

Opaque shade 복합레진의 opacity와 배경 색상 차단 능력의 평가

박수정 · 황윤찬 · 오원만 · 황인남*

전남대학교 치의학전문대학원 보존학교실, 치의학 연구소, 2단계 BK21 사업단

ABSTRACT

OPACITY AND MASKING EFFECT OF THE OPAQUE SHADE COMPOSITE RESINS

Su Jung Park, Yun-Chan Hwang, Wonmann Oh, In-Nam Hwang*

Dept. of Conservative Dentistry, School of Dentistry, DSRI, 2nd stage of BK21, Chonnam National University

The purpose of this study was to assess the background color-interceptive ability and opacity of opaque shade composites (Universal composite, Filtek Z350, Charisma, Clearfil ST, Palpaque Estelite, Esthet-X, and Metafil Flo).

Twenty four background specimens (diameter 5.5 mm, thickness 3.0 mm) with Root dentin Mustard (Bisco, Schaumburg, IL, USA) were made. The CIE L*a*b* value of background specimens was measured by a spectrophotometer (Spectrolino, GretagMacbeth, Regensdorf, Switzerland). Three specimens in every group were filled on the background specimens. The surface color of samples was measured by a spectrophotometer in 3.0 mm and every thickness to 0.5 mm while grinding. The color difference in the background color along with 3.0 mm specimen gauged the masking effect in each thickness while grinding and polishing. The opacity was calculated in 1 mm thick specimens.

The opacity was in the decreasing order of Clearfil ST, Metafil Flo, Filtek Z350, Palpaque Estelite, Universal composite, Charisma, and Esthet-X ($p < 0.05$). As the thickness get reduced, L* value showed decreasing, a* increasing tendency. The surface color difference between pair of the 3.0 mm thick specimen and after grinding in same opaque resin was above 3.3 except Clearfil ST and Metafil Flo. The color difference (ΔE^*) between pair of background specimen and opaque resin built-up specimen showed more than 10.0 regardless kinds and thickness.

The variance in opacity characteristics and color of the opaque composites is dependent upon manufacturer. When using the opaque resin, the optical properties of each material must be considered as well as cavity. [J Kor Acad Cons Dent 32(4):356-364, 2007]

Key words: Opaque shade composite, Surface color, Color difference, Opacity, Masking effect

- Received 2007.4.10., revised 2007.5.5., accepted 2007.5.19.-

* Corresponding Author: In-Nam Hwang

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

1. 서론

최근 치의학에서 심미 치과학은 어느 분야보다도 중요하게 부각되고 있으며 이에 수복물의 기능과 형태의 회복뿐 아니라 색상의 선택과 재현, 그리고 치아의 광학적 특성의 표현도 매우 중요한 과정으로 자리매김하고 있다. 전치부에

서 레진을 이용하여 수복을 할 때에는 인접치 뿐 아니라 남아있는 치질과의 색 조화 또한 고려해야한다. 하지만 III급 또는 IV급 와동처럼 주위 치질이 적거나 거의 없는 경우에는 수복물의 색상을 결정짓기 매우 힘들게 된다¹⁾. 특히 설면과 인접면에 남아 있는 치질이 없는 경우엔 더욱 그러하며 주변 색 때문에 수복물이 더 회색조의 색을 띠는 경우가 있다²⁾.

전치부에서 심미성을 이유로 레진수복을 할 때에 그 깊이감과 생명력을 부여하기가 어려울 때가 많다. 이를 위해 적층 충전을 하고 사용하는 재료의 투명도를 고려해야 한다. Lee와 Power³⁾는 적층수복에서 그 색은 covering layer의 색 특성에 영향을 받고 또한 그 하방의 색특성에도 영향을 받는다 하였다.

Power 등⁴⁾은 4 mm 이상의 두께에서는 배경색의 영향을 받지 않는다 하였다. 하지만 임상에서는 배경색을 차단하기 위해 수복할 수 있는 두께는 한정되어 있다⁵⁾. 요즘의 opaque shade 복합레진이 이러한 요건을 만족시킬 수 있겠으나 이들의 배경색 차단 능력 (masking effect)에 대한 정확한 정보와 배경색상 차단에 필요한 두께 등은 보고되고 있지 않다^{4,6)}. 또한 임상에서 접하게 되는 배경색은 검정색 이라기보다는 갈색계열의 색상이 더 많다. 우식에 의한 변색의 경우 특히 그러하다.

따라서 opaque shade 복합레진을 어느 정도의 두께로 사용해야 할지, 그리고 배경색 차단 능력은 어떠하며 어느 정도가 적당할지는 opaque shade 복합레진의 적용에 있어 중요한 요소이다. Opaque shade 복합레진 충전 후 제한된 깊이의 와동에서 어떻게 적층을 할 것인지도 중요하다. 또한 이를 위해서 어느 정도의 두께로 어느 부위에 적용을 할 것인지도 중요한 고려사항이다.

