

분광색채계측기를 이용한 Vita Shade 광중합형 복합레진의 색상 비교

전남대학교 치과대학 보존학교실*
전남대학교 치과대학 구강병리학교실**

조경이* · 황인남* · 최홍란** · 오원만*

Abstract

COMPARATIVE EVALUATION OF LIGHT-CURED COMPOSITE RESINS BASED ON VITA SHADE BY SPECTROCOLORIMETER

Kyoung-Yee Cho*, In-Nam Hwang*, Hong-Ran Choi**, Won-Mann Oh*

Dept. of Conservative Dentistry, Dept. of Oral Pathology**,
College of Dentistry, Chonnam National University*

To get a satisfactory result in the composite resin restorations, it is necessary to choose correct shade. At present, most of the commercial composite resins are based on the Vita Lumin shade guide or Bioform shade guide, but color differences might be expected even using the same shade in various materials.

In this study, five kinds of light-cured composite resins with A2 and B3 shade were used to measure and compare the color each other while one porcelain served as a control. All composite resins (Spectrum TPH (SP), VeridonFil- Photo (VE), Z100 (Z100), Charisma (CH), Prodigy (PRO)) were filled in to the metal mold (12 mm diameter, 2 mm depth), followed by compression, polymerization and polishing with wet sandpaper. The specimens of porcelain were fabricated by using the refractory mold for porcelain. After 24 hours, the specimens were placed on the spectrophotometer and spectral reflectance were measured under CIE illuminant D65.

After measuring the values of L^* , a^* , b^* and ΔE^* , following results were obtained:
1. The L^* , a^* and b^* values of both shade of porcelain specimens showed significantly

higher than those of resin specimens($p < 0.05$).

2. In comparing the resin specimens of the A2 shade, differences were significant except L^* values of SP-CH and PRO-VE, a^* values of the VE-SP and b^* values of the VE-Z100 and SP-PRO($p < 0.05$).
3. In comparing the resin specimens of the B3 shade, differences were significant except L^* values of PRO-SP, a^* values of the SP-PRO and Z100-VE and b^* values of the PRO-SP($p < 0.05$).
4. In comparing the resin specimens of the A2 shade, color differences between materials (ΔE^*) showed the lowest value of 1.66, and the highest was 5.16. ΔE^* values of the materials of VE-PRO, CH-PRO, SP-PRO, SP-Z100 and SP-CH were lower than 3.3.
5. In comparing the resin specimens of the B3 shade, the lowest value of the ΔE^* was 0.57 and the highest was 5.92. ΔE^* values of Z100-CH and SP-PRO were lower than 3.3.

The present study revealed there was perceptible color difference between materials even if they have the same designated shade based on Vita shade guide. The results of the present study suggested that it would be necessary to establish the reproducible and constant color specification system for an esthetic restoration.

I. 서 론

심미적인 치료에 대한 환자들의 요구가 증가함에 따라 자연치아와 유사한 수복 결과를 얻고자 하는 노력이 계속되어 많은 재료가 개발되었지만 아직까지 치아와 수복재료 간의 완벽한 조화는 이루어내지 못하고 있다. 그 중에서도 심미적인 수복 과정에 따르는 어려움의 대부분은 색상의 선택과 관계가 있다. 올바른 치아 색상을 재현하기 위해서는 먼저 자연치가 갖는 색상의 범위를 정확하게 측정하여 이를 표준화된 색 체계에 의해 나타낼 수 있어야 한다.

치아와 수복재료의 색 측정 방법에는 Munsell 표색계의 표준화된 색을 이용하여 육안으로 비교하는 방법¹⁻⁵⁾과 분광광도계(spectrophotometer)나 색채계측기(colorimeter)를 이용하여 기계적으로 측정하는 방법⁶⁻¹³⁾이 있으며, 최근 대부분의 연구에서는 후자의 방법을 사용하여 객관성 있는 색상의 정량적 평가가 이루어지고 있다. 그러나 임상에서 수복재료의 색상 선택시에는 기존의 제조회사가 제공한 shade guide를 사용해 육안으로 색상을 비교

결정하는 방법이 가장 보편적으로 쓰이고 있는데 이는 검사자의 주관성이 배제되지 못하는 단점이 있고 또한 제조회사가 제공하는 한정된 shade guide들의 색상이 자연치아가 갖는 전체 색상 범위를 표현하는 데에는 부족함이 많다.

