

## 치과용 심미 수복 재료들의 색상 연구를 통한 새로운 치과용 색체계의 제안

오윤정 · 박수정 · 김동준 · 조현구 · 황윤찬 · 오원만 · 황인남\*

전남대학교 치과대학 보존학교실, 치의학연구소

### ABSTRACT

#### PROPOSAL OF NEW DENTAL COLOR-SPACE FOR AESTHETIC DENTAL MATERIALS

Yun-Jeong Oh, Su-Jung Park, Dong-Jun Kim, Hyun-Gu Cho, Yun-Chan Hwang,  
Won-Mann Oh, In-Nam Hwang\*

*Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, DSRI, Chonnam National University*

The purpose of this study is to develop new dental color-space system. Twelve kinds of dental composites and one kind of dental porcelain were used in this study. Disk samples (15 mm in diameter, 4 mm in thickness) of used materials were made and sample's CIE  $L^*a^*b^*$  value was measured by Spectrocolorimeter (MiniScan XE plus, Model 4000S, diffuse/8° viewing mode, 14.3 mm Port diameters, Hunter Lab. USA). The range of measured color distribution was analyzed. All the data were applied in the form of T### which is expression unit in CNU Cons Dental Color Chart.

The value of  $L^*$  lies between 80.40 and 52.70. The value of  $a^*$  are between 10.60 and 3.60 and  $b^*$  are between 28.40 and 2.21. The average value of  $L^*$  is 67.40, and median value is 67.30. The value of  $a^*$  are 2.89 and 2.91 respectively. And for the  $b^*$ , 14.30 and 13.90 were obtained. The data were converted to T### that is the unit count system in CNU-Cons Dental Color Chart. The value of  $L^*$  is converted in the first digit of the numbering system. Each unit is 2.0 measured values. The second digit is the value of  $a^*$  and is converted new number by 1.0 measured value. For the third digit  $b^*$  is replaced and it is 2.0 measured unit apart. T555 was set to the value of  $L^*$  ranging from 66.0 to 68.0, value of  $a^*$  ranging from 3 to 4 and  $b^*$  value ranging from 14 to 16. (J Kor Acad Cons Dent 32(1):19-27, 2007)

**Key words:** Tooth color, Color system, Dental color space. CIE  $L^*a^*b^*$ , Esthetic material, Dental color chart

- Received 2006.10.4., revised 2006.12.11., accepted 2006.12.18. -

### I. 서 론

\* Corresponding Author: In-Nam Hwang

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

심미 수복에 대한 요구의 증가와 새로운 심미 수복재료들의 출현은 실제 임상에서 기존의 금속성 수복물들로 시행되던 많은 예들을 심미 수복물로 대체되었다. 하지만 현재 치과계에서 시행되는 심미 수복은 술자나 관찰자의 육안 평가로 결정된 색상을 치아에 적용해 시행하다보니 많은 색상 결정의 오류와 재수복을 필요로 하는 상황에 자주 접하게 된다.

또한 이러한 색상 결정의 기준이 과학적으로 재현 가능한 색체계에 바탕을 두지 못하고 일부 재료 제조사에서 제시한 색상 code (예 : Vita shade guide, Bioform shade guide 등)를 바탕으로 색상을 재현하고 있다. 이러한 shade guide를 좀 더 체계적으로 표현하고자 color tab을 3차원적으로 배열한 Vita 3-D Master가 소개되었지만 이러한 shade guide들이 사용하는 색상 code들이 표현하는 색상이 실제 국제 조명 위원회(CIE)등에서 제시하는 색체계(CIE x,y,z system, Lab system, L\*a\*b\* system 등)나 통상적으로 사용되는 Munsell color order system 등의 어떤 색상을 표현하고자 하는지 대한 정보는 알려져 있지 않다. 비록 많은 연구자들이 이러한 색상 code들의 실제 색상을 확인하기 위해 많은 연구들을 시행하고 있지만, 동일한 색상 code를 사용하는 재료들간의 색차, 서로 다른 색체계를 이용한 색상의 표현 등의 이유로 실제 임상에서 이러한 정보를 응용하는데는 어려움이 있다.

치아의 색상 범위는 Munsell Color order system에 따라 순차적으로 정렬된 표준화된 color chip과 치아의 색상을 육안 비교하는 방법으로 1931년 Clark<sup>1,2)</sup> 이후 여러 학자들에 의해 기술되어졌다<sup>3-5)</sup>.

최근에는 분광 광도계(Spectrophotometer)나 색채 계측기(Colorimeter)를 이용하여 색을 정량적으로 측정, 분석하는 기계적 방법에 의해 치아의 색상 범위가 객관적으로 기술되어지고 있다. 1973년 Sproull<sup>6)</sup>, 1975년 Lemire와 Burk<sup>7)</sup>, 1976년 Grajower 등<sup>8)</sup>, 1981년 Macentee와 Lakowski<sup>9)</sup>, 1987년 Goodkind와 Schwabacher<sup>10)</sup>, 1988년 박과 정<sup>11)</sup>, 1997년 황과 오<sup>12)</sup>, 그리고 1998년 조와 신<sup>13)</sup> 외에 많은 연구자들에 의해 자연치 혹은 발거치의 색상이 측정되었다. 하지만 보고된 치아 색상 범위는 사용 기기, 측정 조건, 치아 상태, 측정 방법, 측정자 등의 여러 요인에 따라 차이를 보이며, 상당히 광범위한 영역에 분포되고 있다.

