

1

배경 색조 차단 목적의 불투명 복합 레진의 두께와 반투명도

제주대학교 의학전문대학원 치과학교실

백 경 원, 김 성 준*

ABSTRACT

Thickness and translucency of opaque shade composite resin for masking effect

Department of Dentistry, School of Medicine, Jeju National University
Kyung-Won Baek, Sung-Joon Kim*

The aims of this study were to evaluate the adequate thickness of opaque resins for situations such as an oral black cavity and discolored tooth structure, as well as the translucency of each opaque material at various thicknesses.

Six opaque-shade composite resins (Z-350 OA3, Amelogen Universal A20, Esthet-X A20, Esthet-X A40, Charmfil UO and Aelite Universal OA3) were prepared in metal molds with a hole of 8 mm in diameter and various thicknesses (0.5mm, 1.0mm, 1.5mm, 2.0mm, 2.5mm, 3.0 mm and 4.0mm). Four backgrounds (white tile, black tile, C4 shade porcelain and opaque resin itself) were used to determine the translucency parameter (between black and white backgrounds), and to mimic a black oral cavity (between black and opaque resin backgrounds) and a discolored tooth structure (between C4 and opaque resin backgrounds). Color measurements were made by a colorimeter to determine the CIELAB values of each specimen with each background and to calculate the translucency parameter and ΔE^* value difference among the specimens on the backgrounds.

The translucency parameter and ΔE^* obtained between black and opaque resin backgrounds decreased in similar pattern as thickness increased. A C4 background was masked by resin thicknesses of 0.5-1.0mm, while a black background required thicknesses of 1.0-2.0mm.

Adequate knowledge about differences in the optical character like translucency of the materials used is essential, together with the accumulated experience of the individual clinician.

Key words : Opaque, Composite, Resin, Thickness, Translucency, Masking, Color

I. 서론

치아 수복의 심미적 인식과 요구가 높아짐에 따라, 수복 치료는 주위의 잔존 치질과 자연스럽게 조화되는

색조와 특질, 형태를 반영하여야 한다. 심미적 치료와 관련한 가장 중요한 문제 가운데 하나는 색조의 조화 (shade matching)에 관한 것이다. 그 중 까다로운 상황은 심하게 변색된 치질과, 험-설측으로 개통되어

■ Acknowledgment

이 논문은 2010년도 제주대학교 의과대학 발전기금연구비 (의과학연구소 학술연구비) 연구과제 2010-0671의 지원에 의해서 연구되었음

있는 제 3급, 4급 와동의 수복에 대한 것인데, 이는 기본적인 치아 색조를 반영하거나 전달할 잔존 치질의 양이 부족하며, 구강 내의 검은 색조 등 부적절한 색조를 차단할 잔존 치질의 양이 제한적이기 때문이다¹⁾. 게다가, 구강 내의 검은 배경 효과는 수복 재료의 명도에만 국한되는 것이 아니라 채도에도 영향을 끼치게 된다²⁾. 구강 내의 검은 색조나 변색 치질이 오히려 반투명도가 높은 재료에서 영향을 끼치기 때문에, 적절한 고려가 되지 않은 복합 레진의 수복은 회색조를 나타내는 등 색조의 부조화를 보이게 된다³⁾. 이러한 바람직하지 않은 배경 색조의 영향을 최소화하기 위하여, 적절한 양의 불투명 색조 복합레진(opaque shade composite resin)을 차단용으로 한 적층법(layering technique)을 이용한다. 이러한 술식에서 여러 연구자들은 수복 재료 자체의 색조뿐만 아니라 복합 레진의 반투명도(translucency)를 중요한 물성으로 간주하였으며^{4,3-8)}, 반투명도는 복합 레진의 두께에 영향을 받는 것으로 보고되었다⁶⁾. 따라서, 성공적인 수복 색조의 조화와 심미적인 결과를 위하여, 기초가 되는 불투명 복합 레진의 적절한 두께와 반투명도에 대한 이해가 중요할 것이다.