현재 치과임상에서는 색상을 표준화시켜 사용할 수 있는 표색계가 없기 때문에 Vita Lumin Vacuum shade guide(VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany)나 Bioform shade guide(Dentsply International Inc., York, USA)를 기초로 대부분의 치과용 심미 수복재료가 제조되고 있다. 그러나 동일한 색상의 재료라 하더라도 각 제품에 따라 무기첨가물의 종류, 양, 형태 등이 다르기 때문에 빛의 반사성, 흡수성 등이 달라질 수밖에 없으므로¹⁴⁻¹⁷⁾, 이에 따른 색상의 차이가 예상된다.

Swift등¹⁵⁾은 3종의 Vita shade 복합레진 간의 색상 차이를 측정, 비교하였고, Yap등¹⁸⁾은 5종의 심미 수복재료와 Vita shade tab의 색조가 일치하는 정도를 육안으로 관찰, 비교하였으며, 김등¹⁹⁾은 shade guide와 중합된 복합레진 사이의 색조 차이를 측정, 비교하였다.

이에 본 연구에서는 최근에 개발되었거나 현재 많이 사용되고 있는 같은 Vita shade를 가진 5종의 복합레진과 1종의 치과용 도재(porcelain)의 색상을 분광색채계측기를 이용하여 계측하고 그 결과를 CIELAB 표색계로 표시한 후 각 제품의 색상과 제품 간의 색차를 측정, 비교하였다.

II. 실험재료 및 방법

본 실험에는 Vita shade A2와 B3로 표시된 5종의 복합레진과 1종의 도재를 사용하였다(Table 1).

1. 시편 제작

레진 시편은 두께 2 mm, 내경 12 mm의 금속 주형(stainless steel mold)을 이용하여 각 제품마다 A2와 B3 shade의 시편을 각각 5개씩 제작하였다. 복합레진을 금속 주형에 주입하고 기포 발생을 줄이기 위해 resin instrument로 응축시킨 후 2장의 유리판으로 압접하여 편평한 표면을 만들었다. 가시광선중합기(3M Curing Light XL 3000, 3M Dental products, USA)로 양면을 각각 60초씩 광중합시켰다. 중합 완료된 시편은 Tamiya finishing abrasives #1200, #1500 및 #2000(Tamiya Plastic Model Co., Japan) sandpaper로 젖은 상태에서 양

면을 연마한 후 실온에서 24시간 보관하였다.

도재 시편은 두께 4 mm, 내경 15 mm인 금속 주형의 인상을 채득하여 도재소성용 내화모형재(Lamina Vest, Shofu Inc., Japan)로 내화모형을 제작한 후, A2와 B3 shade의 body porcelain(Vintage A2B & B3B, Shofu Inc., Japan)분말을 press mold technique^{20,21)}을 사용하여 각각 축성한 후, porcelain furnace에서 소성시켰다. 그리고 균일한 두께를 얻기 위하여 저속용 절단기(ISOMET, Maruto Co., Japan)를 사용하여 2 mm 두께로 절단하고 연마하였다.

2. 색의 측정

분광색채계측기(Color QUEST Sphere Spectrocolorimeter, Hunter Associates Laboratory Inc., USA)를 사용하여 각 시편의 CIELAB coordinate를 측정하였다. CIELAB system은 1976년 국제조명위원회(CIE)에서 채택된 정량적인 색측정 방법으로서, 3차원의 색공간에 색을 나타낼 수 있는 좌표이다. 즉, L은 밝기(lightness)를 나타내며 0은 black, 100은 white를 의미한다. a는 (+)이면 redness, (-)이면 greenness를 나타내며, b는 (+)이면 yellowness, (-)이면 blueness를 의미한다²²⁾.

분광색채계측기의 사양은 Reflectance Specular

Table 1. Materials tested in this experiment

Brand name(Code)	Filler composition	Particle size	Manufacturer	Batch No.
Spectrum TPH(SP)	bariumaluminium-borosilicate silicon dioxide 77% by weight 57% by volume	0.04~5 μm	Dentsply Detrey	960708
VeridonFil-Photo (VE)	barium glass silica 76~79% by weight	1 μm 0.016~1.9 μm	Hyosung T&C Ca	9701H13
Z100(Z100)	zirconia/silica 66% by volume	0.01~3.5 μm	3M Ca	19970522
Charisma(CH)	bariumaluminium-borosilica glass ceramic silicium dioxide 60% by volume	0.02~2 μm 0.02~0.07 μm	Kulzer	000630
Prodigy (PRO)	79% by weight	0.6 μm	Kerr Ca	705371
Vintage (POC)	body porcelain		Shofu Inc.	049621