본 실험에서는 opaque shade 복합레진의 opacity를 측정하고, opaque shade 복합레진의 두께 감소에 따른 배경

색과의 색차를 계산하여 차단 능력을 평가해 보고자 한다. 이로써 원하는 만큼의 차단 능력을 발휘하기 위해서 배경색의 고려와 함께 어느 두께 정도의 opaque shade 복합레진을 사용해야하는지 지침을 마련하고자 한다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 기기

실험군으로 7종의 opaque shade 복합레진을 사용하였다. 이중 Clearfil ST와 Metafil Flo는 flowable 레진의 성상을 가졌으며, 다른 5종의 레진은 통상적인 복합레진과 비슷한 흐름성을 가졌다. 대조군으로는 통상의 혼합형 (hybrid) 복합레진인 Estelite Sigma (Tokuyama dental, Tokyo, Japan) A3 색상을 사용하였다 (Table 1).

색상측정을 위하여 분광색채계 (Spectrolino, Gretag-Macbeth, Regensdorf, Switzerland)를 사용하여 각 시편의 CIE L*a*b* 값을 측정하였다. 분광색채계의 사양은 Measurement geometry: 45°/0° ring optic DIN 5003, Measurement aperture: 4.5 mm, Physical filter: D65, Standard observer angle: 10°였다.

2. 실험 방법

1) 배경 시편 제작

어두운 배경 색상을 재현하기 위해 간접 수복용 복합레진인 Tescera ATL의 Root dentin Mustard (Bisco, Schaumburg, IL, USA)를 선택하여 시편을 제작하였다.

투명 아크릴 판에 직경 5.5 mm, 두께 3.0 mm인 구멍을 뚫고 이를 인상 채득하고, 치과용 경석고를 부어 작업용 모델을 제작하였다. 모델 상에 Tescera ATL을 적층 충전하면

Table 1. Opaque and conventional composites used in this study

Resins (Code)	Shade	Manufacturers	Batch No.	
Universal composite (UC)	A30	Bisco, Schaumburg, IL, USA	517-9B	
Filtek Z350 (Z350)	OA3	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	60180A3, 5AM	
Charisma (CHA)	OA2	Heraeus Kulzer, GmbH, Germany	10058	
Opaque composite	Clearfil ST (ST)	opaquer	Kuraray Co., Osaka, Japan	042AB
	Palpaque Estelite (PAL)	OA3	Tokuyama dental, Tokyo, Japan	JS2003
	Esthet-X (EX)	A20	Dentsply Caulk, Milford, USA	501135
	Metafil Flo (MF)	Opaque	Sun medical Co. Ltd, Shiga, Japan	LS1
Conventional composite	Estelite Sigma (ES)	A3	Tokuyama dental, Tokyo, Japan	AE60585S

서 제조사의 지시에 따라 중합 하였다. 각 군의 종류마다 3개의 시편을 제작하기 위하여 24개의 배경판용 시편을 제작하였다. 최상층은 mylar strip을 덮고 유리판으로 20초간 압축한 후, 광중합 하여 표면을 최대한 매끄럽게 하였다. 최종 두께 3 mm의 시편을 완성하였다. Spectrolino로 완성된 각 배경판의 색상을 측정하였다. Root dentin Mustard의 평균색상 값은 $L^* = 47.88 \pm 0.22$, $a^* = -1.19 \pm 0.17$, $b^* = 8.25 \pm 0.30$ 였다.

2) Opaque shade 복합레진의 적층 및 시편의 완성

배경색상 시편의 한 면을 15초간 sandblasting (Macro-Cab, Danville engineering Inc., USA)하고 수세 및 건조한 후, 60초간 silane (Monobond-S, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) 적용 후 건조 시켰다. 치과용 접착제인 One-step Plus (Bisco, Schaumburg, IL, USA)를 얇게 도포하고 20초간 광중합 (Optilux 501, Kerr, CT, USA) 하였다. 배경 색상 시편의 접착제 도포면 상에 5.5 mm 직경의 구멍을 가진 두께 3 mm의 투명 아크릴 판을 위치시키고, 구멍에 3 mm 두께로 7종의 opaque shade 복합레진 (Universal composite, Filtek Z350, Charisma, Clearfil ST, Palpaque Estelite, Esthet-X, Metafil Flo) 과 대조군인 혼합형 복합레진 (Estelite sigma)을 적층 충전하였다. 이때 opaque shade 복합레진의 적절한 중합을 위해 약 1 mm씩 적층 충전 후 광중합 하였고, 배경 시편과 적층 충전한 최종 시편의 두께가 6.0 ± 0.05 mm가 되도록 시편을 제작하였다. 제조사의 지시대로 광중합 하였으며, Clearfil ST는 추가적인 광중합이 필요하여 0.5 mm씩 레진 주입 후 40초간 광중합 하였다. 최상층은 Mylar strip을 덮고 유리판으로 압축하여 60초간 광중합 하였다.

3) 색상 측정 및 색차 계산

아크릴판에서 시편을 제거하고 opaque shade 복합레진이 적층된 면을 멸균증류수 주수 하에 #1500 사포로 연마하면서 각 적층된 opaque 레진의 두께가 3.0 mm, 2.7 mm, 2.4 mm, 2.1 mm, 1.8 mm, 1.5 mm, 1.2 mm, 1.0 mm, 그리고 0.5 mm에 도달할 때마다 opaque shade 복합레진의 색상을 측정하였다.