배경색을 차단하는 특성은 흡수와 산란 효과의 조합에 의해 이루어 지는데⁷⁾, Ikeda 등(2004)은 불투명 복합 레진이 상아질 색조 복합 레진이나 법랑질 색조 복합 레진보다 낮은 투명도를 가지며, 자연스러운 색조의 조화를 위해서는 1mm보다는 2mm 두께의 불

투명 복합 레진의 적용이 바람직하다고 보고하였다³⁾. Kamishima 등(2005)은 적절한 두께를 반투명도지수(TP, translucency parameter)가 2.0이하가 되는 값으로 계산하여 제시하였다⁶⁾. 불투명 도재의 경우에, Terada 등(1989)이 도재용 금이나 금속의 색조를 차단하기 위한 두께를 0.3mm 이상으로 요구하였다⁹⁾.

본 연구는 기존 연구보다 다양한 불투명 복합 레진과 색조를 대상으로 배경 색조 차단을 위해 다양한 두께에서의 반투명도를 평가하고, 구강 내의 검은 색조나 변색된 치질에서의 적절한 적용을 위한 두께를 알아보는 것을 목적으로 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시편 제작

사용된 6종의 광중합 불투명 복합 레진과 색조는 Z350 OA3(Z3), Amelogen Universal A2O (AM), Esthet-X A2O(E2), Esthet-X A4O (E4), Charmfil UO(CF), Aelite Universal OA3(AE)이다(Table 1). 제조사별로 시판되고 있는 불투명 복합 레진의 색조는 다양하지 않아 일관되게 통일되지는 않으나, 부분적으로는 비교가 가능할 수 있는 재료가 사용되어 레진의 색조, 고유의 CIELAB

Table 1. Shade, CIELAB value and manufacturer of opaque-shade composite resin used in this study

Material	Shade	CIELAB values			Lot number;Manufacturer
		L*	a*	b*	
Z-350	OA3	65.09	-1.21	14.51	5AM, 5AE;3M ESPE, St. Paul, MN, USA
Amelogen Universal	A2O	54.99	-0.38	4.22	B0HNC;Ultradent, South Jordan, UT, USA
Esthet-X	A2O	64.63	-2.03	14.01	050616;Dentsply/Caulk, Milford, DE, USA
Esthet-X	A4O	55.43	-2.29	8.85	041006;Dentsply/Caulk, Milford, DE, USA
Charmfil	UO	67.14	-0.91	5.93	1106054;Dentkist, Gunpo, Korea
Aelite Universal	OA3	58.48	-2.74	5.83	BA06001010;Bisco Asia, Seoul, Korea

- Z350 OA3
- Amelogen A20
- Esthet-X A20
- Esthet-X A40
- Charmfil UO
- Aelite OA3

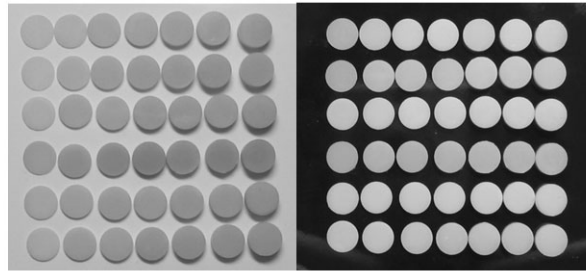


Fig. 1. Specimens of opaque-shade composite resin materials used on white backing and black backing.
(0.5mm, 1.0mm, 1.5mm, 2.0mm, 2.5mm, 3.0mm and 4.0mm thickness from the left column, respectively)

값과 차단 효과와의 연관성을 얻고자 하였다. 각 시편은 8mm 직경에, 각각 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm, 2.0mm, 2.5mm, 3.0mm, 4.0mm(± 0.10 mm) 두께의 표준화된 원형 금속 주형을 이용하여 제작되었다(Fig. 1). 각 시편은 5개씩 제작되었는데, 시편을 편평하고 매끄럽게 하기 위하여 유리판을 양쪽 면에 대고 제조사의 지시에 따라 광조사기(VIP, Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA)를 이용하여 중합하였다. 광조사기는 Radiometer(Curing Radiometer Model 100, Demetron Research Corp, Danbury, CT, USA)를 이용하여 정기적으로 일정한 출력을 점검하였다.

