

간접 수복용 복합레진의 Incisal 색상 적층 두께에 따른 표면 색상 및 색차의 평가

박수정¹ · 이한영¹ · 나명윤² · 장훈상³ · 황윤찬^{1,4} · 오원만^{1,4} · 황인남^{1,4*}

¹전남대학교 치의학전문대학원 보존학교실, ⁴치의학연구소, ²전남대학교 치과병원 일반내과, ³원광대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

The evaluation of color and color difference according to the layering placement of Incisal shade composites on the body composites of the indirect resin restoration

Su-Jung Park¹, Han-Young Lee¹, Myong-Yun Nah², Hoon-Sang Chang³,
Yun-Chan Hwang^{1,4}, Won-Mann Oh^{1,4}, In-Nam Hwang^{1,4*}

¹Department of Conservative Dentistry, ⁴DSRI, Chonnam Natinal University School of Dentistry,

²Department of Internal Medicine, Chonnam Natinal University Hospital, Gwangju,

³Department of Conservative Dentistry, Wonkwang University College of Dentistry, Iksan, Korea

Objectives: The aim of this study was to evaluate the surface color of indirect resin restoration according to the layering placement of different shade of incisal composite.

Materials and Methods: In this study, CIE L*a*b* value of 16 Body composite of Tescera ATL (Bisco, Schaumburg IL, USA) was measured by spectrophotometer (NF999, Nippon Denshoku, Japan), and compared to CIE L*a*b* value of Vitapan shade guide. Nine shade Incisal composite of Tescera ATL were build-up to 1 mm thickness on Body composites inlay block, and CIE L*a*b* value was measured. Incisal composite was ground to 0.5 mm thickness and CIE L*a*b* value was re-measured. Color difference between Body composite and Incisal composites layered on Body composite was calculated as a function of thickness.

Results: Color difference between corresponding shade of Tescera Body composite and Vitapan shade guide was from 6.88 to 12.80.

L* and b* value was decreased as layering thickness of Incisal composite on Body composite was increased. But, a* value did not show specific change tendency.

Conclusions: Surface color difference between Body composites and Incisal composites layered on Body composite was increased as the layering thickness of Incisal composite increased ($p < 0.05$). [J Kor Acad Cons Dent 2011;36(1):37-49.]

Key words: CIE L*a*b* value; Color; Color difference; Incisal shade; Indirect resin restoration; Layering; Tescera ATL

-Received 5 October 2010; revised 27 October 2010; accepted 2 November 2010-

¹Park SJ, DDS, MSD, Postgraduate student; Lee HY, DDS, MSD, PhD; Hwang YC, DDS, MSD, PhD, Assistant Professor; Oh WM, DDS, MSD, PhD, Professor; Hwang IN, DDS, MSD, PhD, Associate Professor, Dept. of Conservative Dentistry, Chonnam Natl. Univ. School of Dentistry, Gwangju

²Nah MY, MD, PhD, Clinical Professor, Dept. of Internal Medicine, Chonnam Natinal University Hospital, Gwangju

³Chang HS, DDS, PhD, Assistant Professor, Wonkwang University Dental Hospital, Iksan

⁴Hwang YC, DDS, MSD, PhD, Assistant Professor; Oh WM, DDS, MSD, PhD, Professor; Hwang IN, DDS, MSD, PhD, Associate Professor, DSRI, Chonnam Natl. Univ., Gwangju, Korea

*Correspondence to In-Nam Hwang, DDS, MSD, PhD.

Associate Professor, Dept. of Conservative Dentistry, Chonnam Natl. Univ. School of Dentistry, Yongbong-ro 77, Buk-gu, Gwangju, Korea 500-757
TEL, +82-62-530-5819; FAX, +82-62-530-5629; E-mail: hinso@jnu.ac.kr

서론

복합레진 수복은 접착 수복과 심미 수복이라는 큰 변화를 수복학 영역에 가져왔다. 물성의 측면과 심미성의 측면에서 지속적인 변화와 발전의 결과 과거 한정된 부위에 적용되던 적응증은 현재는 수복이 요구되는 대부분의 경우에 적용할 수 있게 되었다. 하지만 중합 수축에 따른 과민증, 미세누출, 그리고 이에 따른 이차우식 등은 직접 복합레진 수복이 해결해야 할 과제로 남아있다. 또한 수복 초기의 낮은 마모 저항성과 수분 흡수 등의 결점도 가지고 있다.^{1,2}

이러한 직접 복합레진 수복의 문제점을 극복하기 위해 제안된 방법 중의 하나가 인레이 기법으로 구강 밖에서 부가 중합하여 접착시키는 간접 복합레진 수복법이다. 간접법으로 제작된 인레이는 구강 외에서 중합수축이 일어나기 때문에 실제 합착 시 레진시멘트의 중합 수축만이 발생되므로 직접법에 비해 미세누출과 술 후 지각과민이 감소하며, 중합율의 증가에 따른 복합레진 자체의 물리적 성질이 향상되고, 인접면 형성 및 해부학적 형태 부여가 용이하다.³⁻⁵ 이러한 이유로 간접 복합레진 수복은 교합력을 받는 구치부에 주로 적용되었다. 하지만 최근 새로 소개되고 있는 많은 간접 수복용 복합레진들은 다양한 색상과 광학적 특성 및 우수한 심미성을 가지고 전치부의 다양한 경우에도 적용되고 있다.

이러한 이유로 간접 복합레진 수복도 색상, 투명도와 같은 광학적 특성의 재현을 위한 color matching이 요구되며, 이 과정에서 발생되는 여러 가지 문제점을 가지게 된다. 치아 색상 범위 재현의 한계성,⁶⁻¹⁸ color matching의 방법,¹¹⁻¹⁸ 재료에 적용되고 있는 색상 code의 문제점,^{19,20} 재료의 구성 성분에 따른 서로 다른 광학적 특성²¹⁻²⁴ 등이 그러한 문제점들이다. 김 등의 보고와 같이 재료에 적용하고 있는 color code와 기준이 되는 shade guide간의 색차나 동일한 color code를 사용하는 재료간의 색차²⁰는 아무리 정확한 color matching이 이루어졌다 하더라도 원하지 않는 색상의 수복물이 제작되는 원인이 된다.¹⁹

또한 적층 수복 시 배경색의 색상과 적층되는 복합레진의 색상과 투명도는 예상치 못한 결과를 가져올 수도 있다.^{23,24} 예를 들어 color matching 과정을 통해 결정된 색상으로 인레이를 제작하고 최종적으로 법랑질의 특성을 부여하기 위해 법랑질 특성을 가진 복합레진을 적층 수복하면 적층된 복합레진의 두께, 투명도, 색상, 그리고 포함된 무기질 filler 특성에 따라 다른 색상의 수복물이 만들어지게 된다. 따라서 이러한 적층 수복과 관련된 색상 변화에 대한 지침이 필요하다.