4) Opacity 측정

두께 1.0 ± 0.1 mm의 각 opaque shade 복합레진 시편을 제작하여 흑색 배경판 ($X = 3.43$, $Y = 3.61$, $Z = 4.08$) 과 백색 배경판 ($X = 84.20$, $Y = 89.39$, $Z = 95.23$)에서 삼자극치 XYZ 값을 측정하고 contrast ratio (Cr)를 계산하였다. Contrast ratio는 ADA의 직접 수복레진의 opacity에 의한 규격에 의해 Judd의 공식을 적용해 $Cr =$

Y_b/Y_w (Y_b : 검정 배경판 상에서 측정된 Y 값, Y_w : 백색 배경판상에서 측정된 Y값)으로 얻었다^{14,19)}.

5) 결과 분석

배경판 상에서 opaque shade 복합레진의 두께 변화에 따른 L^* , a^* , b^* 값의 변화를 repeated measure one-way ANOVA로, 각 opaque shade 복합레진의 opacity는 one-way ANOVA로 비교하였고, Student-Newman-Keuls method로 사후 검정하였다.

또한 연마한 각 두께에서 opaque shade 복합레진의 표면 색상과 배경색상 그리고 연마 전 표면색상과의 색차가 육안으로 인지 가능한 $\Delta E^* = 3.3$ 이상⁷⁾을 보이는지 확인하였다. 색차는 $\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$

의 공식으로 환산하였다.

III. 실험 결과

시편을 연마하면서 3.0 mm, 2.7 mm, 2.4 mm, 2.1 mm, 1.8 mm, 1.5 mm, 1.2 mm, 1.0 mm와 0.5 mm 두께에서 색측정 (CIE L^* , a^* , b^*) 하였으며 (Table 2, Figure 1 - 3), 배경색상 시편 상에 3.0 mm 두께로 적층된 opaque 레진 시편의 색상과 연마 후 각 두께에서 측정된 opaque 레진의 색상 간의 색차 (ΔE^* , color difference)와 각각의 두께에서 측정된 opaque 레진의 색상과 배경색상 시편과의 색차를 계산하였다 (Table 3, 4, Figure 4, 5).

ST와 MF가 높은 L^* 값을 보였으며 대조군인 ES가 가장 낮은 값을 보였다. 두께가 감소함에 따라 변화량은 다양하나 L^* 값은 감소하였으며 배경 시편의 색에 가까이 가는 경향을 보였다. ST와 MF는 두께에 따른 값의 변화가 매우 적었다. a^* 값은 ST와 MF를 제외한 군에서 두께가 감소함에 따라 배경색상 시편의 색에 가까워지는 경향을 보였다. 특히 두께가 얇아짐에 따라 ES는 급격한 변화를 나타내어 배경색상 시편의 색에 가장 근접하였다. b^* 값은 ST가 가장 높은 값을 보였고 두께 변화에도 거의 일정한 값을 보였으며, CHA와 UC가 다른 군에 비해 낮은 b^* 값을 나타냈다.

배경색상 시편과의 색차는 ST와 MF가 다른 실험군보다 큰 값을 보였으며 대조군인 ES가 가장 작은 값을 보였다. 두께가 감소하여도 ST와 MF의 배경색상 시편과의 색차는 큰 변화를 보이지 않았으며 ES는 두께가 감소함에 따라 실험군보다 색차의 감소폭이 컸다. 두께의 감소에 따라 3.0 mm 시편과의 색차는 증가하는 경향을 보였다. ST와 MF는 다른 시편보다 작은 색차를 나타냈으며 MF는 1.0 mm 시편까지 ST는 0.5 mm 시편까지 인지 가능한 색차인 3.3 이하의 값을 나타냈다. ST는 1.0 mm 두께에서 색차가 급격히 증가 하였다가 다시 감소하였다. 두께가 얇아짐에 따라 색차

Table 2. Average L*a*b* values of integrated composites according to the opaque composite thickness S.D. is in the parenthesis