2. 배경판 제작

백색 타일, 흑색 타일, C4 색조 도재, 각각의 불투명 레진 등 4종의 배경판이 반투명도 측정과 구강내 검은색 배경, 변색 치질 대응으로 사용되었다.

백색 타일 배경판($L^*=91.53$, $a^*=0.87$, $b^*=3.47$)과 흑색 타일 배경판($L^*=3.92$, $a^*=1.50$, $b^*=-0.57$)은 TP를 측정하기 위해 사용되었으며, 흑색 타일 배경판은 검은 색조의 차단을 위한 실험 설계에도 이용되었다. 각 재료의 불투명 색조 복합 레진(OR) 배경판은 각 재료의 4.0mm 두께의 시편을 이용하였고, 각 복합 레진 고유의 CIELAB 측정값으로

삼았다(Table 1). C4 색조 도재판($L^*=47.73$, $a^*=0.76$, $b^*=11.93$, Vita VMK68, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)을 제작하여 C4 색조 차단을 위한 실험 설계에 이용하였다. C4 배경판과 OR 배경판을 이용하여 측정된 각 두께의 시편의 색차(ΔE^*)값을 통하여 변색 치질색을 차단하는 적절한 시편의 두께를 결정하였다. 흑색 배경판과 OR 배경판을 이용하여 측정된 각 두께의 시편의 ΔE^* 값을 통하여 구강 내 검은색을 차단하는 적절한 시편의 두께를 결정하였다. 즉, TP는 흑색-백색 배경판 위에서, C4 색조 차단에는 C4 도재판-OR 배경판 위에서, 검은 색조 차단에는 흑색-OR 배경판 위에서 측정된 시편의 ΔE^* 값들을 이용하였다.

3. 색 측정

색채 계측기(Minolta Chroma Meter CR-321, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여, 각각의 시편을 배경판에서 3번 반복 측정하여 평균 CIELAB 수치(L^* , a^* , b^*)를 구하였다. 조명은 표준광선 D65조건에서 측정하였으며, 계측기는 제조사의 지시에 따라 매 측정 시마다 영점 조정과 백색 조정을 시행하였다. L^* 값은 밝기로 100은 완전한 백색을, 0은 완전한 검은색을 나타내며 a^* 값은 적색(+)-녹색(-), b^* 값은 황색(+)-적색(-)의 요소를 가진 특정 색

공간을 나타낸다.

각각의 두께를 갖는 재료의 TP는 다음 식으로 계산되었다^{1,3-9)}.

$$TP = [(L_W^* - L_B^*)^2 + (a_W^* - a_B^*)^2 + (b_W^* - b_B^*)^2]^{1/2}$$

아래첨자 W와 B는 각각 백색 배경과 흑색 배경에서의 측정되었음을 의미하며, 측정된 값은 흑색과 백색 배경에서 동일 시편의 색차를 의미하여 숫자가 클수록 투명한 재료이고, 불투명 재료의 경우는 TP가 0이 된다⁷⁾.

재료의 각 두께당 C4 배경과 OR 배경에서의 ΔE^* 값과, 흑색 배경과 OR 배경에서의 ΔE^* 값은, 측정된 L^* , a^* , b^* 수치를 통하여 다음 식으로부터 계산되었다.

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

ΔE^* 값이 낮을수록 시편이 흑색 배경이나 C4 배경색의 영향에 덜 민감함을 나타내며, 따라서 그러한 시편이 흑색이나 C4 색조의 차단 능력이 뛰어난을 나타낸다. 배경색의 차단을 위한 적절한 불투명 복합 레진의 두께는 임상적으로 받아들여지는 ΔE^* 범위 ($\Delta E^* \leq 3.3$)¹⁰⁾를 기준으로 하여 구했으며, 이 두께를 Critical Thickness(CT)라 칭하였다.