복합레진과 치과용 도재와 같은 수복재료들의 색상도 많은 연구가들에 의해 보고되고 있다. 하지만 1999년 황과 이<sup>14)</sup>가 보고한 배경색의 영향을 받지 않을 수 있는 수복 재료의 두께는 3 mm 이상 혹은 4 mm 정도가 되어야 한다는 조건에 적합한 데이터도 드물다. 이러한 이유로 본 연구에서 제안하려는 색체계의 색상 범위 결정에 이전에 보고된 치아 색상 범위는 참고 자료로 활용하기로 결정했다.

이와 같은 많은 연구에도 불구하고 치의학 관련 색채학 분야가 하나의 표준화된 체계를 선택하지 못하는 것은 치아 경조직의 독특한 광학적 특성과 각 치아의 다양한 형태가 측색이나 색상 재현에 어려움을 주기 때문이다. 많은 치과 의사들은 이러한 측색 및 색상 재현의 어려움을 인식하고 새로운 치과 색체계와 적절한 shade guide의 필요성에 동의하고 있다<sup>15)</sup>.

본 연구에서는 이러한 이전의 여러 연구자들에 의해 측정된 자연치나 심미 수복 재료들의 색상 범위를 참고하여, 현재 임상에서 적용되는 심미 수복 재료들의 색상을 일정한 조건하에서 Spectrocolorimeter로 분석하여 치과계에서 사용하는 심미 수복 재료의 통상적인 색상 범위를 3차원적으로 재배열하고자 한다. 그리고, 이러한 분석을 통해 치아의 색상 범위에 적용 가능한 치과용 Color space를 제안하고자 한다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

본 연구에는 Vita shade를 사용하는 1종의 치과용 도재와 9 제조사의 12종의 광중합형 복합레진을 사용하였다 (Table 1).

### 2. 연구 방법

#### 1) 시편 제작

복합레진 시편은 직경 15 mm, 두께 4 mm의 테프론 주형을 이용하여 각 제품의 shade 당 1개의 시편을 제작하였다. 유리판 위에 투명한 셀룰로이드지와 테프론 주형을 위치시킨 후 복합레진을 주입하고 기포가 생기지 않도록 레진 충전용 기구로 충전하고 윗면에 다시 셀룰로이드지와 유리판을 위치시키고 C-클램프를 사용해 압축하여 여분의 레진을 제거하고 유리판을 제거한 후 슬라이드 글라스를 위치시켰다. 압축된 레진은 가시광선 중합기 (Optilux 501, 13 mm tip diameter, Demetron, USA)를 사용해 각 면 당 5부분으로 나누어 중앙에서 60초 광중합 후 주변의 4곳을 각각 30초 동안 하였다. 중합된 시편을 주형으로부터 제거한 후 #800, #1000, #1200, #1500 및 #2000 사포 순으로 최종 두께가  $4.0 \pm 0.02$  mm 가 될 때까지 주수 하에서 연마하였다. 연마 과정동안 시편의 양면에 지문이나 불순물이 묻지 않도록 주의하였으며, 연마가 끝난 시편은 빛이 차단된 상온에서 1주일간 보관하였다.

도재 시편은 각 색상 당 직경 15 mm, 두께 1 mm의 금속판을 제작한 후 wash opaque를 바르고 소성한 후 Opaque porcelain을 얇게 적용하고 다시 소성하였다. 소성이 끝난 시편에 2 mm 두께의 dentin porcelain을 적용하고 최종적으로 소성하였다. 이때 enamel porcelain과 glazing은 시행하지 않았다.

#### 2) 색상 측정

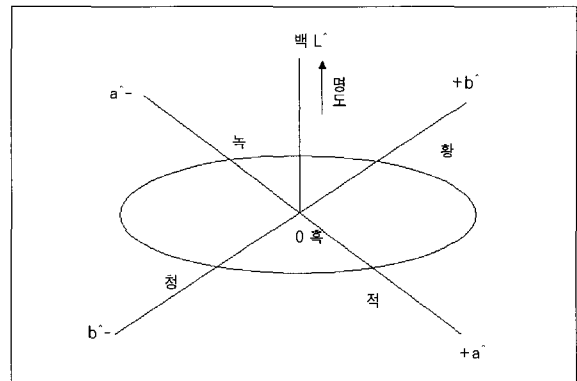
각각의 시편들은 Spectrocolorimeter (MiniScan XE