		UC	Z350	CHA	ST	PAL	EX	MF	ES
3.0 mm	L*	63.09 (0.36)	67.28 (0.55)	60.99 (0.32)	78.68 (0.14)	63.42 (0.32)	69.06 (0.28)	80.96 (0.05)	55.26 (2.90)
	a*	-3.30 (0.17)	-1.56 (0.07)	-1.14 (0.48)	-0.48 (0.16)	-1.42 (0.20)	-1.63 (0.06)	1.24 (0.08)	-1.33 (0.10)
	b*	4.47 (0.47)	13.19 (0.37)	4.37 (0.18)	18.66 (0.41)	10.76 (0.87)	13.67 (0.36)	11.24 (0.43)	4.28 (0.93)
2.7 mm	L*	62.68 (0.39)	66.47 (0.35)	61.78 (0.59)	78.87 (0.44)	62.70 (0.46)	68.97 (0.42)	79.43 (0.12)	54.28 (1.37)
	a*	-3.33 (0.06)	-1.74 (0.05)	-1.48 (0.11)	-0.46 (0.15)	-1.46 (0.02)	-1.78 (0.11)	0.61 (0.12)	-1.39 (0.12)
	b*	4.51 (0.48)	13.47 (0.03)	4.10 (0.42)	18.76 (0.40)	10.22 (0.37)	13.99 (0.11)	11.01 (0.16)	4.17 (1.18)
2.4 mm	L*	61.83 (0.26)	65.98 (0.47)	60.80 (0.25)	77.90 (0.35)	62.12 (0.63)	68.17 (0.56)	79.62 (0.19)	54.00 (1.23)
	a*	-3.56 (0.15)	-2.07 (0.23)	-1.74 (0.22)	-0.87 (0.50)	-1.91 (0.20)	-2.26 (0.07)	0.58 (0.07)	-1.47 (0.03)
	b*	4.34 (0.12)	13.23 (0.29)	3.87 (0.18)	18.27 (0.12)	9.77 (1.10)	13.28 (0.17)	11.18 (0.32)	4.44 (0.54)
2.1 mm	L*	62.39 (0.40)	66.40 (0.77)	60.79 (0.68)	78.24 (0.57)	62.08 (0.36)	68.78 (0.39)	79.64 (0.23)	56.44 (4.65)
	a*	-3.64 (0.08)	-2.29 (0.08)	-1.93 (0.06)	-1.20 (0.28)	-2.08 (0.15)	-2.44 (0.11)	0.54 (0.08)	-1.50 (0.17)
	b*	3.93 (0.21)	12.69 (0.27)	3.67 (0.27)	18.60 (0.48)	10.13 (1.03)	13.28 (0.27)	10.98 (0.59)	2.26 (1.84)
1.8 mm	L*	61.72 (0.21)	65.80 (0.25)	60.54 (0.15)	77.92 (0.29)	61.60 (0.33)	67.84 (0.32)	79.62 (0.18)	52.63 (0.40)
	a*	-3.62 (0.02)	-2.28 (0.07)	-1.81 (0.04)	-0.77 (0.20)	-1.98 (0.17)	-2.47 (0.15)	0.53 (0.09)	-1.35 (0.01)
	b*	3.68 (0.52)	12.24 (0.31)	3.33 (0.26)	18.08 (0.78)	9.70 (0.61)	12.92 (0.42)	11.18 (0.13)	4.59 (0.20)
1.5 mm	L*	62.19 (0.73)	65.36 (0.04)	60.52 (1.46)	78.28 (0.69)	62.34 (0.41)	68.74 (0.75)	79.60 (0.15)	53.01 (0.53)
	a*	-3.41 (0.20)	-2.27 (0.10)	-1.71 (0.10)	-0.53 (0.25)	-1.90 (0.09)	-2.34 (0.29)	0.43 (0.03)	-1.21 (0.05)
	b*	2.64 (0.85)	11.86 (0.04)	2.67 (0.23)	16.93 (0.83)	8.02 (0.49)	10.21 (2.01)	11.39 (0.39)	5.23 (0.41)
1.2 mm	L*	61.64 (0.39)	64.88 (0.75)	59.74 (0.56)	77.96 (0.20)	60.44 (0.91)	68.57 (1.07)	79.30 (0.15)	52.60 (0.22)
	a*	-3.43 (0.00)	-2.46 (0.47)	-1.68 (0.21)	-0.46 (0.11)	-2.20 (0.13)	-2.40 (0.18)	0.13 (0.07)	-1.20 (0.03)
	b*	1.81 (0.51)	10.69 (0.44)	2.37 (0.19)	16.82 (0.36)	9.54 (0.16)	8.90 (1.63)	10.66 (0.23)	5.26 (0.73)
1.0 mm	L*	61.56 (0.41)	64.59 (0.33)	58.81 (0.63)	77.84 (0.13)	61.28 (0.60)	67.36 (0.74)	79.98 (0.32)	51.54 (0.32)
	a*	-3.18 (0.13)	-2.46 (0.08)	-1.67 (0.09)	-0.59 (0.10)	-1.89 (0.08)	-2.54 (0.33)	0.22 (0.20)	-1.18 (0.05)
	b*	0.86 (0.39)	10.07 (0.80)	1.91 (0.17)	16.44 (1.09)	6.70 (0.18)	8.47 (0.26)	10.84 (0.61)	6.09 (0.30)
0.5 mm	L*	57.81 (0.84)	62.51 (0.27)	56.72 (0.76)	78.22 (0.27)	58.66 (0.19)	63.88 (0.64)	78.18 (0.23)	51.12 (0.03)
	a*	-2.16 (0.32)	-2.17 (0.06)	-1.01 (0.21)	-0.49 (0.23)	-1.67 (0.16)	-2.66 (0.13)	-0.51 (0.06)	-1.04 (0.07)
	b*	1.10 (0.22)	9.44 (0.05)	3.10 (0.16)	19.30 (0.54)	7.59 (0.27)	8.90 (0.88)	10.30 (0.52)	7.90 (0.48)

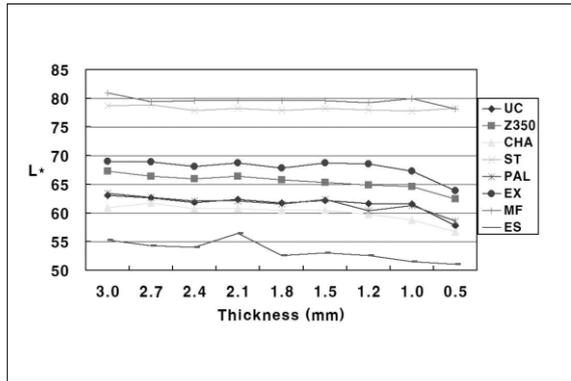


Figure 1. Shifts of L* values on the Mustard background according to the thickness.
Abbreviation. UC: Universal composite, Z350: Filtek Z350, CHA: Charisma, ST: Clearfil ST, PAL: Palpaque Estelite, EX: Esthet-X, MF: Metafil Flo, ES: Estelite Sigma.