실험에 사용된 6종의 재료의 7단계 두께의 계산값에 대한 통계처리는 0.05 유의수준에서 Two-way ANOVA를 이용하였다.

III. 결과

Table 2는 각각의 불투명 복합 레진의 다양한 두께에서의 ΔE^* 값과 TP를 나타낸다. 밑줄 친 ΔE^* 값을 나타내는 두께가 ΔE^* 값이 3.3 이하가 되는 최소의 두께 값이며, 이 각각의 수치가 흑색이나 C4 색조 차단을 위한 각 재료별 CT를 알려준다. Fig. 2에서는 각각의 불투명 복합 레진의 ΔE^* 값과 TP 변화의 그래프를 보여준다.

ΔE^* 값은 두께가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보여주었다. 각 재료마다 TP의 감소 경향과, 흑색 배경과 OR 배경간의 시편 ΔE^* 값 감소 경향이 비슷하게 나타났다. 재료와 무관하게 두꺼운 시편은 별 차이 없이 낮은 TP를 보여주었다. 같은 두께의 시편에서는 AM과 AE의 TP는 항상 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). ΔE^* 값과 TP는 높은 상관성을 나타내었다. C4 배경과 OR 배경에서의 시편의 ΔE^* 값과 TP의 상관계수는 0.914($p < 0.001$)이었으며, 흑색 배경과 OR 배경에서의 시편의 ΔE^* 값과 TP의 상관계수는 0.977($p < 0.001$)이었다.

Z350 OA3의 CT는 C4 색조 차단과 흑색 차단을 목적으로 할 때 각각 1.0mm와 1.5mm로 구해졌으며, Amelogen Universal A2O에서는 0.5mm와 1.5mm, Esthet-X A2O에서는 1.0mm와 1.5mm, Esthet-X A4O에서는 0.5mm와 1.0mm, Charmfil UO에서는 1.0mm와 1.5mm, 그리고 Aelite Universal OA3에서는 1.0mm와 2.0mm로 얻어졌다.

IV. 고찰

색채는 수복물의 외관에 많은 영향을 끼치기는 하지만, 표면 거칠기, 광택, 흐림, 투명도, 불투과도, 대조도 등 많은 기하학적 속성 또한 수복물의 외형에 영향을 끼친다¹¹⁾. 인간의 눈은 약간의 색상의 차이도 쉽게 인식하지만, 사물의 색을 어울리게 만드는 것은 훨씬 난해하다¹²⁾. 그래서 색의 조화와 수복 시술 단계는 고난도의 기술적인 숙련을 요구된다. 더욱이, 배경색의 투과로 인해, 헵-설로 개통된 제3, 4급 와동의 수복이나 심하게 변색된 잔존 치질에 있어서 자연 치질과의 조화로운 수복은 더욱 곤란하게 된다.

배경색을 바꾸고 복합 레진의 두께의 변화시킬 경우 최종 수복물의 결과를 바꿀 수 있다¹³⁾. 본 연구에서

Table 2. ΔE^* value and translucency parameters of opaque-shade composite resins of various thicknesses (standard deviation shown in parentheses)