본 연구에서는 Vitapan classical shade guide의 색상 code를 적용하고 있는 간접 수복용 복합레진인 Tescera ATL (Bisco, USA)의 Body composite의 색상과

Vitapan shade guide의 색상을 측정 비교하여 일치하는 정도를 확인하고, Tescera ATL의 Body composite 상에 직접 Incisal composite들을 적층한 후 두께에 따른 표면 색상의 변화를 알아보고자 시행 하였다. 이를 바탕으로 실제 임상에서 연구에 적용한 수복 재료로 간접 수복물 제작 시 참고할 수 있는 지침이 될 수 있도록 하고자 한다.

연구 재료 및 방법

1. 연구 재료 및 측정기기

본 연구에는 간접 복합레진 수복용 재료인 Tescera ATL (Bisco, Schaumburg IL, USA)의 Body composite 16색상과 Incisal composite 9색상을 사용하였다(Table 1).

제조사에 따르면 Body composite는 72 vol%의 filler를 포함하는 혼합형(hybrid) 복합레진이며, Incisal composite도 72 vol%의 filler를 포함하는 혼합형 복합레진으로 높은 표면 활택을 얻을 수 있는 복합레진이다(Table 1). 또한 Body composite의 색상과 비교하기 위해 shade guide로 VITAPAN classical (Vita Zahnfabrik, Germany)을 사용하였다.

복합레진과 shade guide의 색상 측정에는 spectrophotometer인 NF999 (Nippon Denshoku Inc. Co., Japan)를 사용하였으며, D65 표준광 하에서 CIE L*a*b* 값을 측정하였다. NF999는 측정구의 직경이 3 mm이며 측정 범위의 직경은 2.0 mm로서 좁은 영역과 굴곡면의 측정이 가능하도록 제작된 기기이다.

2. 연구 방법

1) 레진 시편의 제작

투명한 아크릴 판에 직경 5 mm, 두께 3 mm의 구멍을 형성하고 인상 채득(Aquasil Ultra XLV, Dentsply, Milford, USA)한 후 치과용 경석고를 부어 중합용 기기에 사용될 수 있는 작업 모델을 제작하고 가공하였다. 제작된 모델에 16 색상(A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D2, D3 and D4)의 Body composite의 각 색상마다 9개의 시편을 제작하였다.

모델의 와동에 복합레진을 적층 충전하고 최상층은 유리판으로 압축 한 후, 유리판을 제거하고 제조사의 지시에 따라 중합용 기기의 Light cup과 Heat cup을 이용해 60 psi의 압력하에서 광, 열중합하였다. 모델로부터 제거된 시편들은 3 mm의 두께가 되도록 멸균 증류수 주수하에서 #600, 1000, 1500 사포(Tamiya, Japan)로 연마하고, spectrophotometer로 색측정(CIE L*, a*, b*)을 시행하였다.

Table 1. Shade of used body and incisal composites

Body shade	Lot. No	Incisal shade (Code)	Lot. No.
A1	0500002113, 2007-09	Light yellow (ILY)	0500010731 2008-06
A2	0600000295, 2008-10	Super transparent (ST)	0400010117 2007-01
A3	0600001396, 2008-12	Clear (IC)	0500009034 2008-06
A3.5	0500005937, 2008-05	Neutral (IN)	0500002114 2007-11
A4	0500007206, 2008-06	Yellow (IY)	0500002637 2007-09
B1	0500002980, 2007-12	Blue (IB)	0400004112 2006-08
B2	0600000916, 2008-05	Frost (IF)	0500008146 2007-04
B3	0600000837, 2008-06	Pink (IP)	0300812350 2006-08
B4	0500009037, 2007-05	Gray (IG)	0500009632 2008-10
C1	0500008412, 2007-05		
C2	0500008413, 2007-05		
C3	0500008430, 2007-05		
C4	0500006360, 2007-05		
D2	0500008431, 2007-05		
D3	0500008432, 2007-05		
D4	0500008433, 2007-05		

Incisal composite를 형성된 Body composite에 적층 수 복하기 위해 직경 5 mm, 두께 4 mm의 Teflon mold를 제작하였다. 이미 제작된 3 mm 두께의 Body composite 시편을 Teflon mold에 위치시키고, 치과용 접착제(One step, Bisco, USA) 도포하고 건조한 후, 20초간 광중합 (Optilux 501, Kerr, CT, USA)한 후 9 색상의 Incisal composite를 각 색상의 Body composite 상에 충전하였다. 시편 위에 mylar strip을 놓고 유리판으로 압축한 후, 제거하고 제조자의 지시에 따라 중합하였다.

시편을 Teflon mold로부터 제거하고 시편의 최종 두께가 $4.0 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$ 가 되도록 Incisal composite가 적층된 쪽을 증류수 주수 하에서 #600, 1000, 1500 사포로 연마하고, spectrophotometer로 Incisal composite의 색측정(CIE L^* , a^* , b^*)을 시행하였다. 색측정이 끝난 시편은 다시 시편의 최종 두께가 $3.5 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$ 가 되도록 Incisal composite가 적층된 쪽을 증류수 주수 하에서 #600, 1000, 1500 사포로 연마하고, spectrophotometer로 Incisal composite의 색측정(CIE L^* , a^* , b^*)을 시행하였다.

2) 색상(CIE L^* , a^* , b^*) 측정

Spectrophotometer인 NF999를 사용하여 16가지 색상의 Vitapan shade guide의 색상(CIE L^* , a^* , b^*)을 치관 형태의 중앙부에서 각 색상 당 5회 측정하여 평균값을 구하였다. 또한 각 색상 당 9개씩 제작한 Body composite의 색

상을 $3.0 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$ 로 연마한 상태에서 측정하여 평균값을 구하였으며, 9 색상의 Incisal composite가 Body composite 상에 1 mm 적층된 후와 0.5 mm 적층된 후의 색상을 측정하였다.