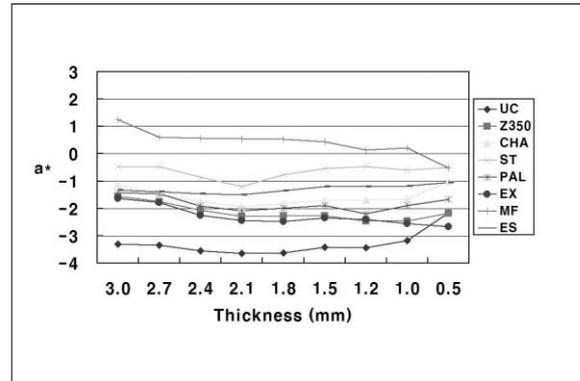


Figure 2. Shifts of a* values on the Mustard background according to the thickness.

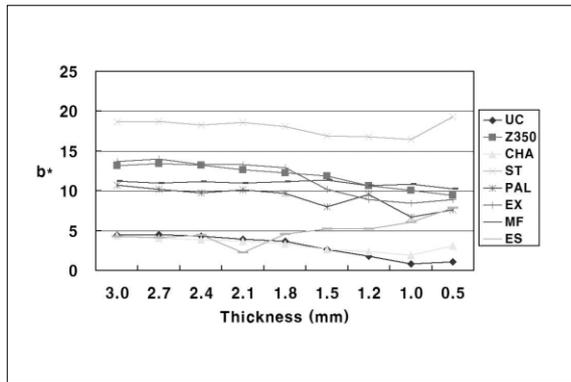


Figure 3. Shifts of b* values on the Mustard background according to the thickness.

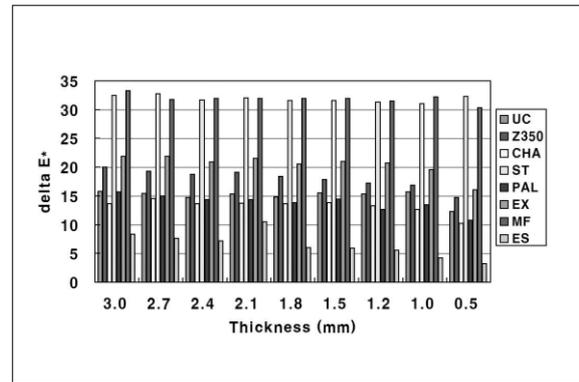


Figure 4. Color difference (ΔE^*) between Root dentin Mustard and integrated opaque resin at each thickness is over 10 in all thickness except ES. ST and MF are greater than others and ES shows the most little color difference.

Table 3. Color difference (ΔE^*) between Root dentin Mustard and integrated opaque shade composite at each thickness (mm)

	3.0	2.7	2.4	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.5
UC	15.81	15.41	14.68	15.34	14.78	15.53	15.36	15.68	12.27
Z350	20.02	19.31	18.79	19.08	18.39	17.88	17.22	16.85	14.71
CHA	13.67	14.51	13.65	13.72	13.60	13.83	13.25	12.65	10.23
ST	32.52	32.73	31.65	32.08	31.61	31.62	31.28	31.07	32.30
PAL	15.74	14.95	14.34	14.35	13.82	14.48	12.67	13.51	10.81
EX	21.86	21.86	20.93	21.53	20.54	20.99	20.73	19.52	16.08
MF	33.30	31.73	31.93	31.93	31.92	31.92	31.54	32.23	30.38
ES	8.38	7.59	7.21	10.46	6.00	5.96	5.59	4.25	3.26

Table 4. Color difference (ΔE^*) between 3.0 mm opaque composite and integrated each thickness specimen (mm)

	2.7	2.4	2.1	1.8	1.5	1.2	1	0.5
UC	0.41	1.29	0.95	1.61	2.04	3.03	3.92	6.36
Z350	0.88	1.40	1.25	1.90	2.45	3.58	4.22	6.10
CHA	0.90	0.81	1.08	1.31	1.86	2.42	3.33	4.45
ST	0.22	0.95	0.84	0.99	1.77	1.97	2.37	0.79
PAL	0.90	1.70	1.62	2.18	2.98	3.31	4.61	5.72
EX	0.36	1.15	0.94	1.65	3.54	4.85	5.55	7.11
MF	1.67	1.49	1.51	1.51	1.59	2.08	1.47	3.42
ES	0.99	1.27	2.35	2.64	2.44	2.83	4.14	5.51

Table 5. Opacity specimens

	UC	Z350	CHA	ST	PAL	EX	MF
Opacity	0.693	0.781	0.678	0.99	0.721	0.594	0.931
S. D.	0.00518	0.0151	0.00272	0.00436	0.00937	0.00808	0.00217