**Table 1.** Used materials in this study

Brand Name	Shade	Manufacturers
Vita Omega 900	A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, B4,	Vita Zahnfabrik H. Rauter
Metal Ceramics	C1, C2, C3, C4, D2, D3, D4	GmbH, Germany
ChamFil	A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, C1, C2, C3	Dentkist, Korea
ChamFil Flow	A1, A2, A3, A3.5, B2, B3	
Charisma	A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, C2, C3, C4, D3, I	Kulzer, Germany
ClearFil AP-X	A2, A3, A3.5, A4, B2, B3, B4, C2, C3	Kuraray, Japan
Composan LCM	A1, A2, A3, A3.5, B2, B3, C2, I	Promedica, Germany
Palfique Estelite	A1, A2, A3, A3.5, B3, C2, C3, I, OA3, OB3	Tokuyama, Japan
Esthet-X	A1, A2, A3, A3.5, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D2, D3	Dentsply, USA
Point-4	A2, A3, A3.5, B2, T1	Kerr, USA
Supreme (Body)	A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, C2, C3, D2	
Filtek Z-250	A1, A2, A3, A3.5, B0.5, B1, B2, B3, C2, C3, C4, D3, I, UD	3M ESPE, USA
Z-100	A1, A2, A3, A3.5, A4, B2, B3, C2, C4, D3, I, UD, CY, CG, PEDO	
Vitalescence	A1, A2, A3, A3.5, B1, B2, B3, C1, C2, C3	Ultradent, USA

plus, Model 4000S, Hunter Lab, USA)를 이용해 정확한 위치에 시편을 고정하기 위해 제작한 Barium sulfate 측정판 ( $L^* = 96.54, a^* = -0.19, b^* = 0.01$ ) 상에 시편을 위치시키고 D65 광원 하에서 10도 관찰자 각도로 각 시편의 CIE  $L^*a^*b^*$ 값을 시편 당 3회 측정하여 평균값을 구하였다. 색상 측정에 사용한 MiniScan XE Plus SAV는 14.3 mm의 측정구를 가지는 diffuse/8° 방식을 적용한 기기로 실제 viewing area의 직경은 8.0 mm이다. 본 연구에서 적용한 CIE  $L^*a^*b^*$  색공간은 측색으로 얻어진 값을 표시하는 방법으로 CIE(국제조명위원회)에서 1976년 정한 것이다. 이 색공간은 측색기로 측정된 3차원 XYZ 값으로부터 산출된  $L^*, a^*$  그리고  $b^*$ 값에 의한 3차원 직교 좌표계를 이용한다. CIE  $L^*a^*b^*$  표색계에서  $L^*$ 는 명도를 나타내는 지수로 '0'은 완전한 검정을 나타내며 값이 증가할수록 명도가 증가함을 의미한다.  $a^*$ 와  $b^*$ 는 색상을 나타내며,  $a^*$ 의 양의 값은 적색 방향, 음의 값은 녹색방향, 그리고  $b^*$ 의 양의 값은 황색 방향, 음의 값은 청색방향으로의 편향을 의미한다 (Figure 1). 이들 3차원 좌표계를 이용하면 색의 상호관계를 사람의 색감각에 가까운 균등 지각 색공간(균등한 크기로 지각되는 색차이가 공간 내의 동일한 거리에 대응하도록 의도한 색공간)으로 나타내는 것이 가능하다. 또한  $a^*$ 와  $b^*$ 값으로부터 환산된  $C^*$ 값은 채도를 나타내는 값으로 다음의 공식에 의해 환산된다.

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$



**Figure 1.** Schematic diagram of the CIE  $L^*a^*b^*$  color system.

### 3) 치과용 Color Space의 개발

Color Sorting 방식을 이용해 색공간에 배열된 재료의 색상을 분석하고, 가장 많은 분포를 보이는  $L^*, a^*$  및  $b^*$ 값을 중앙값으로 결정하고, 그 값을 T### 형태의 기준 code인 T555로 결정하였다. 기준 값을 축으로 분포율의 90% 수준에서 최대값과 최소값을 확인하고, 각  $L^*, a^*$  및  $b^*$ 값의 범위를 균등한 간격으로 나누고 각 code에 이러한 범위를 적용하였다. 이때 이전의 연구에서 육안으로 식별 가능한 색차 범위인  $\Delta E^* = 2-3$  정도의 간격으로 각각의 색분포 공간에 T### 형식의 code를 111 - 999 까지 부여하였다 (Figure 2). 그리고 이러한 Code의 범위를 벗어나는 색차

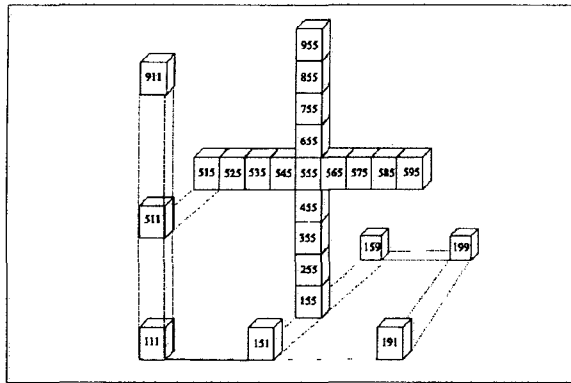


Figure 2. Diagram of the CNU-Cons Dental Color system.