CIE $L^*a^*b^*$ scale은 Adams-Nickerson space의 단 순화된 제곱근의 변형으로 삼차원의 색공간에 색을 나타낼 수 있는 좌표로서 측색기로 측정된 3차원 XYZ 값으로부터 산출된 L^* , a^* 그리고 b^* 값에 의한 3차원 직교 좌표를 이용한다. 이러한 CIE $L^*a^*b^*$ scale에서 L^* 은 밝기(lightness)를 나타내며 L^* 값이 100이면 완전한 백색, 0은 검정색을 나타낸다. a^* 와 b^* 는 색도(Chromaticity)를 나타내며 a^* 값이 (+)이면 적색, (-)이면 녹색을 나타내며, b^* 값이 (+)이면 황색, (-)이면 청색을 나타낸다.

측정된 $L^*a^*b^*$ 값으로 색상의 변화 양상을 분석하였으며, 동일한 색상 code의 shade guide와 Body composite 간의 색차(ΔE^*)를 환산하고, Body composite 상에 Incisal composite가 적층 전과 후의 색차를 환산하였다.

$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$ 공식을 이용해 환산하였다.

3) 자료 분석

Body composite 상에 서로 다른 색상의 Incisal composite 적층 전과 후, 그리고 연마 후의 색상(CIE L^* , a^* , b^*) 변화를 분석하고, 색차가 시각적으로 구분 가능한 색차($\Delta E^* > 3.3$)를 보이는지 분석하였다.

그리고 Body composite와 Incisal composite 1 mm 적층 후 색차, Body composite와 Incisal composite 0.5 mm 적층 후 색차를 paired t-test로 비교하였다.

연구 결과

1. Shade guide와 body composite의 색상

측정된 Vitapan shade guide와 Tescera Body composite의 색상은 Tables 2 and 3과 같다.

L*값은 모든 색상에서 Tescera Body composite가 Vitapan shade guide보다 높아 명도가 높은 양상을 보였으며, a*값은 Tescera가 Vitapan 보다 적색을 더 보였으며, b*값은 Vitapan shade guide가 더 높아 Tescera에 비해 황색 양상을 보였다.

2. Incisal composite 적층 시 색상변화

3 mm 두께의 Body composite 16 색상에 9가지 색상의

Incisal composite를 1 mm 두께로 적층 후 측정된 색상과 Incisal composite를 0.5 mm 연마 후 측정된 색상, 그리고 Body composite와 각 두께의 Incisal composite 간의 색차는 Tables 5-20과 같다.

0.5 mm 적층 상태에서 L*값은 Body composite의 L*값이 상대적으로 낮은 A3.5, A4, B4, C3, C4, 그리고 D4에서는 대부분의 Incisal composite에서 증가하는 양상을 보였지만, 밝은 색상의 Body composite 상에서는 감소하였다. 반면 a*값은 배경 색상에 관계없이 감소하였으며, b*값은 밝은 색상에 해당되는 A1, B1, 그리고 B2에서 증가하였다.

적층된 Incisal composite의 두께도 표면 색상에 영향을 미쳤다. 약간의 예외는 있었지만 1 mm 적층 시 0.5 mm 적층 시에 비해 L*값과 b*값은 감소하였으나 a*값은 증가하는 양상을 보였다. 또한 Body composite와의 색차도 0.5 mm 적층한 상태에 비해 1 mm 적층한 경우 현저하게 증가하였다($p < 0.05$). 0.5 mm 두께의 Incisal composite도 약 1.0 에서 6.0까지의 다양한 색차를 Body composite의 색상과 Incisal composite의 종류에 따라 나타냈다.

Table 2. CIE L*a*b* average values and standard deviation (S.D) of Vitapan classical shade guide

	L*	S.D	a*	S.D	b*	S.D
A1	55.72	0.50	-1.50	0.17	5.91	0.56
A2	55.54	0.21	-0.91	0.10	8.51	0.30
A3	52.23	0.21	-0.45	0.04	10.31	0.49
A3.5	51.16	0.12	-0.01	0.06	13.57	0.06
A4	48.62	0.34	0.14	0.05	13.01	0.31
B1	53.46	0.21	-1.79	0.04	4.81	0.11
B2	56.01	0.21	-1.94	0.06	8.87	0.08
B3	51.48	0.05	-0.85	0.05	12.92	0.31
B4	52.35	0.28	-0.78	0.06	14.06	0.12
C1	51.63	0.42	-1.26	0.12	6.15	0.24
C2	49.97	0.21	-0.98	0.09	9.38	0.19
C3	48.56	0.30	-0.80	0.05	9.99	0.11
C4	46.29	0.03	0.25	0.02	12.07	0.04
D2	50.44	0.16	-1.22	0.02	5.34	0.20
D3	50.20	0.18	-0.68	0.05	8.12	0.10
D4	48.47	0.30	-1.58	0.02	10.64	0.50

Table 3. CIE L*a*b* average values and standard deviation (S.D) of Tescera Body composites

	L*	S.D	a*	S.D	b*	S.D
A1	64.55	0.47	-3.36	0.33	1.12	0.33
A2	63.88	0.38	-3.26	0.31	3.52	0.35
A3	61.94	0.32	-2.49	0.28	3.94	0.36
A3.5	58.31	0.33	-1.51	0.40	6.86	0.41
A4	54.30	0.42	-0.66	0.19	9.22	0.52
B1	65.84	0.44	-3.81	0.28	2.30	0.28
B2	64.01	0.61	-4.06	0.45	3.19	0.34
B3	60.36	0.50	-2.88	0.33	6.52	0.33
B4	58.04	0.59	-2.66	0.25	8.22	0.36
C1	60.25	0.36	-2.86	0.28	-0.02	0.23
C2	55.74	0.45	-2.09	0.26	4.08	0.20
C3	52.66	0.22	-1.37	0.23	3.93	0.25
C4	51.48	0.44	-0.64	0.18	5.04	0.45
D2	58.79	0.33	-2.04	0.24	1.41	0.34
D3	57.53	0.55	-1.57	0.33	3.29	0.50
D4	56.54	0.52	-1.80	0.40	4.69	0.47

Table 4. Color difference (ΔE^*) between vitapan shade guide and tescera body composite

Shade	A1	A2	A3	A3.5	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D2	D3	D4
ΔE^*	10.22	10.00	11.79	9.92	6.88	12.80	10.04	11.13	8.36	10.73	7.92	7.34	8.78	9.27	8.83	10.03