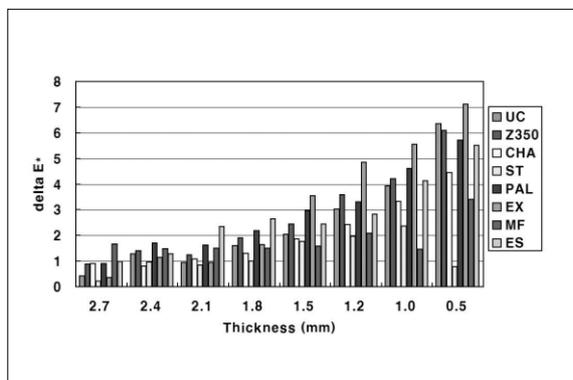


Figure 5. Color difference (ΔE^*) between 3.0 mm opaque composite and integrated each thickness specimen is lesser than 3.3 on ST specimens regardless thickness. As the thickness of the specimen is decreased, color difference against the 3.0 mm specimen gradually increased.

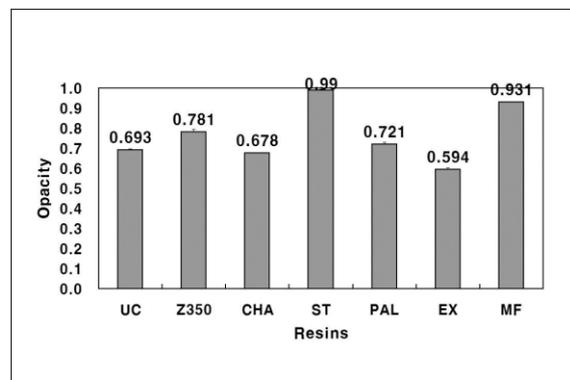


Figure 6. 1 mm specimens for opacity were made. The most highest value is 0.99 in ST and the opacity is in the decreasing order of ST, MF, Z350, PAL, UC, CHA, and EX. Every group shows statistical significant difference by one-way ANOVA and Student-Newman-Keuls method ($p < 0.05$).

는 상이하게 나타났다.

1.0 ± 0.1 mm 시편을 백색 배경판과 흑색 배경판에 위치시켜 색측정 하고 opacity를 계산하였다 (Table 5, Figure 6). 순서는 ST, MF, Z350, PAL로 각각 0.990, 0.931, 0.781, 0.721 이었으며 각각 다른 시편과 유의성 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

MI (Minimal Intervention) 개념^{6,8-10}으로 수복하는 방법이 소개되면서 치질을 많이 보존할 수 있게 되었지만, 심미 수복을 위하여 변색된 치질까지 삭제해야 하는 것인가와 상충되어진다. 전치부 뿐만 아니라 구치부에서도 심미성을

고려하게 되었고 더 이상 수복 치료에서 심미는 부가적인 충족이 아니게 되었다. 또한 이미 전치부에서는 치질이 얇은 부위에서 색의 조화를 위해 재료의 투명도를 고려하고 있다.

Kubelka와 Munk는 1931년 Kubelka-Munk 이론을 발표하여 재료의 투명도와 반사율과 같은 광학적 특성에 영향을 미치는 매개 변수들 중에서 산란계수와 흡수 계수를 단순한 쌍곡선 함수로 표현하였으며 그 후로도 많은 연구들이 이를 뒷받침하고 있다^{11,12}. 재료의 두께가 일차적 매개 변수이며 이는 빛의 파장에 많은 영향을 받는다고 하였다¹³.

하지만 충전재들은 한정된 두께에서 주변색을 차단할 만큼 본연의 색을 얻어야 할 경우가 많으며 특히 재료의 투명도가 많은 영향을 주게 된다.

황과 이는¹⁴ 광중합 복합레진의 색상이 두께에 따라 배경색의 영향을 받으며 두께가 증가할수록 레진 본연의 색이 가까워짐을 보고하였다. Power 등은 4 mm 두께에서 레진 본연의 색을 보인다고 발표하였으나^{4,14,15}, Kamishima 등의 연구에서 3 mm opaque resin의 TP (translucency parameter) 값^{1,16,17}이 body resin과 enamel shade resin의 4 mm 두께 시편의 TP 값보다 더 낮은 값을 보여¹⁶ 본 실험에서는 3 mm 두께에서도 본연의 색을 내리다 기대하며 3 mm 시편을 제작하였다. 레진 충전 시에 배경색 시편과의 충분한 접착 강도와 계면에서의 색상변화를 초래할 수 있는 인자들을 최소화하기 위해 레진 인레이의 접착 시와 같은 방법으로 sandblasting 후 silane 처리하고 bonding 도포하여 접착하였다.

7 가지 실험군 중 ST와 MF는 flowable resin으로 흐름성이 높았고, 다른 군보다 높은 L* 값을 보였으며, 높은 opacity를 보였다.