Include Mode, CIE L*a*b* scale, 10° observer, 그리고 표준광원 D65를 사용했으며, Small area reflectance port(직경 3mm)를 통해 시편의 배면에 백색표준물(White standard, L*=95.09, a*=-0.96, b*=0.54)을 접촉시킨 상태에서 측정했다. 각 시편의 표면상의 3점을 임의로 선택하여 3번의 측정치에 대한 평균값을 구하여 대표값으로 정했다.

분광색채측기에 연결된 computer system(IBM PS/2 Model 80286, IBM Computer Inc., USA)으로 다음 식에 의하여 제품간의 색차(ΔE*)를 산출하였으며, ΔE*=3.3 이하인 경우와 이상인 경우로 구분하였다.

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

Table 2. Mean L*a*b* values for the A2 shade of different materials

Material	A2					
	L*	D.G.	a*	D.G.	b*	D.G.
SP	52.74(0.72)	C	-0.25(0.15)	C	-0.76(0.69)	C
VE	49.31(0.46)	D	-0.17(0.03)	C	1.94(0.15)	B
Z100	53.99(0.44)	B	-0.90(0.06)	E	1.56(0.11)	B
CH	52.56(0.64)	C	-0.63(0.24)	D	-2.02(0.14)	D
PRO	49.79(1.39)	D	0.21(0.25)	B	-1.06(0.29)	C
POC	56.62(1.33)	A	1.27(0.05)	A	6.86(0.95)	A

Standard deviations are in parentheses.

D.G. is Duncan grouping.

Means with the same letter are not significantly different at P < 0.05.

Codes of the materials are written in Table 1.

3. 통계학적 분석방법

SAS package를 이용하여 L*, a*, b*의 평균값과 표준편차를 구하고, 각 재료와 shade별로 2-way ANOVA test를 시행하였다. 그리고 유의성 검정을 위해 Duncan's multiple range test를 시행하였다.

III. 실험성적

1. 각 재료의 L*, a*, b*값의 비교

Table 2와 Table 3은 A2와 B3 shade의 각 재료들의 평균 L*, a*, b*값과 Duncan grouping 결과를 나타내고 있으며 Fig.1과 2는 L*, a*, b*값을 도식화한 그래프이다.

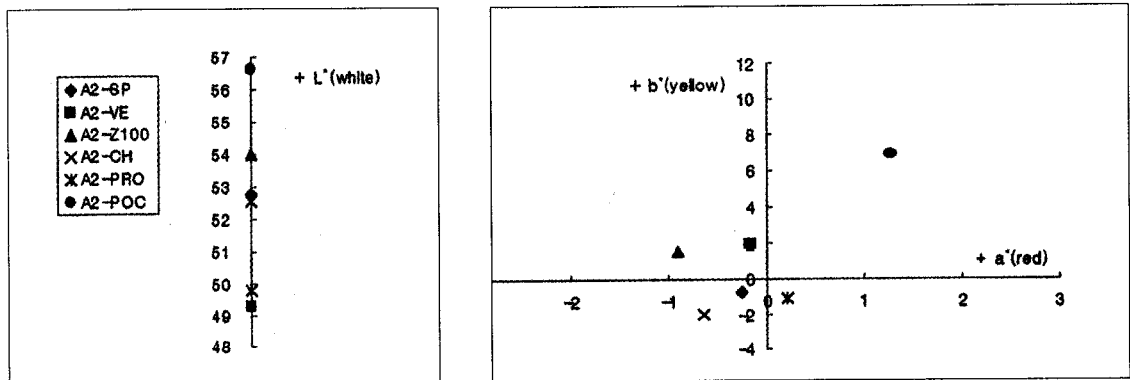


Fig. 1. Graph of L*a*b* values for the A2 shade of different materials

A2와 B3 shade의 L*, a*, b*값은 도제 시편이 레진 시편들보다 모두 유의하게 높아 도제가 레진에 비해 더 밝고 노란 빛을 띠을 알 수 있었다 (p<0.05). 도제를 제외한 복합레진 시편의 L*값 범위는 48.17부터 53.99 사이였으며 a*값은 -0.90부터 0.29 사이였고, b*값은 -2.02부터 5.12 사이에 분포했다.