Material	Thickness of opaque shade resin specimen						
	0.5mm	1.0mm	1.5mm	2.0mm	2.5mm	3.0mm	4.0mm
ΔE^* value of specimen between C4 shade backing and opaque resin backing							
Z3 ^c	3.56 (0.23)	<u>1.84 (0.21)</u>	0.80 (0.25)	0.40 (0.09)	0.26 (0.11)	0.23 (0.12)	0.20 (0.14)
AM ^b	<u>1.76 (0.32)</u>	0.97 (0.32)	0.69 (0.22)	0.66 (0.15)	0.73 (0.31)	0.40 (0.21)	0.36 (0.26)
E2 ^e	4.56 (0.26)	<u>2.27 (0.16)</u>	1.21 (0.12)	0.55 (0.09)	0.43 (0.16)	0.33 (0.09)	0.28 (0.15)
E4 ^a	<u>1.76 (0.39)</u>	0.82 (0.16)	0.38 (0.11)	0.21 (0.17)	0.23 (0.13)	0.20 (0.15)	0.09 (0.03)
CF ^b	3.22 (0.44)	<u>1.49 (0.23)</u>	0.57 (0.10)	0.29 (0.04)	0.19 (0.03)	0.21 (0.11)	0.11 (0.06)
AE ^d	3.34 (0.18)	<u>2.02 (0.22)</u>	1.18 (0.33)	0.79 (0.28)	0.50 (0.11)	0.41 (0.15)	0.14 (0.06)
ΔE^* value of specimen between black backing and opaque resin backing							
Z3 ^g	6.60 (0.24)	3.49 (0.36)	<u>1.57 (0.36)</u>	0.79 (0.14)	0.44 (0.12)	0.40 (0.14)	0.31 (0.16)
AM ^f	7.21 (0.66)	4.34 (0.22)	<u>2.64 (0.36)</u>	1.61 (0.34)	0.94 (0.24)	0.73 (0.13)	0.41 (0.08)
E2 ^h	8.70 (0.53)	4.52 (0.25)	<u>2.45 (0.16)</u>	1.30 (0.13)	0.71 (0.13)	0.47 (0.12)	0.46 (0.18)
E4 ^a	5.83 (0.38)	<u>2.90 (0.21)</u>	1.44 (0.08)	0.66 (0.06)	0.39 (0.12)	0.18 (0.09)	0.17 (0.11)
CF ^a	5.62 (0.69)	2.88 (0.47)	<u>1.30 (0.25)</u>	0.68 (0.26)	0.40 (0.16)	0.46 (0.10)	0.18 (0.06)
AE ^g	9.10 (0.46)	5.44 (0.41)	3.13 (0.65)	<u>2.03 (0.43)</u>	1.27 (0.30)	0.97 (0.23)	0.45 (0.19)
Translucency parameter							
Z3 ^b	16.19 (0.31)	9.53 (0.59)	4.67 (0.45)	2.44 (0.28)	1.37 (0.27)	0.98 (0.20)	0.36 (0.23)
AM ^g	23.37 (1.11)	14.91 (0.58)	9.41 (0.29)	6.32 (0.41)	3.42 (0.17)	2.82 (0.32)	1.14 (0.15)
E2 ^d	20.75 (0.85)	11.82 (0.56)	6.56 (0.17)	3.50 (0.15)	1.77 (0.10)	1.17 (0.14)	0.35 (0.02)
E4 ^c	20.02 (1.25)	10.81 (0.71)	5.45 (0.12)	2.72 (0.36)	1.23 (0.12)	0.82 (0.14)	0.20 (0.05)
CF ^a	13.99 (1.15)	7.71 (0.54)	3.78 (0.15)	2.02 (0.11)	1.05 (0.18)	0.72 (0.26)	0.18 (0.07)
AE ^f	25.17 (0.63)	16.03 (0.50)	9.36 (0.56)	6.20 (0.41)	3.70 (0.14)	2.79 (0.29)	1.05 (0.09)

Underlined values are the minimum thickness where ΔE^* values are lower than 3.3 and indicate critical thickness; the values with the same superscript in a column are statistically not different homogenous subsets based on Duncan's multiple range tests ($p < 0.05$). Z3: Z-350 OA3; AM: Amelogen Universal A20; E2: Esthet-X A20; E4: Esthet-X A40; CF: Charmfil UO; AE: Aelite Universal OA3

는 C4 색조의 도재와 흑색 타일을 배경으로 사용하였으며, 다양한 두께(0.5mm, 1.0mm, 1.5mm, 2.0mm, 2.5mm, 3.0mm 및 4.0mm)를 갖는 시편을 제작, 측정하였다. 실험 설계에서 C4 색조 도재는 변색 치질 색조를 모방하기 위해서 사용하였는데, C4 색조가 Vitapan Classical shade guide에서