Ikeda 등²⁰의 연구에서 opaque shade 복합레진이 더 낮은 TP를 보여 배경색 차단능력이 뛰어나다고 평가하였으나 이는 동일 제품 간의 비교이며 다른 제품과의 비교가 필요하리라 생각되어 여러 opaque shade 복합레진을 선택하였다. 또한 이번 실험에서 사용한 PAL의 색특성을 보고하였는데, 시편 본연의 색을 측정할 때 같은 색의 레진 시편과 겹쳐서 측정하여서 다른 값을 보이는 것으로 생각된다. 2 mm 두께의 opaque shade 복합레진과 non-opaque resin의 색차가 3.3 이상을 보여 이를 고려한 'through and through' 와동 수복을 설명하며¹⁷, opaque shade 복합레진이 더 밝고 yellowish한 특성을 가지기 때문이라고 하였다.

두께에 따른 배경색 시편과의 색차는 opaque shade 복합레진을 사용하였을 때 배경색을 얼마나 차단할 수 있는지를 의미하며, 두께에 따른 3 mm 적층된 시편과의 색차는 사용할 opaque shade 복합레진의 두께에 대한 평가를 돕는다. MF는 1.0 mm까지 ST는 0.5 mm 두께의 적용에도 색차

가 3.0 mm의 색과 3.3 이하⁷ 값을 보여 배경색의 차단효과가 탁월함을 알 수 있었다. ST는 1.0 mm 두께에서 3.0 mm 시편과의 색차가 증가하는 양상을 보였다가 다시 0.5 mm에서 감소하였는데, 이는 ST의 충전 두께를 고려하지 않고 초기에 1 mm 적층 충전하여서 이 두께에서의 중합이 완전히 이루어지지 않아 다른 색 특성을 나타내는 것으로 사료되며 0.5 mm 두께에서는 다시 bonding제와의 결합으로 추가적인 중합이 이루어진 것으로 보인다. 이와 함께 opacity를 고려하여 임상에 적용해야 한다. 높은 opacity와 배경색상과 큰 색차를 보이는 ST와 MF는 0.5 mm 이하의 얇은 두께로 적용해야 하며 또한 주변의 경계부나 와동의 깊이가 얇은 경우에는 적층되는 레진의 두께가 얇아지게 되어서 지수 함수적으로 두께에 영향을 많이 받는 표면 색상에 큰 영향을 주게 될 것으로 보이며^{3,16}, 주변색과의 조화를 이루기 어렵게 될 것이다. L* 값은 배경색과 관계없이 MF와 ST가 가장 높은 값을 가지고 EX, Z350, PAL, UC, CHA, ES의 순서를 나타냈다. 이는 opacity와 L*, a* 값의 연관관계를 서술한 Ikeda 등²⁰의 연구를 지지한다. 3 mm 적층된 시편과 색차는 1.2 mm 두께에까지 3.3 이하를 보였다. 배경색과의 색차는 대조군을 제외하고는 모두 0.5 mm까지 3.3 이상의 색차를 보였다.

본 실험에서는 배경색 차단능력을 평가하였으나, 적층 수복에 있어서 opaque shade 복합레진 상에 시행할 때 conventional resin과의 차이가 어떠한지, body shade와 incisal shade는 어떠한 차이가 있는지, 범랑질 색상의 영향¹⁸ 등 opaque resin의 다른 색 특성에 대한 연구도 필요할 것이다.

V. 결 론

7가지 opaque shade 복합레진과 대조군인 통상적인 복합레진을 3 mm 두께의 배경색 바탕에 3 mm 두께로 색상당 3개의 시편을 제작하였다. 이를 0.3 mm 간격으로 0.5 mm까지 연마하면서, 각 두께마다 색측정 하고, 연마 후 각 두께에서 측정된 opaque shade 복합레진의 표면 색상과 적층 전의 배경판 색상 및 연마전의 표면색상 간의 색차를 계산하였다. 1.0 ± 0.1 mm 두께로 시편을 제작하여 시편의 opacity를 계산하고 opaque shade 복합레진의 색 특성을 알아보았으며 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. Opaque shade 복합레진의 opacity는 Clearfil ST, Metafil Flo, Filtek Z350, Palpaque Estelite, Universal composite, Charisma, Esthet-X 순으로 감소하였다 ($p < 0.05$).
2. 시편의 두께의 감소에 따른 L*, a*, b* 값의 변화는 L* 값은 두께가 얇아짐에 따라 감소하는 양상을, a* 값은 증가하는 양상을, 그리고 b* 값은 재료에 따른 다른 변

화 양상을 보였다.

3. 연마 전 표면 색상과 연마 후 각 두께에서의 색차는 Clearfil ST는 모든 두께에서, Metafil Flo는 1.0 mm 이상에서 3 이하의 색차를 보였다.
4. 배경 시편인 Root dentin Mustard에 대한 각 opaque 레진의 색차는 모든 두께에서 10 이상의 색차를 보였으며, Clearfil ST와 Metafil Flo가 가장 큰 색차를 보였다 ($p < 0.05$).