A2 shade에서 L*값이 가장 낮은 재료는 VE (49.31)였으나, PRO(49.79)와 유의한 차이는 없었다. Z100은 53.99로 A2와 B3 shade를 통틀어 가장 높은 값을 나타냈다. a*값은 Z100이 -0.90으로 다른 레진에 비해 유의하게 낮은 값을 나타냈고 PRO만이 유일하게 (+)값을 보였다. b*값은 CH가 -2.02로 가장 낮았고, VE가 1.94로 가장 높았다.

B3 shade에서는 SP가 가장 낮은 L*값인 48.17을

나타냈고 CH는 가장 높은 52.20을 보였다. a*값은 CH가 -0.78로써 가장 낮았고 SP가 0.29로 가장 높았다. b*값은 CH가 0.42로 가장 낮았고 VE가 5.12로 가장 높았다. A2와 B3 shade 두 가지 경우의 같은 재료끼리 비교했을 때, B3의 L*값은 A2보다 더 낮은 값을 보여 같은 재료에서 A2 shade가 B3 shade보다 더 밝게 보인다는 것을 알 수 있었다. b*값은 모든 경우에 A2보다 B3값이 더 커서 B shade가 황색을 더 많이 띠는 것을 알 수 있었다. A2와 B3 shade 모두에서 CH는 가장 낮은 b*값을 보였고, VE는 가장 높은 b*값을 나타냈다 (p<0.05).

2. 각 재료간 색차 (ΔE^*) 의 비교

Table 4는 각 재료 간의 색차를 shade별로 보여

Table 3. Mean L*a*b* values for the B3 shade of different materials

Materials	B3					
	L*	D.G.	a*	D.G.	b*	D.G.
SP	48.17(1.44)	E	0.29(0.09)	B	1.18(0.20)	D
VE	48.72(0.57)	D	-0.14(0.19)	C	5.12(0.22)	B
Z100	51.51(0.25)	C	-0.11(0.15)	C	3.21(0.17)	C
CH	52.20(0.37)	B	-0.78(0.18)	D	0.42(0.33)	E
PRO	48.19(0.58)	E	0.12(0.11)	B	1.24(0.17)	D
POC	55.06(0.12)	A	1.57(0.22)	A	10.78(0.68)	A

Standard deviations are in parentheses.

D.G. is Duncan grouping.

Means with the same letter are not significantly different at P<0.05.

Codes of the materials are written in Table 1.

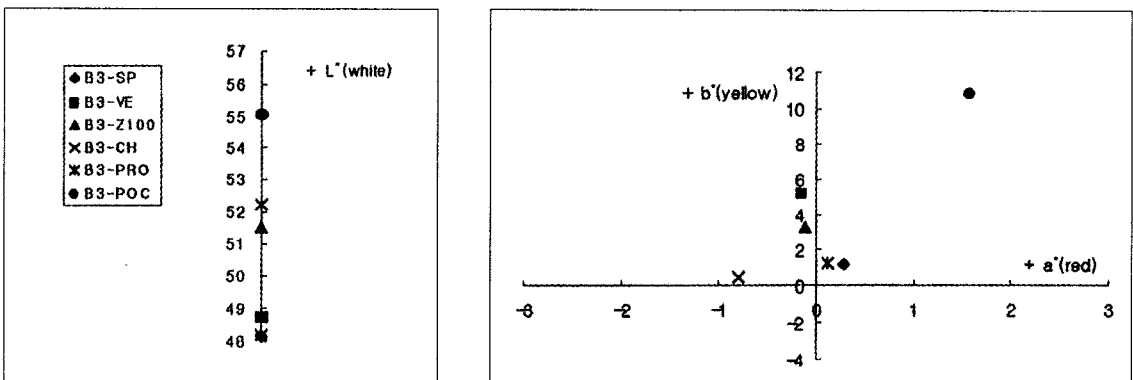


Fig. 2. Graph of L*a*b* values for the B3 shade of different materials

Table 4. Comparison of different materials of A2 and B3 shade (ΔE^* values)

A2		B3	
Materials	ΔE^*	Materials	ΔE^*
PRO-POC	10.53	SP-POC	11.90
CH-POC	9.97	PRO-POC	11.86
VE-POC	8.93	CH-POC	11.00
SP-POC	8.71	VE-POC	8.69
Z100-POC	6.34	Z100-POC	8.54
VE-CH	5.16	VE-CH	5.92
Z100-PRO	5.12	SP-CH	4.26
VE-Z100	4.76	CH-PRO	4.21
SP-VE	4.47	SP-VE	4.05
Z100-CH	3.92	VE-PRO	4.04
VE-PRO	3.26	SP-Z100	3.94
CH-PRO	3.10	Z100-PRO	3.89
SP-PRO	3.07	VE-Z100	3.40
SP-Z100	2.73	Z100-CH	2.97
SP-CH	1.66	SP-PRO	0.57

주고 있다.

