 안정성에 관한 연구를 살펴보면 고추장, 간장과 커피 중에서 고추장이 인공치의 색상변화에 가장 큰 영향을 주었고[17], 권의 연구에서는[18] 한국식단의 음식물 중에 간장이 눈에 띄는 착색효과를 나타내었고 커피와 간장에서 색 변화가 크다고 보고하였다[19]. 본 연구에서도 침전 2일 컴포머 F-2000(F2)과 레진강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC(GI), 복합레진 prodigy(PY)에서 간장과 고추장에서 수용도 역치 이상의 색 변화를 나타내었다. 간장의 경우 시료의 진한 검정색이 변색에 영향을 미칠 뿐 아니라 낮은 pH 4.5와 높은 염도로 인해 시편 표면에 대한 착색 효과가 큰 것으로 보인다[20].

고추장의 경우 침전 2일에 레진강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC(GI), 유동성 레진 Flowline(FL)과 복합

레진 prodigy(PY)에서 수용도 역치 이상의 색 변화를 보였다. 이는 권의 연구에서도 고추장 희석액을 사용하였을 때 침전 7일에 레진강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC(GI)와 복합레진의 시편에서 높은 색 변화를 나타낸 것과 비슷한 결과를 얻었다. 그 이유로 고추장의 경우 붉은색의 색상과, 낮은 pH, 그리고 첨가된 물엿에 의한 높은 점성 때문이라고 하였다[18][20]. 와인의 경우 침전 2일에 컴포머 F-2000(F2)과 하이브리드 중 prodigy(PY)에서 수용도 역치 이상의 변화를 나타내었다. 와인의 경우 많은 선행연구들에서도 알코올 성분이 레진의 기질을 부드럽게 하여 착색을 쉽게 일으킨다고 보고하였으며, 낮은 pH 또한 영향을 준다고 보고되었다[3][21][22]. 이는 모두 Polyester film을 덮고 만들었던 군의 결과 이었으며, 1200-grit 연마지를 사용한 군은 간장 용액에서 2일 침전 후에 레진강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC(GI)에서, 컴포머 F-2000(F2) 14일째에 수용도 이상의 착색을 보였으며, 고추장에서 7일 침전 후 유동성레진 Flowline(FL), 하이브리드 중 prodigy(PY)에서 색 변화를 나타내었다. 와인에서는 침전 2일에 컴포머 F-2000(F2)에서, 레진강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC(GI)에서 7일 침전 후 수용도 역치 이상의 변화를 보였다.

Polyester film시편이 1200-grit을 사용한 군보다 더 빨리 색의 변화가 일어났음을 알 수 있었다. 이는 Shreena등의 연구에 의하면 Mylar strip과 Aluminium oxide, Diamond plate 표면 처리를 비교한 결과 Mylar strip에서 높은 색의 변화를 보인 것과 일치하였다[23]. Mylar strip을 적용하게 되면 필러의 함량은 적고 레진 기질이 풍부한 층이 1.2 $\mu$ m 깊이의 층이 생겨 경도가 낮아지므로 표면이 불규칙 하여 발생한 결과이다[23].

비교적 강한 착색효과를 가지는 시료에서는 레진강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC (GI)와 유동성 레진인 Flowline(FL), compomer F-2000(F2)에서 색의 변화가 더욱 크게 나타났다. 이는 무기질 필러의 함유 정도나 크기에 따라서 필러의 양이 적거나 레진 기질 함유량이 많을수록 색 안정성이 떨어진다는 보고[5]와 일치하였다. Geurtsen 등의 연구에서도[24] 레진강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC (GI)와 유동성레진은 치

과용 수복재료인 컴포짓트 레진이 가지는 무기필러의 영향이 적기 때문에 표면은 매끈할 수 있으나 내부에 존재하는 양이온과 기질의 음이온으로 인해 응집력이 치과용 수복재료인 컴포짓트 레진에 비하여 떨어지고, 컴포머는 일반적인 컴포짓트 레진에 비하여 훨씬 더 많은 유기질 성분으로 인하여 물 흡수에 민감한 특징 때문에 변색이 심하다고 보고 하였다. 이에 결과적으로 액체 상태 하에서 표면의 붕괴를 유발시키기 때문에 색의 변화가 큰 것으로 사료된다.