이상의 결과 opaque composite resin을 사용할 때에 제조사에 따라 그 광학적 특성을 이해하여 적용 두께와 적용 부위를 결정해야함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Johnston WM, Reisbick MH. Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. *Dent Mater* 13:89-97, 1997.
2. Ikeda T, Murata Y, Sano H. Translucency of opaque-shade resin composites. *Am J Dent* 17:127-30, 2004.
3. Lee YK, Powers JM. Calculation of colour resulting from composite/ compomer layering techniques. *J Oral Rehabil* 31:1102-8, 2004.
4. Powers JM, Dennision JB, Lepeak PJ. Parameters that affect the colors of direct restorative resins. *J Dent Res* 57:876-880, 1978.
5. Gross MD, Moser JB. A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J Oral Rehabil* 4:311-322, 1977.
6. Mount GJ, Ngo H. Minimal intervention: a new concept for operative dentistry. *Quintessence Int* 31:525, 2000.
7. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 3:246-251, 1987.
8. Peters MC, McLean ME. Minimally invasive operative care. I. Minimal intervention and concepts for minimally invasive cavity preparations. *J Adhes Dent* 3:7-16, 2001.
9. Peters MC, McLean ME. Minimally invasive operative care. II. Contemporary techniques and materials: an overview. *J Adhes Dent* 3:17-31, 2001.
10. Roulet JF, Vanherle G. Adhesive Technology for Restorative Dentistry. *Quintessence Publishing Co, Ltd.* 2005.
11. Clark EB. An analysis of tooth color. *J Am Dent Assoc* 18:2093-2103, 1931.
12. Miyagawa Y, Powers JM. Prediction of Color of an Esthetic Restorative Material. *J Dent Res* 62:581-4, 1983.
13. Dozic A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, van der Zel J, Feilzer AJ. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 90:563-70, 2003.
14. 황인남, 이광원. 광중합복합레진의 두께에 따른 투명도 차이가 수복물의 색상에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 24:585-603, 1999.
15. 황인남, 박수정, 김상원, 김태건, 염철만, 조선정, 황윤찬, 박영준, 오원만. 다른 색상의 복합레진 적층수복이 표면 색상에 미치는 영향. *대한치과기재학회지* 30:325-335, 2003.
16. Kamishima N, Ikeda T, Sano H. Color and translucency of resin composites for layering techniques. *Dent Mater J* 24:428-32, 2005.
17. Ikeda T, Sidhu SK, Omata Y, Fujita M, Sano H. Colour and translucency of opaque-shades and body-shades of resin composites. *Eur J Oral Sci* 113:170-3, 2005.
18. Kamishima N, Ikeda T, Sano H. Effect of enamel shades on color of layered resin composites. *Dent Mater J* 25:26-31, 2006.
19. Crisp S, Abel G, Wilson AD. The quantitative measurement of the opacity of aesthetic dental filling materials. *J Dent Res* 58:1585-1596, 1979.

국문초록

Opaque shade 복합레진의 opacity와 배경 색상 차단 능력의 평가

박수정 · 황윤찬 · 오원만 · 황인남*

전남대학교 치의학전문대학원 보존학교실, 치의학 연구소, 2단계 BK21 사업단

본 연구에서는 현재 임상에 사용되고 있는 opaque shade 복합레진의 opacity와 배경색 차단 능력을 평가하였다.

24개의 배경 시편 (직경 5.5 mm, 두께 3 mm)을 Tescera ATL Root dentin Mustard로 제작하고 배경판 레진 상에 7종의 opaque shade 복합레진 (Universal composite, Filtek Z350, Charisma, Clearfil ST, Palpaque Estelite, Esthet-X, Metafil Flo)과 통상적인 복합레진인 Estelite Sigma를 3.0 mm 적층 수복하였다. 적층된 opaque shade 복합레진의 표면 색상을 측정 후, 적층한 두께가 0.5 mm가 될 때까지 0.3 mm 간격으로 적층된 면을 연마하면서 각 두께에서의 표면 색상을 측정하였다. 연마 후 각 두께에서 측정된 opaque shade 복합레진의 표면 색상과 적층 전의 배경판 색상, 그리고 연마전의 표면 색상 간의 색차를 계산하여 두께에 따른 배경색 차단 능력을 평가하였다. 또한 1 mm 두께의 시편을 제작하고 opacity를 측정하여 다음의 결과를 얻었다.

Opaque shade 복합레진의 opacity는 Clearfil ST, Metafil Flo, Filtek Z350, Palpaque Estelite, Universal composite, Charisma, Esthet-X 순으로 감소하였다 ($p < 0.05$). Opaque shade 복합레진의 두께의 감소에 따라 L^* 값은 감소하는 양상을, a^* 값은 증가하는 양상을 보였다. 연마 전 표면 색상과 연마 후 각 두께에서의 색차 (ΔE^*)는 Clearfil ST 군은 모든 군에서, Metafil Flo 군은 1.0 mm 이상에서 3 이하의 색차를 보였다. 배경 색상에 대한 각 opaque shade 복합레진의 색차는 모든 두께에서 10 이상의 색차를 보였으며, Clearfil ST와 Metafil Flo가 가장 큰 색차를 보였다 ($p < 0.05$).

현재 임상에 사용되고 있는 opaque shade 복합레진들은 제조사에 따라 서로 다른 opacity와 색상을 가진다. 따라서 재료의 선택에 있어 적용하고자 하는 병소의 특성에 따라 opaque shade 복합레진의 opacity와 색상에 대한 충분한 고려가 필요하리라 사료된다.

주요어: Opaque shade 복합레진, 표면 색상, 차단능력, 색차, Opacity