도재를 제외한 복합레진 시편 간의 색차를 비교했을 때, A2 shade 내에서는 L*값이 거의 유사한 SP-CH 간의 ΔE^* 값이 1.66으로 가장 낮았고, VE-CH 사이가 5.16으로 가장 높았다. A2 shade 내에서 $\Delta E^*=3.3$ 이하를 보인 경우는 5가지로서 VE-PRO, CH-PRO, SP-PRO, SP-Z100, 그리고 SP-CH였다.

B3 shade에서는 SP-PRO 간의 ΔE^* 값이 0.57로써 가장 낮았고 VE-CH 사이는 5.92로 가장 높았다. $\Delta E^*=3.3$ 이하의 값을 보인 경우는 Z100-CH와 SP-PRO였다.

IV. 총괄 및 고찰

물체색의 측정에는 시각적 방법과 기계적 방법을 이용할 수 있다²³⁾. 시각적인 색 측정은 Munsell 표색계를 따르는 color tab을 측정하고자 하는 대상과 육안으로 비교하여 색상을 결정하는 방법으로 관측 조건이나 관측자에 따라 측정 신뢰도가 좌우되는 단점이 있다.

현재 임상에서 일반적으로 사용되는 색상 결정

방법은 이처럼 시각에 의존하여 이루어지고 있는데, 문제는 색상 결정에 사용하는 shade guide가 Munsell system과 같은 표준화된 표색계를 따르지 않고 제조 회사에서 제공하는 수종 혹은 수십 종의 한정된 색상으로 구성되어 있다는 것이다. Vita shade guide의 경우는 Hue를 나타내는 문자(A, B, C, D)로 표시되며 각 Hue group은 순서에 따라(예를 들어 A1, A2, A3, A4) Chroma는 증가하고 Value는 감소하도록 되어 있다^{24,25)}. 치아와 어울리는 색조를 선택할 때 표준색채로 사용되고 있는 이러한 shade guide는 색조의 비논리적 배열⁶⁾, 치과 의사들간의 색조 선택에 대한 일관성의 결여²⁶⁾, 그리고 얻어진 결과를 CIE 표색계로 전환할 수 없다²⁷⁾는 등의 단점을 지니고 있다. Culpepper²⁸⁾는 치과의사들에 의한 color matching시 발생하는 실수는 개개인의 능력의 차이에 따라 영향을 받을 뿐만 아니라 사용하기에 부적절한 shade guide에 기인한다고 지적하였다. Goodkind와 Loupe²⁹⁾은 제조 회사의 shade guide가 사용하기에 부적당하며 새로운 체계적인 shade guide의 개발이 필요하다고 하였다.

1931년 국제조명위원회(CIE)총회에서 XYZ 표색계(CIE 표준 표색계)가 확정되고 이와 결부된 표준 관측자와 표준 조명이 결정됨으로써 색의 세계는 확고히 정량화된 셈이며, 그후 색의 정밀한 표시나 측색 및 측광에 필요한 용구와 기술은 급속도로 발전하게 되었다²⁹⁾.

색을 측정하는 대표적인 기기는 3자극치 색채계 측기(tristimulus colorimeter)와 분광광도계(spectrophotometer)가 있다¹⁴⁾. 여기서 3자극치(tristimulus value)란 적색, 녹색, 청색의 주어진 3원색을 더하여(additive mix) 어떤 색 또는 빛을 만드는데 필요한 3원색의 각 양을 말하며 광원에 대한 적색, 녹색, 청색의 평균반사율의 해당량을 각각 X, Y, Z로 나타낸 것이 CIE XYZ 표색계이다²⁹⁾. 분광광도계는 반사된 빛 중 가시광에너지의 양을 측정하여 CIE 3자극치 X, Y, Z를 얻은 후 수학적 변형에 의하여 CIE L* a* b*값으로 표현한다³⁰⁾. 그러므로 분광광도계를 이용해 얻은 자료가 보다 가치가 있다.