표는 L\*값이 T9## 보다 더 큰 경우 L###, 더 작은 경우 D###, b\*값이 T#9# 보다 더 큰 경우 Y###, 그리고 더 작은 경우 B###의 code를 부여하였다.

### 3. 자료 분석

각 치아의 측정된 CIE L\*a\*b\*값의 평균값, 중앙값, 최소값, 최대값, 및 90% 및 75% 분포 수준에서의 최대 및 최소값을 구하고 균등 범위 내의 분포를 분석하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 색상 측정 결과

본 연구에서 시편 제작하여 측정된 Vita shade를 사용하는 12가지 광중합형 복합레진과 1종의 치과용 도재의 색상 측정 결과는 Figure 3, 4와 같다.

본 연구에 사용된 복합레진들의 Vita code가 각 재료마다 동일하게 갖추어져 있지는 않다. 제조사에 따라 생산되지 않는 색상 code도 있었으며, 일부 재료는 생산은 되지만 국내에서 구하기 힘들어 측정에서 제외되기도 하였다. 하지만 생산되는 모든 색상 code들이 치아의 색상을 재현하기 위해 생산된 제품들이라는 전제 하에 무작위로 측정된 각 제품들의 색상을 도표에 표시한 것이다.

도표 상에서도 알 수 있듯이 L\*값과 C\*값 모두 그리 넓지 않은 범위 내에 분포함을 알 수 있다. 하지만 L\*값과 b\*값의 분포 영역은 a\*값의 분포 영역에 비해 더 넓게 분포하고 있으며, a\*값은 매우 좁은 영역 내에 분포한다. 이는 각 재료의 색상을 결정하는데 L\*값과 b\*값을 변화시켜 기본적인

code를 부여하고 a\*값으로 약간의 변화를 부여하지 않았나 생각된다.

측정한 재료들의 평균값, 표준 편차, 최대값과 최소값 및 90% 수준에서의 최대, 최소값은 Table 2와 같다.

L\*값의 최대 분포 범위는 65에서 70으로 전체의 약 30%에 해당하는 복합레진들이 분포되어 있으며, 60에서 75 사이에 전체 복합레진의 약 80%가 분포되어 있다 (Figure 5).

a\*값의 분포 범위는 L\*이나 b\*의 범위에 비해 매우 좁으며, 2에서 4 사이에 전체의 약 40%가 분포되어 있다. 또한 -2에서 8사이에 전체의 90% 이상이 분포하고 있어 실제 색상 차이에 큰 영향은 미치지 않으리라 생각된다 (Figure 6).

b\*값은 전체 분포 범위의 폭은 L\*값과 비슷하지만 L\*값에 비해 좀 더 고른 분포를 보이며 9에서 15 사이에 약 60%가 분포하고 있다 (Figure 7).

### 2. 새로운 치과용 color space (가칭 CNU-Cons Dental Color Chart) 에의 적용

측정된 L\*a\*b\*값의 분포를 75% 수준에서 분석해 보면 L\*값은 70.71에서 64.6 사이에 분포되어 있으며, a\*값은 1.65에서 4.56 사이에 분포되며, b\*값은 11.93에서 16.81 사이에 분포한다. 75% 분포 수준의 L\*값의 차는 약 7이며, a\*값은 약 2, b\*값은 약 5이다. 결과적으로 매우 좁은 색 범위 내에 치과용 수복 재료의상당수가 포함된다.

90% 분포 수준에서 L\*값은 74.60에서 59.90까지 14.7의 차이를 보이며, a\*값은 5.51에서 -0.15까지 5.66의 차이를 보이며, b\*값은 21.80에서 8.62까지 13.18의 차이를 보인다.

이러한 분석을 토대로 T###의 첫 번째 숫자에 해당하는 L\*값의 각 숫자간의 범위는 2.0으로, 그리고 2번째 숫자인 a\*값의 각 숫자간의 범위는 1로 정하였으며 3번째 숫자인 b\*값의 각 숫자간의 범위는 2로 정하였다. L\*값의 T5##에 해당하는 중앙값의 범위는 66.0이상, 68.0미만으로, T#5#에 해당하는 a\*값의 범위는 3이상 4미만으로, T##5에 해당하는 b\*값의 범위는 14이상 16미만으로 결정하였다. 각 숫자에 해당하는 L\*a\*b\*값의 범위는 Table 3과 같다.

이상의 범위에 적용된 각 code간의 색차는 예로 T555와 T666의 경우 최대 색차는 시각적으로 미약하게 인지 가능한 색차인  $\Delta E^* = 3.0$ 이다. 그리고 T555와 T655의 경우  $\Delta E^* = 2.0$ 이며, T555와 T565의 경우  $\Delta E^* = 1.0$ 이며, T555와 T556의 색차  $\Delta E^* = 2.0$ 이다.