가장 낮은 L* 값을 나타낼 뿐 아니라^{4,15)}, 명도를 우선적으로 조화롭게 하는 것이 눈의 생리적 특성에도 부합되기 때문이다¹⁶⁾. 게다가 C4 도재의 L*값(47.73)이 다른 배경 기준으로 사용된 백색 타일의 L*값(91.53)과 흑색 타일의 L* 값(3.92)의 중간 정도의 수치를 나타내었다. 본 연구에서 얻어진 C4 색조를

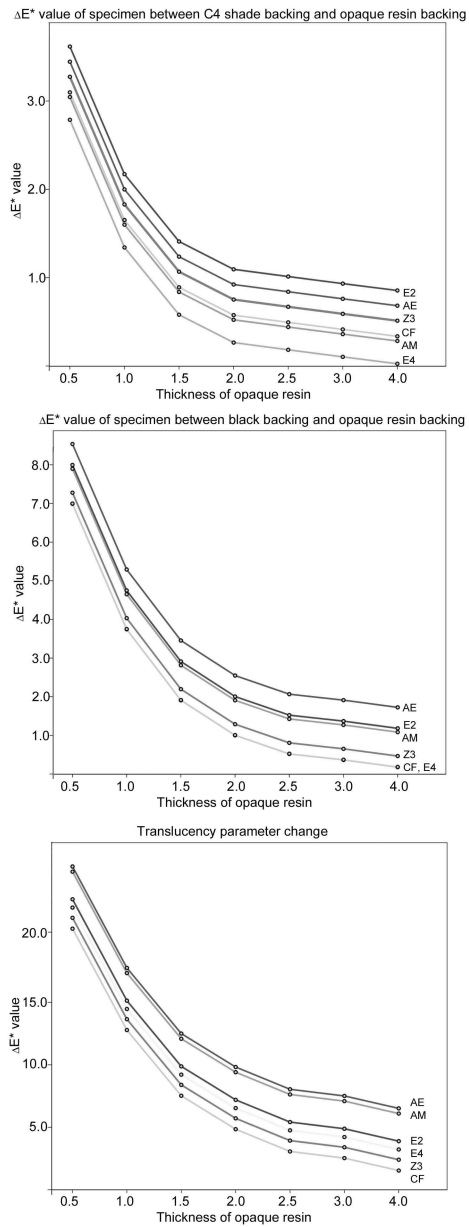


Fig. 2. ΔE^* value between C4 porcelain backing and opaque resin itself backing (top), ΔE^* value of specimens between black backing and opaque resin itself backing (middle) and translucency parameter change (bottom) of six opaque composite resins at various thicknesses. Z3: Z-350 OA3; AM: Amelogen Universal A20; E2: Esthet-X A20; E4: Esthet-X A40; CF: Charmfil UO; AE: Aelite Universal OA3.

차단할 수 있는 불투명 복합 레진의 CT는 C4 Vitapan Classical shade guide보다는 밝지만, 변색된 치질의 배경 영향을 차단하는데 효과적일 것이며, 흑색조를 차단할 수 있는 불투명 복합 레진의 CT는 헵-설로 개봉되어 구강내의 검은색을 차단할 요구가 있는 제3, 4급 외동의 수복시에 유용할 것이다 (Table 2).

사용된 불투명 복합 레진의 두께는 4mm이하로 한정하였는데, 이는 투명도가 높은 법랑질 색조의 복합 레진에서도 4mm두께에서는 충분히 배경색을 차단하는 효과가 있고, 4mm의 시편의 색은 배경의 영향을 받지 않는 복합 레진 고유의 색조로 간주될 수 있다는 연구⁶⁾를 따랐다.