침전기간을 달리했을 때 초기에 비해 기간이 지날수록 변색의 정도가 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ). 다른 문헌들에서도 침전기간이 증가함에 따라 치과용 컴포짓트 레진의 변색이 증가한다고 하였는데, 이는 침적기간이 증가함에 따라 용액에서 나오는 화학성분과 변색 물질이 다공성의 컴포짓트 레진에 침투를 더 많이 하게 되어 나타난 결과로 보인다[25].

본 연구는 치과에서 사용되는 다양한 심미 수복재료의 요구조건인 재료 자체의 색상을 유지하는 색 안정성을 보고자 침전기간을 달리하고, 표면 상태를 다르게 하여 변색의 정도를 측정 하였으며, 특히 한국인들의 식단에서 주로 사용되는 발효식품인 간장이나 고추장을 통해 착색의 침투 효과를 입증했다는 점에서 의의가 있다.

## V. 결론

본 연구에서 침전기간과 연마유무 및 착색시료에 따른 치과용 컴포짓트 수복재료의 색의 안정성을 알고자 유동성레진, 하이브리드, 컴포머, 레진강화형 글라스 아이오노머를 이용하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 침전기간과 재료별 착색시료 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ( $p < 0.05$ ).
2. 간장용액의 경우 Polyester film 군의 경우 유동성 레진과 레진 강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC(GI), 하이브리드 레진 중 Prodigy(PY))에서 2 일째 수용도 역치 이상의 색 변화가 나타났으며,

1200-grit의 연마지를 이용한 군의 경우 레진 강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC(GI)는 2일째에, 유동성 레진은 7일째에 수용도 역치 이상의 색 변화를 나타내었다.

3. 고추장용액의 경우 Polyester film 군의 경우 유동성 레진과 레진강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC(GI), 하이브리드 레진 중 Prodigy(PY)에서 2일째 수용도 역치 이상의 색 변화가 나타났으며, 1200-grit의 연마지를 이용한 시편의 경우 유동성 레진과 하이브리드 레진 중에서 Prodigy(PY)에서 7일째에 수용도 역치 이상의 색 변화를 나타내었다.

4. 와인용액의 경우 Polyester film 군에서 경우 컴포머와 하이브리드 레진 중 Prodigy(PY)에서 2일째 수용도 역치 이상의 색 변화가 나타났으며, 1200-grit의 연마지를 이용한 시편의 경우 컴포머 시편은 2일째에 레진강화형 글라스 아이오노머 Fuji II LC(GI)는 7일째에 수용도 역치 이상의 색 변화를 나타내었다.

본 연구는 구강 내 환경을 재현할 수 있는 thermalcycling 없이 착색용액에서만 지속적으로 레진 시편을 담가 놓았기 때문에 실제 임상과는 다소 차이가 있을 수 있다. 또한 레진 표면의 활택도에 따라 착색에 영향을 줄 수 있으므로 향후 다양한 연마방법을 통한 연구가 진행되어야 할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] I. Soichiro, T. Hidekazu, H. Iwao, G. L. Papla, and M. Shunsuke, "Effect of filler type and polishing on the discoloration of composite resin artificial teeth," *Dent Mater*, Vol.27, No.6, pp.802-808, 2008.
- [2] Y. Hachiya, M. Iwaku, H. Hosoda, and T. Fusayama, "Relation of finish to discoloration of composite resins," *J Proshet Dent*, Vol.52, pp.811-814, 1984.