Table 5. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the A1 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
A1 Body	ILY	63.69	-4.18	2.55	56.97	-3.45	-0.27	1.86	7.71
	ST	62.39	-4.20	1.78	55.82	-3.26	-0.30	2.41	8.85
	IC	63.10	-4.07	0.83	58.09	-2.02	-4.38	1.64	8.59
L*: 64.55	IN	62.23	-2.51	1.29	56.61	-1.62	-0.95	2.48	8.39
a*: -3.36	IY	65.18	-4.40	1.81	55.62	-3.03	4.29	1.4	9.49
b*: 1.12	IB	61.04	-3.60	-0.22	53.90	-3.06	-5.00	3.77	12.29
	IF	62.58	-3.92	1.10	58.97	-3.71	-0.56	2.05	5.84
	IP	64.39	-4.03	3.32	58.37	-1.95	1.32	2.31	6.34
	IG	62.80	-4.96	3.86	52.94	-3.18	1.99	3.62	11.65

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 6. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the A2 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
A2 Body	ILY	61.22	-4.02	3.11	56.05	-3.25	0.90	2.80	8.26
	ST	61.63	-2.65	1.62	54.70	-1.66	-1.62	3.01	10.64
	IC	62.91	-3.48	0.54	57.28	-1.98	-3.86	3.14	9.98
L*: 63.88	IN	59.78	-2.71	1.99	55.88	-1.47	-0.86	4.41	9.29
a*: -3.26	IY	60.68	-4.18	6.01	56.33	-3.12	5.56	4.17	7.83
b*: 3.52	IB	58.89	-3.95	0.57	52.82	-3.19	-3.41	5.84	13.05
	IF	63.09	-3.68	3.06	59.09	-2.89	0.45	1.01	5.71
	IP	62.66	-3.48	5.31	56.33	-1.60	1.73	2.18	7.93
	IG	63.26	-4.46	6.10	55.57	-2.80	3.24	2.92	8.33

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 7. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the A3 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
A3 Body	ILY	62.43	-3.10	3.77	55.53	-1.62	1.34	0.81	6.97
	ST	61.36	-3.15	1.74	56.13	-2.08	-2.20	2.36	8.45
	IC	62.84	-3.18	0.55	57.18	-2.05	-4.71	3.58	9.88
L*: 61.94	IN	59.87	-2.32	2.27	55.28	-0.70	-1.61	2.66	8.84
a*: -2.49	IY	61.46	-3.59	6.05	54.71	-2.41	3.65	2.43	7.23
b*: 3.94	IB	58.82	-3.16	-0.20	53.58	-2.85	-3.62	5.22	11.27
	IF	61.00	-2.22	2.09	56.97	-2.59	-0.89	2.09	6.92
	IP	60.08	-2.49	4.44	55.55	-1.29	1.60	1.92	6.91
	IG	61.26	-4.25	5.67	54.15	-2.62	1.87	2.57	8.05

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 8. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the A3.5 body composite, and color difference between bBody composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
A3.5 Body	ILY	58.63	-1.56	4.36	53.35	-1.83	0.24	2.53	8.28
	ST	58.80	-2.51	3.54	54.08	-1.69	-0.48	3.50	8.49
	IC	58.96	-2.20	0.29	55.13	-0.82	-5.65	6.64	12.93
L*: 58.31	IN	58.38	-2.11	3.08	53.21	-0.42	-2.36	3.83	10.60
a*: -1.51	IY	59.57	-3.14	6.12	52.25	-1046	3.26	2.20	7.05
b*: 6.86	IB	56.76	-2.74	1.71	49.60	-1.23	-5.16	5.52	14.85
	IF	60.05	-2.82	2.15	56.89	-2.53	-1.36	5.19	8.41
	IP	57.77	-1.30	4.49	54.82	-0.83	0.74	2.45	7.08
	IG	58.74	-2.96	6.74	52.70	-1.76	1.37	1.52	7.86

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 9. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the A4 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
A4 Body	ILY	55.41	-1.69	2.75	51.46	-1.18	-1.35	6.65	10.95
	ST	56.13	-1.16	1.13	51.74	-0.73	-3.51	8.31	12.99
	IC	55.01	-1.37	4.73	51.77	-1.61	-0.23	4.60	9.82
L*: 54.30	IN	55.05	-0.41	2.86	51.43	0.16	-1.17	6.41	10.81
a*: -0.66	IY	55.79	-1.56	2.37	53.44	-1.14	-2.98	7.06	12.24
b*: 9.22	IB	53.29	-1.57	0.54	48.87	-1.24	-5.98	8.78	16.15
	IF	53.77	-1.12	3.94	48.26	-1.19	0.68	5.32	10.47
	IP	54.16	-0.37	4.57	50.53	1.55	-3.81	4.66	13.75
	IG	56.19	-0.62	1.00	54.21	-0.26	-7.28	8.43	16.50

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 10. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the B1 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
B1 Body	ILY	65.50	-5.21	3.16	58.01	-3.78	2.12	1.68	7.83
	ST	64.82	-4.20	2.27	57.27	-3.85	-0.55	1.09	9.03
	IC	65.38	-4.32	0.26	58.12	-3.05	-4.43	2.16	10.27
L*: 65.84	IN	63.16	-3.48	2.66	55.72	-1.73	-1.34	2.72	10.95
a*: -3.81	IY	61.32	-3.94	3.63	55.33	-3.95	4.54	4.72	10.75
b*: 2.30	IB	62.91	-4.55	0.10	54.45	-2.84	-5.12	3.74	13.63
	IF	65.27	-4.97	5.05	58.39	-3.41	0.01	3.04	7.80
	IP	62.40	-3.30	3.39	54.39	-1.31	0.61	3.65	11.84
	IG	66.09	-4.30	4.91	56.25	-3.24	3.59	2.67	9.70

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 11. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the B2 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
B2 Body	ILY	61.80	-4.68	3.32	55.21	-3.19	0.68	2.30	9.19
	ST	61.55	-4.93	3.31	58.00	-3.92	-0.49	2.61	7.04
	IC	63.13	-4.98	1.43	58.66	-3.02	-4.33	2.16	9.28
L*: 64.01	IN	61.22	-3.47	1.78	55.37	-2.12	-0.87	3.18	9.74
a*: -4.06	IY	60.29	-4.35	6.69	55.06	-3.19	3.86	5.11	9.02
b*: 3.19	IB	59.77	-4.62	0.07	52.12	-3.34	-4.94	5.29	14.41
	IF	62.12	-4.30	3.07	58.84	-3.27	-0.26	1.90	6.26
	IP	60.37	-3.74	3.87	55.42	-2.21	0.75	3.72	9.12
	IG	59.57	-3.86	5.22	54.69	-3.13	2.66	4.89	9.37