계산되는 색차에 있어서 $\Delta E^*=1$ 의 값은 통제된 조건에서 50%의 관찰자가 인지할 수 있는 수준을 나타낸다¹⁷⁾. 임상적으로 받아들여지는 ΔE^* 수치에 대해서는, $\Delta E^* \leq 2.0$ ¹⁸⁾, $\Delta E^* \leq 3.3$ ¹⁰⁾, $\Delta E^* \leq 3.7$ ¹⁹⁾ 등 다양하게 보고되고 있다. CT를 구하기 위하여, 본 연구에서는 Ruyter 등(1987)이 제시한 $\Delta E^* \leq 3.3$ 를 기준으로 하였다¹⁰⁾. 그러나, 언급된 여러 기준들은 관찰 조건들(조명, 대상, 관찰 각도, 광학적 기하학 등)과 관찰자 변수에 따라 차이가 있음은 고려되어야 한다⁵⁾. Ikeda 등(2004)은 $\Delta E^* \leq 2.0$ 의 기준에서, 검은 배경 차단을 고려한 색조 선택 과정에서 2mm의 불투명 복합 레진이 1mm의 그것보다 바람직하다고 보고하였다³⁾. 이것은 비록 사용된 재료와 적용된 ΔE^* 기준이 다르지만, 본 연구와 부합하는 결과이다.

반투명도는 완전한 투명과 완전한 불투명 사이의 상태 또는 부분적 불투명도로 기술될 수 있으며, 상부층에 영향을 미치는 하부 색조를 차단하거나 통과시키는 재료의 상대적인 정도로 설명될 수 있다⁷⁾. 색과 마찬가지로 반투명도 역시 시각적으로, 기계적으로 측정될 수 있으나, 색과는 달리 단일 측정으로 이뤄질 수는 없고 흑-백의 두 배경에서 측정, 계산된다²⁰⁾. Kamishima 등(2005)은 흑색 배경을 차단하기 위

해 TP 2.0 이하가 되는 수준에서 CT를 계산하였다⁶⁾. 그러나, 구강 내와 수복 치질 등 구강 구조물의 임상적인 상황을 고려할 때, 백색 배경과 흑색 배경에서의 구해진 TP 보다는, 흑색 배경과 고유의 불투명 복합 레진 자체 배경간의 ΔE^* 값에서 얻어진 두께 값이 더 적합하다²¹⁾. 복합 레진의 반투명도는 재료의 두께가 증가함에 따라 지수적으로 감소하는데⁶⁾, 본 연구의 여섯 재료 또한 그 결과에 부합하는 것으로 보인다.

Amelogen Universal과 Aelite Universal의 TP는 각각의 두께에서 통계적으로 유의성이 없었으나($p>0.05$), CT는 0.5mm씩 차이를 나타내었다(즉, 0.5mm와 1.0mm, 1.5mm와 2.0mm). 이 차이는 재료의 색조 차이, 특히 명도의 차이로 설명될 수 있다. Amelogen Universal의 L^* 값은 54.99이며, Aelite Universal의 L^* 값은 58.48이었다(Table 1). 재료의 낮은 명도는 배경색의 영향을 차단하는데 기여하였다. 마찬가지로, Charmfil와 Z-350의 TP는 실험 재료 중 가장 낮았으나, CT는 중간 수준이었다. 이러한 결과는 해당 재료가 가장 높은 L^* 값을 가지기 때문으로 설명될 수 있다. Esthet-X A20와 A40의 경우, TP는 0.5mm 와 1.0mm 두께에서는 각각 통계적 차이가 없었으나, 배경 차단 능력은 다르게 나타났는데, 이것은 L^* 값과 b^* 값의 차이로 설명될 수 있다. 이러한 결과는 TP가 배경색 차

단 능력에 영향을 끼치는 유일한 요소는 아니라는 것을 의미한다. 심미 수복 재료의 색과 반투명도는 matrix와 filler의 조성과 filler 함량 같은 거시적인 요소뿐 아니라, 미세한 색소 첨가물이나 잠재적으로 다른 화합물의 구성 성분에 의해서 결정된다¹⁾.