- [3] F. Frank, V. A. Gerwin, W. Angelika, and F. Josef, "Color stability of different composite rein materials," *J Prosthet Dent*, Vol.109, pp.378-383, 2013
- [4] Y. K. Lee and J. M. Power, "Combined effect of staining substances on the discoloration of esthetic Class V dental restorative materials," *J Master Sci Mater Med*, Vol.18, pp.165-170, 2007.
- [5] Y. Esra Ugur and M. E. Meltem, "Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion," *J of Dent*, Vol.40, pp.55-63, 2012.
- [6] E. Asmussen and E. K. Hansen, "Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene," *Scand J Dent Res*, Vol.94, No.2, pp.174-177, 1986.
- [7] T. Stober, H. Gilde, and P. Lenz, "Color stability of highly filled composite resin materials for facings," *Dent Mater*, Vol.17, No.1, pp.87-94, 2001.
- [8] E. Ertaş, A. U. Guer, A. C. Yucel, H. Koprulu, and E. Guler, "Color stability of resin composites after immersion in different drinks," *Dent Mater*, Vol.25, No.2, pp.371-376, 2006.
- [9] H. Lu, L. B. Roeder, and J. M. Powers, "Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites," *J Esthet Restor Dent*, Vol.17, No.2, pp.102-108, 2005.
- [10] I. E. Ruyter, K. Nilner, and B. Moller, "Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers," *Dent Mater*, Vol.3, pp.246-251, 1987.
- [11] Y. Omata, S. Uno, Y. Nakaoki, T. Tanaka, H. Sano, S. Yoshida, and S. K. Sidhu, "Staining of hybrid composites with coffee, oolong tea, or red wine," *Dent Mater J*, Vol.25, No.1, pp.125-131, 2006.
- [12] T. Ertan, O. Emre, and O. Elif, "Effects of sport beverages and polishing systems on color stability of different resin composites," *J Conserv Dent*, Vol.17, No.4, pp.325-329, 2014.
- [13] C. Ameye, P. Lambrechts, and G. Vanherle, "Conventional and microfilled composite resins. Part I. Color stability and margin adaptation," *J Prosthet Dent*, Vol.46, pp.623-630, 1981.
- [14] A. Catelan, A. L. Briso, R. H. Sundfeld, M. C. Goiato, and P. H. Santos, "Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions," *J Prosthet Dent*, Vol.105, pp.236-241, 2011.
- [15] D. Dietshi, G. Campanile, J. Holz, and J. M. Meyer, "Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study," *Dent Mater*, Vol.10, pp.353-362, 1994.
- [16] 한국치과재료학교수협의회, *치과재료학*, 7판, 서울:군자출판사, pp.30-33, 2015.
- [17] P. Villalta, H. Lu, Z. Okte, F. Garcia-Godoy, and J. M. Power, "Effect of staining and bleaching on color change of dental composite resins," *J Prosthet Dent*, Vol.95, pp.137-142, 2006.
- [18] 권순모, *한국인 식단의 음식물이 심미수복재료의 색변화에 미치는 영향* 서울대학교 치의학대학원, 석사학위논문, 2000.
- [19] K. C. Chan, J. L. Fuller, and A. A. Hormati, "The ability of foods to stain two composite resins," *J Prosthet Dent*, Vol.43, pp.542-545, 1980.
- [20] S. L. Shim, K. Y. Ryu, W. Kim, S. N. Jun, H. Y. Seo, K. J. Han, J. H. Kim, H. P. Song, N. C. Cho, and K. S. Kim, "Physicochemical Characteristics of Medicinal Herbs Ganjang," *Korean J Food Preserv*, Vol.15, pp.243-252, 2008.
- [21] J. L. Ferrancane and V. A. Maker, "Solvent degradation and reduced fracture toughness in



aged composites,” J Dent Res, Vol.71, No.1, pp.13-19, 1992.

[22] J. L. Ferrancane, H. X. Berge, and J. R. Condon, “In vitro aging of dental composites in water: effect of degree of conversion, filler volume, and giller/matrix coupling,” J Biomed Mater Res, Vol.42, pp.465-472, 1995.

[23] B. P. Shreena, V. G. Valeria, A. B. Allyson, and S. Chiayi, “The dffect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites,” JADA, Vol.135, pp.587-594, 2004.

[24] W. Geurtsen, G. Leyhausen, and F. Garcia-Godoy, “Effect of storage media on the fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins(compomer),” Dent Mater, Vol.15, pp.196-201, 1999.

[25] A. U. Yap, J. S. Low, and L. F. Ong, “Effect of foodsimulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives,” Oper Dent, Vol.15, pp.170-176, 2000.

김 효 진(Hyo-Jin Kim)

정회원



- 2005년 8월 : 가천대학교 구강보 건학 석사졸업
- 2012년 2월 : 원광대학교 구강보 건학과 박사 졸업
- 2014년 9월 ~ 현재 : 경동대학교 치위생학과 부교수

<관심분야> : 임상치위생학, 구강보건학

전 수 경(Soo-Kyung Jun)

정회원



- 2005년 8월 : 단국대학교 구강보 건학과 석사 졸업
- 2016년 8월 : 단국대학교 치의학과 박사 졸업
- 2017년 3월 ~ 현재 : 경동대학교 치위생학과 조교수

<관심분야> : 임상치위생학, 치과생체재료학 등

저 자 소 개

우 희 선(Hee-Sun Woo)

정회원



- 2004년 2월 : 조선대학교 구강보 건학 석사졸업
- 2011년 2월 : 조선대학교 구강보 건학과 박사 졸업
- 2012년 3월 ~ 현재 : 수원여자 대학교 치위생학과 조교수

<관심분야> : 구강보건교육학 및 실습, 치면세마실습