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 12. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the B3 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
B3 Body	ILY	57.95	-2.88	2.70	55.01	-2.91	0.56	4.52	8.01
	ST	59.89	-3.57	3.50	54.14	-2.28	-1.57	3.13	10.23
	IC	59.76	-1.78	-0.01	56.04	-1.66	-4.85	6.65	12.23
L*: 60.36	IN	58.61	-2.11	3.39	52.96	-0.35	-2.63	3.67	12.04
a*: -2.88	IY	59.08	-3.50	7.52	52.67	-2.50	3.82	1.74	8.17
b*: 6.52	IB	57.44	-3.74	1.64	51.32	-2.76	-6.13	5.76	15.56
	IF	61.05	-2.10	2.76	58.20	-2.54	-0.46	3.91	7.32
	IP	60.38	-2.48	3.62	54.23	-2.14	1.53	2.93	7.94
	IG	59.00	-3.40	5.58	53.37	-2.63	3.42	1.74	7.66

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 13. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the B4 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
B4 Body	ILY	58.29	-3.10	3.17	53.19	-2.35	0.38	5.07	9.23
	ST	58.73	-2.60	4.05	51.75	-0.88	-2.73	4.23	12.75
	IC	59.66	-3.32	1.55	55.37	-1.76	-5.34	6.90	13.85
L*: 58.04	IN	57.90	-2.88	5.89	52.96	-1.03	-1.76	2.34	11.31
a*: -2.66	IY	57.48	-2.78	7.78	52.74	-2.10	3.64	0.72	7.03
b*: 8.22	IB	56.84	-2.84	-0.46	50.15	-2.39	-5.83	8.77	16.12
	IF	59.67	-2.72	0.83	56.06	-2.09	-1.95	7.57	10.38
	IP	58.07	-2.65	5.52	51.26	-0.74	-0.12	2.71	10.92
	IG	57.12	-3.18	5.54	52.43	-2.23	1.36	2.88	8.87

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 14. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the C1 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
C1 Body	ILY	59.19	-3.47	-0.11	53.72	-1.05	-1.82	1.22	7.02
	ST	59.37	-3.51	-1.84	53.99	-2.44	-4.32	2.12	7.61
	IC	60.23	-3.14	-3.85	56.03	-1.99	-7.93	3.84	9.01
L*: 60.25	IN	56.20	-1.57	-1.98	53.96	-1.41	-2.95	4.68	7.09
a*: -2.86	IY	57.39	-3.78	3.02	53.67	-2.74	2.09	4.28	6.91
b*: -0.02	IB	57.81	-3.69	-1.34	51.39	-2.73	-6.08	2.89	10.74
	IF	59.74	-4.01	0.10	58.57	-3.14	-1.64	1.26	2.35
	IP	57.68	-2.90	0.86	52.22	-1.85	-0.86	2.73	8.14
	IG	57.90	-3.80	2.62	53.60	-2.74	0.78	3.66	6.71

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 15. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the C2 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
C2 Body	ILY	56.21	-2.99	0.74	53.21	-2.38	-1.71	3.49	6.33
	ST	53.76	-1.74	-1.00	54.66	-2.24	-3.94	5.46	8.10
	IC	58.16	-2.39	-0.96	54.64	-1.03	-7.59	5.59	11.77
L*: 55.74	IN	54.97	-1.51	-0.74	52.55	-0.97	-3.57	4.91	8.36
a*: -2.09	IY	53.77	-2.86	3.50	50.98	-1.95	1.10	2.20	5.62
b*: 4.08	IB	52.68	-2.62	-1.42	50.33	-2.08	-5.98	6.31	11.42
	IF	56.40	-2.46	-0.43	56.05	-2.55	-3.93	4.57	8.02
	IP	54.50	-1.83	1.23	52.51	-1.49	-1.11	3.12	6.14
	IG	54.47	-2.84	3.67	53.42	-2.58	1.25	1.54	3.69

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 16. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the C3 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
C3 Body	ILY	53.45	-2.17	-1.24	52.60	-2.81	-3.28	5.29	7.35
	ST	55.03	-1.31	0.31	52.34	-2.18	-5.35	4.33	9.32
	IC	53.14	-1.62	-3.97	53.43	-1.80	-8.27	7.92	12.23
L*: 52.66	IN	54.25	-0.21	-1.19	50.62	-0.94	-4.72	5.48	8.90
a*: -1.37	IY	52.80	-2.09	0.99	50.85	-2.58	-0.60	3.03	5.03
b*: 3.93	IB	51.23	-2.19	-3.18	48.90	-1.53	-7.65	7.29	12.18
	IF	55.31	-2.88	-1.53	55.63	-3.19	-3.85	6.25	8.52
	IP	54.30	-0.93	-0.37	51.53	-0.87	-3.75	4.62	7.78
	IG	52.50	-2.62	2.57	51.16	-1.72	-0.83	1.85	5.00

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 17. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the C4 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
C4 Body	ILY	52.03	-1.27	-0.37	53.01	-1.97	-2.86	5.47	8.15
	ST	52.86	-1.28	1.29	51.56	-1.47	-4.24	4.04	9.31
	IC	53.15	-0.68	-4.05	54.19	-1.75	-7.52	9.24	12.90
L*: 51.48	IN	52.09	-1.22	-0.96	51.14	-0.91	-4.53	6.05	9.58
a*: -0.64	IY	51.41	-1.69	2.55	51.37	-1.68	-1.03	2.70	6.15
b*: 5.04	IB	51.32	-1.20	-1.24	51.40	-1.64	-6.42	6.31	11.50
	IF	54.16	-1.40	-1.35	55.33	-2.18	-4.95	6.97	10.81
	IP	51.42	-0.26	1.00	51.64	-0.63	-2.10	4.06	7.13
	IG	51.34	-1.49	3.86	51.81	-1.69	-1.78	1.46	6.90

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 18. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the D2 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
D2 Body	ILY	57.52	-2.71	1.61	55.37	-1.58	-2.02	1.44	4.87
	ST	58.16	-2.77	-1.07	55.22	-2.23	-3.54	2.65	6.10
	IC	59.60	-2.29	-2.68	57.32	-2.30	-6.53	4.18	8.08
L*: 58.79	IN	56.54	-1.37	-0.69	54.82	-0.95	-3.47	3.15	6.38
a*: -2.04	IY	57.83	-3.06	3.84	53.85	-2.69	2.21	2.81	5.05
b*: 1.41	IB	56.66	-2.83	-2.28	52.45	-2.56	-6.82	4.33	10.39
	IF	57.89	-3.01	0.08	58.30	-3.26	-2.26	1.87	3.89
	IP	57.36	-2.22	-0.37	54.62	-1.98	-1.53	2.28	5.10
	IG	57.47	-2.67	2.61	55.12	-1.27	0.26	1.89	3.92