본 실험에 사용된 레진 시편은 두께 2mm, 직경 12mm의 크기였고 도재 시편은 두께 2mm, 직경

15mm의 크기였다. 분광색채측정기를 사용하여 직경 3mm의 측정 범위로 각 시편의 3점을 선택하여 색상을 측정하였다. 본 실험에서 사용한 분광광도계 또는 이와 유사한 기구들은 “small area spectrophotometer”라고 한다. 이 기구는 측정범위가 작기 때문에 상대적으로 작은 시편의 제작이 가능하다. 본 실험에서 사용된 재료와 같이 균일하게 제작된 시편에서는 측정범위는 중요하지 않다. 만약 치아와 같이 두께도 일정하지 않고 균일한 성분으로 제작되지 않은 재료에서는 3mm의 측정범위는 문제의 소지가 있는 것으로 간주된다. 완벽하다고 하기에는 약간의 오차가 있지만 이 기구를 통해 색상의 정확한 양적 측정이 가능하다^{21,23)}.

Sproull¹⁶⁾은 분광광도계를 통한 치아의 색분포를 보고하였고, Lemire와 Burk⁷⁾은 자연치아의 색조를 관찰한 결과 Hunter L* a* b* 색공간 좌표에서 L*은 56부터 84, a*는 -3부터 4, b*는 4부터 28의 범주에 포함된다고 하였으며, 자연치아의 기본색상은 b*에 의해 좌우되는 황색 계통임을 보고하였다. 박과 정³¹⁾은 한국인 자연치아의 색상 측정 결과 L*은 11.20부터 59.20, a*는 -6.90부터 2.70, b*는 -8.70부터 17.00의 범위임을 보고하였다. O'Brien등²⁴⁾은 Vita Lumin shade guide의 색상을 분광광도계를 이용하여 측정 후, A2 shade tab의 L*값은 76.04, a*값은 -0.08, b*값은 16.73이었으며 B3 shade tab의 L*값은 74.13, a*값은 0.47, 그리고 b*값은 22.34라고 하였다.

본 실험 결과에서는 레진 시편의 A2 shade의 L*값은 49.31~53.99, a*값은 -0.90~0.21, b*값은 -2.02~1.94였고 B3 shade의 L*값은 48.17~52.21, a*값은 -0.79~0.29, b*값은 0.42~5.12였다. O'Brien등²⁴⁾의 실험 결과는 본 실험에서의 측정치와 L*값과 b*값에서 특히 많은 차이를 보였는데 원래 Vita shade guide는 도재용으로 만들어졌으며, 복합레진은 도재에 비해 더 어둡고 노란 빛을 덜 띠기 때문이라고 해석할 수 있다¹⁵⁾.

본 실험 결과에서도 A2와 B3 shade의 L*, a*, b*값은 도재 시편이 레진 시편들보다 모두 유의하게 높았다(p<0.05). 또한 같은 재료간의 b*값은 A2에 비해 B3의 값이 더 높았다. 이는 기존의 연구에서 B 색조가 다른 색조보다 황색에 가깝다는 결과와 일치하는 것이었다^{24,25)}. 그러나 본 실험상의 b*

값은 CH(-2.02), SP(-0.76)와 PRO(-1.06)가 (-)값을 나타내서 이전의 레진을 재료로 시행한 다른 실험 결과들과 일치하지 않는 결과를 보였다.

ΔE^* 값은 전체적인 색차를 표현하는 것으로 서로 다른 재료 간의 L*, a*, b* 값의 차이나 동일재료 내에서 시간의 경과에 따른 L*, a*, b* 값의 차이를 의미한다. 일반적으로 자연치의 경우와 마찬가지로 복합레진에 있어서도 색상 즉, a*값과 b*값의 변화는 크지 않으므로 L*값의 차이가 전체적인 색차에 가장 큰 영향을 미친다¹⁵⁾.