본 연구에 사용한 Chamfil과 Z-100에 CNU Cons chart의 code를 부여한 결과는 Table 4와 같다.

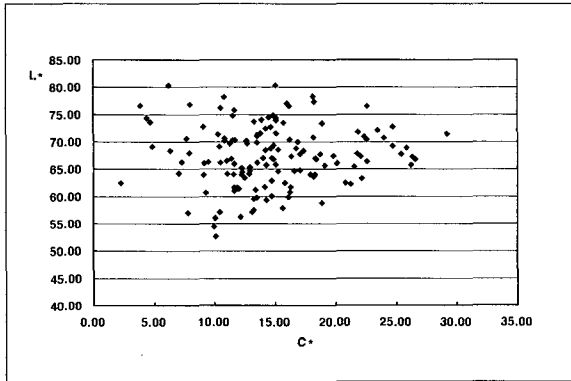


Figure 3.  $L^*$  and  $C^*$  value of the tested materials.

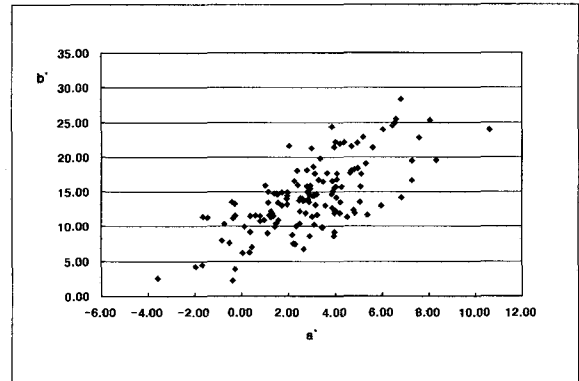


Figure 4.  $a^*$  and  $b^*$  value of the tested materials.

Table 2. Descriptive statistics of the measured  $L^*a^*b^*$  values

	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Mean	67.40	2.89	14.30
Std. Dev	5.60	2.26	5.01
Range	27.70	14.2	26.20
Maximum	80.40	10.6	28.40
Minimum	52.70	-3.60	2.21
Median	67.30	2.91	13.90
10%	59.90	-0.15	8.62
90%	74.60	5.51	21.80

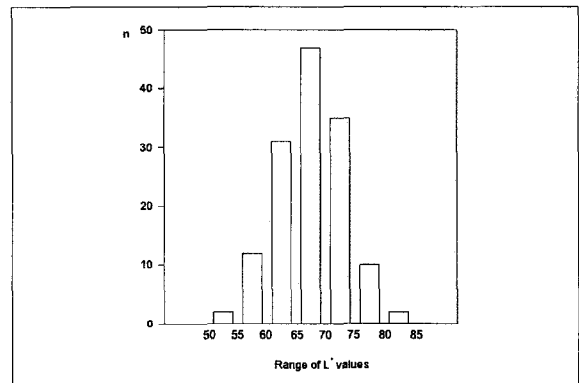


Figure 5. Histogram of the  $L^*$  value.

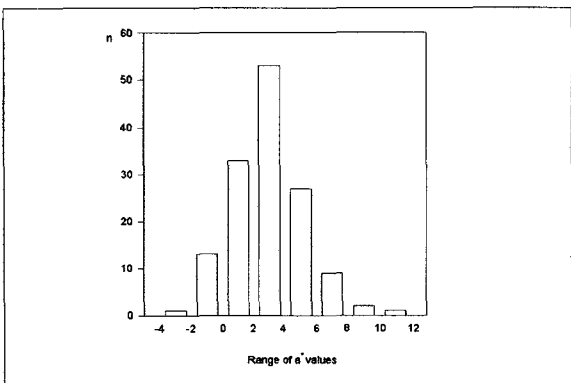


Figure 6. Histogram of the  $a^*$  value.

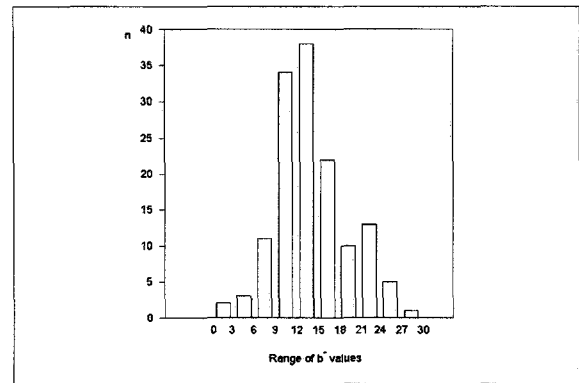


Figure 7. Histogram of the  $b^*$  value.