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 19. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the D3 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
D3 Body	ILY	57.90	-3.49	2.94	54.54	-3.45	-1.28	1.98	5.78
	ST	57.27	-2.20	1.48	54.53	-2.11	-3.35	1.93	7.31
	IC	57.70	-2.36	-2.47	56.89	-1.95	-6.42	5.82	9.74
L*: 57.53	IN	56.54	-2.38	1.06	54.33	-0.24	-4.18	2.57	8.24
a*: -1.57	IY	55.31	-3.45	5.24	54.10	-2.42	1.73	3.50	3.86
b*: 3.29	IB	56.28	-3.12	-0.45	53.79	-2.76	-6.10	4.24	10.18
	IF	58.72	-2.45	0.43	58.50	-2.79	-2.34	3.22	5.84
	IP	57.48	-2.50	2.35	52.41	-0.86	-1.74	1.32	7.21
	IG	56.38	-3.22	3.35	55.35	-2.99	0.78	2.01	3.62

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

Table 20. CIE L*a*b* value of incisal composites that build-up on the D4 body composite, and color difference between body composite and incisal composite

		Body + Inc 0.5 mm			Body + Inc 1.0 mm			$\Delta E^* 0.5$	$\Delta E^* 1.0$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*		
D4 Body	ILY	59.86	-3.49	1.33	55.99	-2.83	-1.44	5.02	6.24
	ST	57.92	-2.33	0.12	54.77	-2.31	-3.58	4.80	8.47
	IC	58.91	-1.30	-0.82	57.65	-1.52	-6.97	6.02	11.71
L*: 56.54	IN	57.89	-2.13	0.41	53.03	-0.64	-3.14	4.49	8.65
a*: -1.80	IY	56.89	-2.50	3.79	53.27	-2.10	1.44	1.19	4.61
b*: 4.69	IB	55.78	-2.26	-0.71	52.24	-1.82	-6.42	5.46	11.91
	IF	59.23	-3.19	-0.22	56.52	-3.12	-2.44	5.77	7.24
	IP	57.68	-1.79	1.42	55.05	-1.27	-1.76	3.46	6.64
	IG	57.77	-2.55	4.10	55.19	-1.77	1.62	1.56	3.35

$\Delta E^* 0.5$ & $\Delta E^* 1.0$, Color difference between body composite and 0.5 mm and 1.0 mm thickness incisal composite.

총괄 및 고찰

치아의 색상은 개인의 유전적 특성, 환경 특성 등 다양한 원인에 의해 결정지어진다. 최근 환자들의 심미 치료에 대한 요구의 증가는 다양한 치아의 색상을 재현하기 위해 임상가들과 치과 관련 종사자들이 다양한 시도를 할 수 있는 계기를 제공하였다. 다양한 색상과 특성의 재료 개발, 새로운 색상 결정 방법 및 측색 기기의 개발 등이 그러하다. 하지만 이러한 노력에도 불구하고 정확한 색상 및 치아의 광학적 특성의 재현은 심미 치과학 영역에서 앞으로 해결해야 할 문제점으로 남아있다.

간접 복합레진 수복은 직접 수복의 단점을 극복하기 위해 개발되었다. 초기의 간접 수복용 레진은 직접 수복용 복합레진을 구강 밖에서 부가 중합하여 재료의 중합율을 높이고 중합 수축에 의해 발생하는 문제점을 줄였다. 하지만 최근 소개되는 간접 수복용 레진은 간접 수복 전용 레진으로 다양한 부분에서 초기의 방법에 비해 우수한 특성을 가지며, 광학적 특성도 다양한 색상과 투명도를 가진 재료를 제공하여 치과용 도재가 적용되던 많은 부위에 적용되고 있다. 하지만 대부분의 재료의 색상 체계가 Vita shade의 색상 code를 따르고 있으며, 각 색상에 대한 과학적 정보나 근거는 찾아보기 힘들다.

본 연구에서 측색한 Tescera ATL도 Vita shade를 따르고 있으나 측정 결과 동일한 색상 코드의 Vitapan classical shade guide와 육안으로도 구별 가능할 정도의 큰 색차를 보였다. 또한 이 결과는 O'Brien 등²⁵과 황과 오¹⁷의 측색 결과와도 큰 차이를 보인다. 예를 들어 A3의 경우 L*a*b*값은 각각 75.36, 1.36, 19.61,²⁵ 51.36, -0.37, 7.92,¹⁷ 으로 보고되었지만 본 연구 결과 Vita shade guide

는 52.23, -0.45, 0.31이었으며, Tescera ATL Body는 61.94, -2.49, 3.94였다. 이러한 차이는 측정에 사용한 기기의 특성과 측정된 시료의 상태에 따라 어느 정도의 차이는 예상되지만 이러한 측정값을 바탕으로 임상에 적용한다면 큰 혼란이 초래될 것이다. 본 연구에서 측정된 shade guide와 복합 레진 간에는 L*값의 차이가 두드러진다. 따라서 shade guide의 각 색상과 색차가 가장 적은 복합레진은 L*값이 낮은 어두운 계열의 색상이었다. Shade guide의 A2, A3, A3.5, B2, B3, B4, C2, C4, D4와 색차가 가장 적은 복합레진은 A4였으며, C1, C3, D2, D3는 C4, B1은 C3, 그리고 A1은 D4였다.

이러한 색상차를 극복하는 방법 중 하나가 서로 다른 색상의 레진이나 법랑질 특성을 갖는 투명도가 높은 법랑질 색상의 레진을 적층하는 것이다. 이러한 적층 수복은 새로운 색상을 재현할 수 있는 장점 외에도 자연치아의 광학적 특성에 조금 더 접근하여 더욱 심미적인 수복물을 만들 수 있게 한다. 복합레진의 투명도는 수복 후 치아에 생명감을 부여해주는 중요한 특성이다. 특히 전치부 수복에 있어 복합레진의 투명도는 더욱 중요시되어진다. Cook과 McAre에 의해 측정된 법랑질의 contrast ratio는 0.34 ± 0.11 이며, 상아질은 0.56 ± 0.12 이다.²⁶ 본 연구에서 Tescera ATL Body composite상에 적층 수복한 Incisal composite는 9종이었으며, Body composite 상에 1 mm 적층 후 표면 색상과 0.5 mm 연마 후 표면 색상을 측정하였다. 0.5 mm 적층 상태에서 L*값은 Body composite의 L*값이 상대적으로 낮은 A3.5, A4, B4, C3, C4, 그리고 D4에서는 대부분의 Incisal composite에서 증가하는 양상을 보였지만, 밝은 색상의 Body composite 상에서는 감소하였다. 반면 a*값은 배경 색상에 관계없이 감소하였으며, b*값은 밝은 색

상에 해당되는 A1, B1, 그리고 B2에서 증가하였다.