치과 수복재료의 색 변화를 육안으로 평가할 때 $\Delta E^*=1.0$ 과 3.3은 매우 중요한 의미를 갖는다. Ruyter등³²⁾에 의하면 인간의 눈으로 인지 가능한 변색은 $\Delta E^*=3.3$ 으로 이는 주관적인 시각적 측정에서 인정하는 상한선으로 간주되고 있으며 이 수치보다 큰 변색은 인정하지 않고 있다. 또한 Gross와 Moser³³⁾은 ΔE^* 값이 0 내지 2이면 색 차이를 육안으로 인지할 수 없으나, 2 내지 3이면 겨우 인지할 수 있는 정도이고, 3 내지 8이면 보통 인지할 수 있으며, 8 이상이면 현저하게 인지할 수 있다고 했다. Seghi등³⁴⁾은 이상적인 조명 하에서 ΔE^* 가 2보다 크면 대부분의 관찰자가 구분해낼 수 있고 1보다 작으면 덜 분명하다고 했으나 임상적으로 느낄 수 있는 색상의 차이는 훨씬 덜 정확하다¹⁷⁾. Johnston과 Kao³⁵⁾는 레진과 구강내 치아와의 시각적 부조화는 6.8 ± 2.7 이라고 보고하여 색차에 대한 임상적 접근은 부정확하다고 하였다. 1% 이내에서 색을 정의하는 기계는 사람의 눈이나 두뇌에 비해 월등하다는 장점을 고려해야만 한다.

본 실험결과에서 A2 shade에서 각 시편 간의 ΔE^* 값이 3.3 이하인 경우는 5가지였고, B3에서는 2가지 경우에 불과하여, Vita shade상의 같은 shade라고 하더라도 제품별로 육안으로 인지할 수 있을 만한 색차가 있음을 알 수 있었다. 이는 Swift등¹⁵⁾이 Vita shade로 표시된 3종의 복합레진에 대한 색상 비교 결과 이상적인 조명하에서 서로 같은 색상($\Delta E^*<2$)을 보이는 제품은 없었다고 한 보고와 유사하였다.

이상의 결과에서 알 수 있듯이 Vita shade guide는 복합레진이나 도재와 같은 심미적인 수복재료의 정확한 색상을 결정하는데 도움이 되지 못하며 같은 Vita shade로 표시되었다 하더라도 제품간에

육안으로 인지할 수 있는 색차를 나타냈다. 앞으로 보다 심미적인 수복 결과를 얻기 위해서는 재현 가능하고 항상 일관된 값을 갖는 표색계가 확립되어야 할 것이라 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 임상에서 사용되는 Vita shade를 기초로 한 5종의 복합레진 제품과 대조군으로 1종의 도재에서 A2와 B3 shade를 선택해 각 제품이 나타내는 색상의 차이를 비교 분석하였다.

내경 12 mm, 두께 2 mm의 금속 주형에 5종의 광중합형 복합레진(Spectrum TPH(SP), Veridon Fil-Photo(VE), Z100(Z100), Charisma(CH), Prodigy(PRO))을 충전하고 압접하여 중합시킨 후, 젖은 sandpaper상에서 순차적으로 연마했다. 도재 시편은 도재용 내화모형재로 주형을 만들어 제작했다.

24시간 후, 분광색채측측기에 시편을 위치시키고 CIE 표준광원 D65하에서 spectral reflectance를 측정하여 L*, a*, b*값을 얻은 후 동일한 색상의 각 제품 간의 색차(ΔE^*)를 컴퓨터를 통해 계산하고 이를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. A2와 B3 shade의 L*,a*,b* 모든 값에서 도재 시편은 레진 시편들에 비해 유의하게 높은 값을 나타냈다(p<0.05).
2. A2 shade의 레진 시편간 비교시, 각 제품의 L* 값은 SP-CH와 PRO-VE, a*값은 VE-SP, 그리고 b*값은 VE-Z100와 SP-PRO를 제외하고는 유의한 차이가 있었다(p<0.05).
3. B3 shade의 레진 시편간 비교시, 각 제품의 L* 값은 PRO-SP, a*값은 PRO-SP와 Z100-VE, 그리고 b*값은 PRO-SP를 제외하고는 유의한 차이가 있었다(p<0.05).
4. A2 shade의 레진 시편간 비교시, 각 제품간의 색차(ΔE^*)는 최소 1.66에서 최대 5.16이었으며 ΔE^* 값이 3.3 이하인 군은 VE-PRO, CH-PRO, SP-PRO, SP-Z100와 SP-CH였다.
5. B3 shade의 레진 시편간 비교시, ΔE^* 는 최소 0.57에서 최대 5.92였으며 ΔE^* 값이 3.3 이하인 군은 Z100-CH와 SP-PRO였다.