**Table 3.** L\*a\*b\* range of the T### code in CNU Cons Dental Color Chart

T#00: First initial)	Range of L* value	T0#0: Second initial)	Range of a* value	T00#: third initial)	Range of b* value
1	58.00 - 59.99	1	-1.00 - -0.01	1	6.00 - 7.99
2	60.00 - 61.99	2	0 - 0.99	2	8.00 - 9.99
3	62.00 - 63.99	3	1.00 - 1.99	3	10.00 - 11.99
4	64.00 - 65.99	4	2.00 - 2.99	4	12.00 - 13.99
5	66.00 - 67.99	5	3.00 - 3.99	5	14.00 - 15.99
6	68.00 - 69.99	6	4.00 - 4.99	6	16.00 - 17.99
7	70.00 - 71.99	7	5.00 - 5.99	7	18.00 - 19.99
8	72.00 - 73.99	8	6.00 - 6.99	8	20.00 - 21.99
9	74.00 - 75.99	9	7.00 - 7.99	9	22.00 - 22.99

**Table 4.** Application of new color code of CNU Cons Dental Color Chart to two light cured composites (ChamFil & Z-100)

ChamFil	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	C2	C3
	T974	T885	T265	T552	L147	T844	T445	T753	T753	T541
Z-100	A1	A2	A3	A3.5	A4	B2	B3	C2	C4	D3
	T613	T545	T455	T456	T245	T635	T557	T234	D732	T443

#### IV. 총괄 및 고찰

인간의 눈을 통해 인지되고 판단되는 물체의 색은 절대적일 수 없다. 이는 색상을 판단하는 관찰자의 색에 대한 기준, 안구의 특성, 및 색 지각에 대한 훈련 등 다양한 요인들이 색을 결정하는 과정에 관여하기 때문이다. 하지만 이러한 관찰자의 문제뿐만 아니라 물체의 구조, 구성 성분, 물체의 표면 상태 및 광원 등 다양한 외부 조건에 따라 실제 관찰자가 감지하는 색은 다르게 나타날 수 있다.

이러한 색을 판단하는 여러 가지 문제점들에도 불구하고 현재 치과 영역에서 사용하는 색상 결정 방법은 대부분 특정 재료에 맞추어 제공되는 shade guide를 치아와 직접 육안으로 비교 판단하는 비색법을 사용하고 있다. 이런 문제점들을 해결하기 위해 많은 연구자들이 기기를 사용하여 측색하는 방법들을 제안하고 있으며<sup>6-12)</sup>, 실제 객관적 측색이 가능한 colorimeter 등 몇몇 기기들이 소개되고 있다.

하지만 기존의 많은 연구들에도 불구하고 아직 치과계에서 표준화된 색상 표현 방법이 확립되지 못한 가장 큰 원인은 다른 여러 분야에서 사용하고 있는 과학적이고 체계적인 색상 표현 방식과는 달리 몇몇 치과용 심미 수복 재료 제조 회사에서 제시하는 각 재료의 색상을 표현하는 code를 사용하고 있기 때문이다. 이러한 색상 code들 중 대표적인 것이

Vita shade guide를 축으로 하는 색상 code이다. 하지만 동일한 Vita shade의 code를 사용하는 재료들 간에도 제조사에 따라 시각적으로 인지 가능한 색차를 보이고 있다<sup>16,17)</sup>. 본 연구에서도 측정된 동일 색상 code간의 색차를 확인할 수 있었다. 따라서 이러한 문제점들을 극복하기 위해서는 정확한 표현 색상이 알려지지 않은 특정 제조사의 code를 유사하게 재현하는 방법이 아닌 치과계에서 제시하는 색상 code에 따라 각 재료의 색상 code를 부여해야 할 것이다.

이러한 목적으로 본 연구에서는 현재 일반적으로 색상 표현에 가장 많이 적용되고있는 과학적이고 체계적인 색체계 중 하나인 CIE L\*a\*b\* 색체계를 응용하여 인간의 치아와 치아 색상을 재현하고자 생산된 수복 재료들의 색상 범위를 분석하고, 전체 CIE L\*a\*b\* 색체계 범위 중 일부에 특정 code를 부여해 치과계에서 사용 가능한 색공간을 제시해 보고자 하였다.

하지만 이러한 색공간을 만들기 위해서는 측색과 관련된 몇 가지 조건을 표준화해야 한다. 먼저 시각각에 의존하는 측색 방법이 아닌 측색 기기에 의한 측색이 이루어져야 하고, 이러한 측색 기기에 따른 측색값의 차이를 줄이기 위해 기기를 이용한 측색 시 측색 기기의 측색 조건의 표준화를 시행해야 한다. 본 연구에서는 직경 8 mm의 측색 면적을 사용하는 diffuse/8° 방식의 기기를 사용하였으며, 측정된 값

은 D65 표준광 하에서 10° 관찰자 각도로 측정된 값으로 변환하였다.

다음은 측정된 시료의 표준화다. 비록 현재까지 치아의 정확한 색상 측정은 치아의 외형, 표면 상태 및 투명도와 같은 치아의 독특한 광학적 특성 때문에 어려움이 많지만 수복 재료는 특정 조건만 표준화한다면 동일 색상의 재현이 가능하다. 본 연구에서는 직경 15 mm, 두께 4 mm의 디스크형 시편을 사용하였으며, 표면의 최종 연마는 2000번 사포로 시행하였다. 두께의 표준화는 측색 시 배경색의 영향을 최소화 할 수 있는 두께가 필요하기 때문이며<sup>14)</sup>, 표면 연마는 표면 반사광의 영향을 표준화해야 하기 때문이다.