적층된 Incisal composite의 두께도 표면 색상에 영향을 미쳤다. 약간의 예외는 있었지만 1 mm 적층 시 0.5 mm 적층 시에 비해 L*값과 b*값은 감소하였으나 a*값은 증가하는 양상을 보였다. 또한 Body composite와의 색차도 0.5 mm 적층한 상태에 비해 1 mm 적층한 경우 현저하게 증가하였다. 따라서 Incisal composite의 적층은 두께에 따라 처음 결정한 Body composite의 색상에 큰 변화를 줄 수도 있기 때문에 적층 시 얇은 두께의 적층을 시행하여야 하며, 적층 후 색상의 변화는 Body composite의 색상과 Incisal composite의 색상에 따라 결정되기 때문에 신중한 선택이 필요하리라 사료된다.

배경 색상과 적층될 레진의 색상, 적층될 레진의 투명도 등의 광학적 특성을 적용해 적층 후 색상을 예측하기도 하였다. Grajower 등,^{27,28} Yeh 등,²⁹ Johnston 등,³⁰ Cook와 McAree,²⁶ Miyagawa와 Powers,³¹ 그리고 황과 이²³는 Kubelka-Munk 공식³²을 이용하여 예측한 레진의 표면 색상이 실제 측정값과 어느 정도 일치함을 보고하였다.

본 연구의 결과를 임상에 적용하면 좀 더 나은 color matching과 색상의 재현이 가능하리라 생각된다. 하지만 현재 임상에서 사용하는 레진들에 부여된 Vita shade와 같은 색상 code로는 어떤 색상의 레진이 더 밝고, 어두운지 그리고 어떤 색상 특성을 갖는지, 그리고 얼마나 차이가 있는지 알 수 있는 방법이 없다. 따라서 이러한 결과를 적용시키고자 하더라도 현재와 같은 색상 체계는 과학적인 색상 체계로 먼저 바뀌어져야 가능할 것이다. 본 연구에 적용한 CIE L*a*b* 체계와 같이 정량적 비교가 가능한 색체계에 바탕을 둔 색상 체계가 치과계에도 도입된다면 색상 결정 후 재료와 shade guide간의 차이에 의해 색상 재현에 실패할 가능성은 크게 줄일 수 있을 것이다.

또한 현재 사용하는 재료의 색상 결정 과정에서 완성된 수복물과 색상 결정간의 차이를 줄이는 가장 중요한 요소는 실제 수복물을 제작하는 재료를 사용해 단색과 적층색의 다양한 shade guide를 직접 제작하는 것이라 사료되며, 경험에 의한 색상의 재현보다는 정확한 측정 및 분석 결과를 토대로 색상을 재현해야 할 것이며, 이를 위해선 좀 더 많은 재료에 대한 표준화된 색상 및 광학적 특성에 대한 분석이 필요하리라 생각한다.

결론

본 연구에서는 간접 복합레진 수복재료의 색상 특성을 알아보기 위해 현재 임상에 적용되고 있는 Tescera ATL (Bisco, USA) 간접수복용 복합레진의 Body composite의 색상과 Tescera ATL에 적용되고 있는 Vitapan classical shade guide 간의 색차를 알아보고, Body composite와

Incisal composite의 적층 수복 시 색상 변화를 분석하고자 시행하였다.

직경 5 mm, 두께 3 mm의 원기둥형 Body composite 시편을 각 색상 당 9개씩 제조사의 지시에 따라 제작하고, 표면 연마 후 분광광도계(NF999, Nipon Denshuku, Japan)을 이용해 색상(CIE L*a*b*)을 측정하였다. 또한 Vitapan shade guide의 색상을 순면 중앙부에서 5회 측정하여 평균값을 구하였다.

색상 측정이 끝난 Body composite에 9 색상의 Incisal composite를 1 mm 두께로 적층하고 중합, 연마 한 후 적층면의 색상을 측정하였으며, Incisal composite를 0.5 mm 두께만큼 연마한 후 다시 색상을 동일한 측정 기기로 측정하였다.

Tescera ATL과 Vitapan shade guide의 동일한 색상 간에 최소 6.88, 최대 12.80의 큰 색차(ΔE^*)를 보였으며, 모든 색상에서 시각적으로 확연한 차이를 보였다.

모든 색상의 Body composite에서 적층한 Incisal composite의 색상에 관계 없이 Incisal composite의 두께가 두꺼워 질수록 Body composite과의 색차가 증가하였다($p < 0.05$). 또한 L*값과 b*값은 Incisal composite의 두께가 두꺼울수록 감소하는 양상을 보인 반면 a*값은 큰 변화를 보이지 않았다.

이상의 결과로 Tescera ATL을 이용한 간접 복합레진 수복 시 색상 결정에 있어 기존의 Shade guide의 사용은 부적절하며, 동일한 재료로 제작한 개별적인 shade guide가 필요하리라 사료되며, Incisal composite 적용 시 색상 변화에 대한 정확한 정보를 바탕으로 신중한 적용이 필요하리라 사료된다.

References

1. Schwartz RS, Summitt JB, William Robbins J. Fundamentals of operative dentistry. Quintessence Publishing Co., Chicago IL; 1996. p210-215.
2. Ferracane JL, Marker VA. Solvent Degradation and Reduced Fracture Toughness in Aged Composites. *J Dent Res* 1992;71:13-19.
3. Robinson PB, Moore BK, Swartz ML. Comparison of Microleakage in Direct and Indirect Composite Resin Restoration *in Vitro*. *Oper Dent* 12:113-116, 1987.
4. Stanley L, Karl F. Clinical evaluation of a heat-treated resin composite inlay : 3-year results. *Am J Dent* 1992; 5:258-262.
5. Schwartz RS, Summitt JB, William Robbins J. Fundamentals of operative dentistry. Quintessence Publishing Co., Chicago IL; 1996. p234-235.
6. Clark EB. An analysis of tooth color. *J Am Dent Assoc* 1931;18:2093-2103.
7. Clark EB. Tooth color selection. *J Am Dent Assoc* 1933; 20:1065-1073.
8. Miller LL. Shade matching. *J Esthet Dent* 1993;5:143-153.