사용하는 재료의 색과 반투명도의 차이에 관한 정확한 지식과 임상적의 축적된 경험이 필수적이다. Ryan 등(2010)에 의하면, 용도에 따른 심미 수복재의 TP의 범위는 불투명, 상아질 수복 복합 레진이 낮은 값을 보였으며, 범용 수복 레진의 경우 중간값, 법랑질 수복 복합 레진의 경우 가장 높은 값을 보였다. 그러나 경계가 명확하지 않고 제품에 따라 부분적으로 겹치는 범위를 보였고, 측정된 값들은 각 제품마다 차이가 있었다. 따라서 임상에서 사용되는 재료의 상대적 반투명도에 대한 지식을 갖는 것이 적절한 수복 재료 선택에 도움이 될 것이다²²⁾.

심미 복합 레진 수복에 있어서 본 연구는 변색 치질이나 개봉된 제 3, 4급 와동의 수복에 있어서 유용한 가이드의 하나가 될 수 있을 것이다. 실제 임상에서는 재료의 선택보다는, 불투명 복합 레진 충전시 양적인 제한이 있고, 두께 조절이 까다롭기 때문에 상아질이나 법랑질 색조의 복합 레진의 적층법을 포함한 포괄적인 고려가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

1. Johnston WM, Reisbick MH. Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. *Dent Mater* 1997;13:89-97.
2. Miyagawa Y, Powers JM. Prediction of color of an esthetic restorative material. *J Dent Res* 1983;62:581-4.
3. Ikeda T, Murata Y, Sano H. Translucency of opaque-shade resin composites. *Am J Dent* 2004;17:127-30.
4. Lee YK, Powers JM. Color and optical properties of resin-based composites for bleached teeth after polymerization and accelerated aging. *Am J Dent* 2001;14:349-54.
5. Paravina RD, Ontiveros JC, Powers JM. Curing-dependent changes in color and translucency parameter of composite bleach shades. *J Esthet Restor Dent* 2002;14:158-66.
6. Kamishima N, Ikeda T, Sano H. Color and translucency of resin composites for layering techniques. *Dent Mater J* 2005;24:428-32.

참고 문헌

7. Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *Int J Prosthodont* 1995;8:79-86.
8. 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* 2005;113:170-3.
9. Terada Y, Sakai T, Hirayasu R. The masking ability of an opaque porcelain: a spectrophotometric study. *Int J Prosthodont* 1989;2:259-64.
10. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987;3:246-51.
11. O'Brien WJ, Johnston WM, Fanian F, Lambert S. The surface roughness and gloss of composites. *J Dent Res* 1984;63:685-8.
12. Douglas RD, Brewer JD. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1998;79:254-60.
13. Yeh CL, Powers JM, Miyagawa Y. Color of selected shades of composites by reflection spectro photometry. *J Dent Res* 1982;61:1176-9.
14. Li Y. Tooth color measurement using Chroma Meter: techniques, advantages, and disadvantages. *J Esthet Restor Dent* 2003;15 Suppl 1:S33-41.
15. Browning WD. Use of shade guides for color measurement in tooth-bleaching studies. *J Esthet Restor Dent* 2003;15 Suppl 1:S13-20.
16. Miller LL. Shade matching. *J Esthet Dent* 1993;5:143-53.
17. Kuehni FG, Marcus RT. An experiment in visual scaling of small color differences. *Color Res Appl* 1979;4:83-91.
18. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small-color-difference equation for dental shades. *J Dent Res* 1990;69:1762-4.
19. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989;68:819-22.
20. Rugh EH, Johnston WM, Hesse NS. The relationship between elastomer opacity, colorimeter beam size, and measured colorimetric response. *Int J Prosthodont* 1991;4:569-76.
21. Kim SJ, Son HH, Cho BH, Lee IB, Um CM. Translucency and masking ability of various opaque-shade composite resins. *J Dent*. 2009;37:102-7.
22. Ryan EA, Tam LE, McComb D. Comparative translucency of esthetic composite resin restorative materials. *J Can Dent Assoc*. 2010;76:a84.