이와 같은 기기나 시편의 표준화 외에도 새로운 색상 code를 만들기 위해 중요한 요소가 있다. 측색에 적용한 CIE L\*a\*b\* 색체계의 측정값을 그대로 사용한다면 비록 정확한 색상의 표현은 가능하지만 부여할 색상 code가 너무 많아진다는 문제점을 갖게 된다. 따라서 특정 범위에 특정 code를 부여하여 색상 code의 수를 줄일 필요가 있다. 하지만 각 색상 code간의 색차가 너무 커 중간값의 표현이 어려워 진다면 이 또한 새로운 문제점으로 제기될 것이다. 본 연구에서는 이러한 code간의 색 차이를 이전의 연구들에서 보고된 시각적으로 미약하게 혹은 거의 구별하기 힘든 정도의 색차를 인접한 색상 code간에 가질 수 있도록 범위를 설정하였다. Gross와 Moser<sup>18)</sup>는 ΔE\*값이 0 내지 2이면 색차를 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 하였으며, Seghi 등<sup>19)</sup>은 이상적인 조명 하에서 ΔE\*가 2보다 크면 대부분의 관찰자가 구분해낼 수 있고 1보다 작으면 덜 분명하다고 했다. 본 연구에서는 L\*와 b\*값의 차이는 2로, a\*값의 차이는 1로 설정하였다.

이상과 같은 몇 가지 조건을 부여해 만들어진 CNU Cons Dental Color Chart를 1992년 Goodkind와 Loupe<sup>15)</sup>가 치과 교육자들을 대상으로 한 설문 조사에서 응답자의 대부분이 요구한 새로운 shade guide의 기준으로 사용한다면 응답자들의 요구를 만족시킬 수 있으리라 생각된다. 응답자들은 제조 회사의 shade guide들이 적절치 못하다고 대답했으며(Porcelain : 61%, 복합 레진 : 58%), 85%의 응답자들이 새로운 체계적인 shade guide의 개발의 필요성에 대해 동의했다. 새로운 shade guide에 대한 몇 가지 제안에서도 자연치 색상의 전체 범위를 나타내야한다는 데 대해 90%가 동의했으며, 특정 색상을 결정하는 요소들에 대한 지침을 포함해야한다는 의견에 대해서는 92%, 그리고 Hue에 최소한의 영향을 주면서 Chroma와 Value를 쉽게 변화시킬 수 있는 방법을 갖추어야한다는 의견에 대해서는 96%가 동의했다. 또한 ADA에서 제시한 "The color samples (of the dental shade guide) will be arranged

according to a logical order which is explained in the directions."의 조건에도 적용이 가능하다<sup>20,21)</sup>.

하지만 연구에 사용한 몇몇 재료에 CNU Cons Dental Color Chart의 code를 부여 시 몇 가지 문제점들이 있음을 알 수 있다(Table 4). ChamFil의 경우 C1과 C2는 동일한 색상 code가 부여되었다. 하지만 색차는 다른 색상 code를 부여한 A1과 A2에 비해 더 크다. 이는 C1과 C2의 경우 동일한 code 내에서 서로 큰 값과 작은 값의 경계의 L\*a\*b\*의 값을 가진 반면 A1과 A2의 경우 비록 다른 code를 부여하였지만 실제 L\*a\*b\*값은 경계값에 근접해 서로 다른 code 범위의 값을 가지기 때문이다. Z-100의 경우 A2, A3 및 A3.5는 비록 인접한 code를 가지고 있지만 code간의 차이가 큰 L\*와 b\*의 code가 다르며 a\*값은 다른 방향의 값을 가지고 있어 인접한 code간에도 시각적으로도 구분될 정도의 색차를 보인다.

본 연구의 궁극적인 목적은 CNU-Cons Dental Color Chart를 바로 임상에 응용하기 위함은 아니다. 위에서 언급한 것과 같은 문제점 외에 아직 많은 문제점들이 있으리라 생각하며, 본 연구에 적용한 여러 표준화 지표들이 절대적인 것은 아니기 때문이다. 하지만 이러한 연구를 바탕으로 현재 치과계에서 사용하는 색상 code들의 문제점들을 극복할 수 있는 새로운 색체계의 근간을 마련하고, 더 많은 연구를 통해 대부분의 치과 의사들이 만족할 수 있는 색체계를 만들 수 있는 계기가 될 수 있으리라 생각한다.

## V. 결 론

현재 치과에서 사용하는 색체계는 사용하는 색상 code가 실제 어떤 색상을 나타내며, 다른 색상 code와 어느 정도의 색차를 보이는지 알 수가 없다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 현재 국제조명위원회(CIE)에서 제시하는 색체계나 색상을 정량화하여 비교 가능한 색체계를 응용한 새로운 치과용 색체계가 요구된다.