9. Miller LL. Organizing color in dentistry. *J Am Dent Assoc (Special Issue)* 1987;December:26-40.
10. Hayashi T. Medical color standard. V. Tooth crown. Tokyo, Japan Color Research Institute; 1967.
11. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II: Practical applications of the organization of color. *J Prosthet Dent* 1973;29:556-566.
12. Lemire PA, Burk B. Color in dentistry. Hartford, CT J.M Ney Co.; 1975.
13. Grajower R, Revah A, Sorin S. Reflectance spectra of natural and acrylic teeth. *J Prosthet Dent* 1976;36:570-579.
14. Macentee M, Lakowski R. Instrumental color measurement of vital and extracted teeth. *J Oral Rehab* 1981;8:203-208.
15. Goodkind RJ, Schwabacher WB. Use of a fiber-optic colorimeter for *in vivo* color measurements of 2830 anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1987;58:535-542.
16. Park HK, Chung CH. A study on the color of Korean natural teeth. *J Kor Acad Prosthet Dent* 1988;26:185-196.
17. Hwang IN, Oh WM. Colorimetric analysis of extracted human teeth and five shade guides. *J Kor Acad Cons Dent* 1997;22:769-781.
18. Cho KM, Shin DH. Color analysis of the natural teeth with a modified intraoral spectrophotometer. *J Kor Acad Cons Dent* 1998;23:223-235.
19. Kim HS, Um CM, Kahng MH. A study on color differences between composite resins and shade guides. *J Kor Acad Cons Dent* 1996;21:107-120.
20. Cho KY, Hwang IN, Choi HR, Oh WM. Comparative evaluation of light-cured composite resins based on Vita shade by spectrophotometer. *J Kor Acad Cons Dent* 1998;23:424-432.
21. Preston JD. Current status of shade selection and color matching. *Quint Int* 1985;16:47-58.
22. Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. *Quint Int* 1991;22:525-531.
23. Hwang IN, Lee KW. Translucency of light cured composite resins depends on thickness and its influence on color of restorations. *J Kor Acad Cons Dent* 1999;24:585-603.
24. Hwang IN, Park SJ, Kim SW, Kim TG, Youm CM, Cho SJ, Hwang YC, Park YJ, Oh WM. The influence of layering placement of different shade composite resins on surface color. *J Kor Res Soc Dent Mater* 2003;30:325-335.
25. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new small-color-difference equation for dental shades. *J Dent Res* 1990;69:1762-1764.
26. Cook WD, McAree DC. Optical properties of esthetic restorative materials and natural dentition. *J Biomed Mater Res* 1985;19:169-488.
27. Grajower R, Fuss Z, Hirschfeld Z. Reflectance spectra of composite resins on liners. *J Prosthet Dent* 1979;41:650-656.
28. Grajower R, Wozniak WT, Lindsay JM. Optical properties of composite resins. *J Oral Rehabil* 1982;9:389-399.
29. Yeh CL, Miyagawa Y, Powers JM. Optical properties of composites of selected shades. *J Dent Res* 1982;61:797-801.
30. Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *Int J Prosthet* 1995;8:79-86.
31. Miyagawa Y, Powers JM. Prediction of color of an esthetic restorative material. *J Dent Res* 1983;62:581-584.
32. Kubelka P. New contributions to the optics of intensely light scattering materials Part I. *J Opt Soc Am* 1948;38:448-457.

국문초록

간접 수복용 복합레진의 Incisal 색상 적층 두께에 따른 표면 색상 및 색차의 평가

박수정¹ · 이한영¹ · 니명윤² · 장훈상³ · 황윤찬^{1,4} · 오원만^{1,4} · 황인남^{1,4*}¹전남대학교 치의학전문대학원 보존학교실, ⁴치의학연구소, ²전남대학교 치과병원 일반내과, ³원광대학교 치과대학 보존학교실

연구목적: 간접 복합레진 수복은 직접 수복의 여러 문제점들을 극복하는 대안으로 적용 빈도가 증가하고 있지만 간접 수복물의 특성상 치아 삭제 전 술자에 의해 결정된 색상을 가공 과정 동안 재현해야하기 때문에 기준이 되는 shade guide와 실제 간접수복용 레진간의 색상의 일치성이 요구되며, 치아의 다양한 표면의 광학적 특성을 부여하기위한 법랑질 특성의 복합레진의 광학적 특성에 대한 정보가 필요하다.

연구 재료 및 방법: 본 연구에서는 이러한 간접 복합레진 수복재료의 색상 특성을 알아보기 위해 간접수복용 레진인 Tescera ATL (Bisco, USA)의 Body composite의 색상과 동일한 색상 기호의 Vitapan shade guide 간의 색차를 알아보고, Body composite와 Incisal composite의 적층 수복 시 색상 변화 양상을 분석하고자 시행하였다. 직경 5 mm, 두께 3 mm의 원기 동형 Body composite 시편을 각 색상 당 9개씩 제조사의 지시에 따라 제작하고, 표면 연마 후 분광광도계(NF999, Nipon Denshuku, Japan)을 이용해 색상(CIE L*a*b*)을 측정하고 Vitapan shade guide의 색상을 측정하였다. 색상 측정이 끝난 Body composite에 9 색상의 Incisal composite를 1 mm 두께로 적층하고 중합, 연마 한 후 적층면의 색상을 측정하였으며, Incisal composite를 0.5 mm 두께만큼 연마한 후 다시 색상을 동일한 측정 기기로 측정하였다.

결과: Tescera ATL과 Vitapan shade guide의 동일한 색상 간에 최소 6.88, 최대 12.80의 큰 색차(ΔE^*)를 보였으며, 모든 색상에서 시각적으로 확인한 차이를 보였다. 모든 색상의 Body composite에서 적층한 Incisal composite의 색상에 관계없이 Incisal composite의 두께가 두꺼워 질수록 Body composite 과의 색차가 증가하였다($p < 0.05$). 또한 L*값과 b*값은 Incisal composite의 두께가 두꺼울수록 감소하는 양상을 보인 반면 a*값은 큰 변화를 보이지 않았다.

결론: 이상의 결과로 Tescera ATL을 이용한 간접 복합레진 수복 시 색상 결정에 있어 기존의 shade guide의 사용은 부적절하며, 동일한 재료로 제작한 개별적인 shade guide가 필요하리라 사료되며, Incisal composite 적용 시 색상 변화에 대한 정확한 정보를 바탕으로 신중한 적용이 필요하리라 사료된다.

주요단어: 간접레진수복; 색상; 색차; 적층수복; CIE L*a*b* value; Incisal 색상; Tescera ATL