이상의 결과는 Vita shade의 같은 색상이라도 제품에 따라 인지 가능한 색차를 보이는 것으로 미루어, 색상 재현의 기준이 될 수 있는 표색계를 확립하는 것이 심미 수복 치료에 있어 시급히 개선되어야 할 과제임을 시사하였다.

참고문헌

1. Clark EB:An analysis of tooth color. J Am Dent Assoc 18:2093-2103,1931
2. Clark EB:Tooth color selection. J Am Dent Assoc 20:1065-1073,1933
3. Hayashi T:Medical color standard. V. Tooth crown. Tokyo, Japan Color Research Institute 1967
4. Miller L:Organizing color in dentistry. J Am Dent Assoc (Special Issue) December:26-40,1987
5. Armeye C, Lambrechts P, Vanherle G: Conventional and microfilled composite resins. Part I:Color stability and marginal adaptation. J Prosthet Dent 46:623-630,1981
6. Sproull RC:Color matching in dentistry, Part II:Practical applications of the organization of color. J Prosthet Dent 29:556-566,1973
7. Lemire PA, Burk AAS:Color in dentistry. JM Ney Co. 1975
8. Gross MD, Moser JB:A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. J Oral Rehabil 4:311-322, 1977
9. Wozniak WT, Muller TP, Silverman R, Moser JB:Photographic assessment of colour changes in cold and heat-cure resins. J Oral Rehabil 8:333-339, 1981
10. Caul HJ, Schoonover IC :The color stability of direct filling resins. J Am Dent Assoc 47:448-452, 1953
11. Goodkind RJ, Schwabacher WB :Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth. J Prosthet Dent 58:535-542, 1987

12. Yeh CL, Powers JM, Miyagawa Y :Color of selected shades of composites by reflection spectrophotometry. *J Dent Res* 61:1176-1179, 1982
13. Goodkind RJ, Keenan KM, Schwabacher WB: A comparison of Chromascan and Spectrophotometric color measurements of 100 natural teeth. *J Prosthet Dent* 53:105-109, 1985
14. Knispel G:Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. *Quint Int* 22:525-531, 1991
15. Swift Jr. EJ, Hammel SA, Lund PS: Colorimetric evaluation of Vita Shade resin composites. *Int J Prosth* 7:356-360, 1994
16. Barghi N, Pedrero JAF, Bosch RR :Effects of batch variation on shade of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 54:625-627, 1985
17. Preston JD :Current status of shade selection and color matching. *Quint Int* 16:47-58, 1985
18. Yap AUJ, Bhole S, Tan KBC:Shade match of tooth-colored restorative materials based on a commercial shade guide. *Quint Int* 26:697-702, 1995
19. Kim HS, Um CM, Kahng MW:A study on color differences between composite resins and shade guides. *대한치과보존학회지* 21:107-120, 1996
20. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ: Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent* 56:35-40, 1986
21. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ: Performance assesment of colorimetric devices on dental porcelains. *J Dent Res* 68:1755-1759, 1989
22. Instruction manual of HunterLab color QUEST Sphere spectrophotometer. Hunter Associates laboratory inc., Reston, 1989
23. Van Der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PC, Plasschaert AJ:A new method for matching tooth colors with color standards. *J Dent Res* 64:837-841, 1985
24. O'Brien WJ, Boenke KM, Groh CL:Coverage error of two shade guides. *Int J Prosth* 4:45-50, 1991
25. Schwabacher WB, Goodkind RJ:Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *J Prosthet Dent* 64:425-431, 1990
26. Culpepper WD:A comparative study of shade matching procedure. *J Prosthet Dent* 24:166-173, 1970
27. O'Neal SJ, Powell WD:Color discrimination and shade matching ability of third year dental student. *J Prosthet Dent* 63:174, 1984
28. Goodkind RJ, Loupe MJ:Teaching of color in pre- and postdoctoral dental education. 1968-1988
29. 박도양:실용색채학. 제2판, 이우출판사, p 99-120, 1989
30. Noie F, O'Keefe KL, Powers JM:Color stability of resin cements after accelarated aging. *Int J Prosth* 8:51-55, 1995
31. 박해균, 정재현:한국인 자연치의 색에 관한 연구. *대한치과보철학회지* 26:185-196, 1987
32. Ruyter IE, Nilner K, Möller B:Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mat* 13:246-251, 1987
33. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J:Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 68:1760-1764, 1989
34. Johnston WM, Kao EC:Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 68:819-822, 1989