본 연구는 이러한 새로운 치과용 색체계 개발을 목적으로 현재 치과에서 사용되고 있는 Vita shade를 사용하는 9개의 제조사의 12종의 광중합형 복합레진과 1종의 치과용 도재의 색상을 diffuse/8° 수광 방식을 사용하는 분광색체계(MiniScan XE plus, Model 4000S, Hunter Lab, USA)를 이용해 D65 표준광과 10도 관찰자 시야 하에서 CIE L\*a\*b\* 값을 측정하고 색상 범위를 분석하였다. 분석한 정보를 color sorting system을 응용한 CNU Cons Dental Chart의 색상 표현 방식인 T###에 치과용 수복 재료들의 범위를 적용하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 측정된 L\*a\*b\*값의 분포를 분석해 보면 L\*값은 80.40에서 52.70 사이에 분포되어 있으며, a\*값은 10.60에서 -3.60 사이에 분포되며, b\*값은 28.40에서 2.21 사이에

분포한다. L\*값의 평균값은 67.40, 중앙값은 67.30이며, a\*값의 평균값은 2.89, 중앙값은 2.91이며, b\*값의 평균값은 14.30, 중앙값은 13.90이다.

2. 측정된 L\*a\*b\*값의 분포를 75% 수준에서 분석해 보면 L\*값은 70.71에서 64.6 사이에 분포되어 있으며, a\*값은 1.65에서 4.56 사이에 분포되며, b\*값은 11.93에서 16.81 사이에 분포한다. 75% 분포 수준의 L\*값의 차는 약 7이며, a\*값은 약 2, b\*값은 약 5이다.
3. 90% 분포 수준에서 L\*값은 74.60에서 59.90까지 14.7의 차이를 보이며, a\* 값은 5.51에서 -0.15까지 5.66의 차이를 보이며, b\*값은 21.80에서 8.62까지 13.18의 차이를 보인다.
4. 이러한 분석을 토대로 CNU Cons Dental Chart의 T###의 첫 번째 숫자에 해당하는 L\*값의 각 숫자간의 범위는 2.0으로, 그리고 2번째 숫자인 a\*값의 각 숫자간의 범위는 1로 정하였으며 세 번째 숫자인 b\*값의 각 숫자간의 범위는 2로 정하였다. L\*값의 T5##에 해당하는 중앙값의 범위는 66.0이상, 68.0미만으로, T#5#에 해당하는 a\*값의 범위는 3이상 4미만으로, T##5에 해당하는 b\*값의 범위는 14이상 16미만으로 결정하였다.
5. 인접한 색공간의 색차 ΔE\*는 최소 1에서 2로 시각적으로 미약하게 인지 가능한 2이하의 값을 갖는다.

본 연구에서 제안한 치과용 색체계는 부여된 각 색상 code 간의 색차와 차이의 특성을 인지할 수 있는 반면 새로운 재료에 색상 code를 부여하기 위해 측정 기기, 시편 상태 및 측정자에 대한 표준화가 우선적으로 이루어져야 하리라 사료되며, 차후 각 재료의 정확한 색상 범위에 대한 분석을 통해 색상 code 범위에 대한 재분석도 필요하리라 생각된다.

### 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. Miller LL. Shade matching. *J Esthet Dent* 5:143-153, 1993.
4. Miller LL. Organizing color in dentistry. *J Am Dent Assoc* (Special Issue) December:26-40, 1987.
5. Hayashi T. Medical color standard. V. Tooth crown. Tokyo, Japan Color Research Institute, 1967.
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 B. Color in dentistry. Hartford, CT J.M Ney Co., 1975.
8. Grajower R, Revah A, Sorin S. Reflectance spectra of natural and acrylic teeth. *J Prosthet Dent* 36:570-579, 1976.
9. Macentee M, Lakowski R. Instrumental color measurement of vital and extracted teeth. *J Oral Rehab* 8:203-208, 1981.
10. 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.
11. 박해균, 정재현. 한국인 자연치의 색에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 26:185-195, 1988.
12. 황인남, 오원만. 발거된 자연치와 shade guide의 색체계측기를 이용한 색상 비교. *대한치과보존학회지* 22:769-781, 1997.
13. 조경모, 신동훈. 구내용 분광광도계를 이용한 자연치의 색상 분석. *대한치과보존학회지* 23:223-235, 1998.
14. 황인남, 이광원. 광중합복합레진의 두께에 따른 투명도 차이가 수복물의 색상에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 24:604-613, 1999.
15. Goodkind RJ, Loupe MJ. Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 1988. *J of Prosthet Dent* 67:713-717, 1992.
16. Kim HS, Um JM. A study on color differences between composite resins and shade guides. *대한치과보존학회지* 21:107-120, 1996.
17. 조경이, 황인남, 최홍란, 오원만. 분광색체계측기를 이용한 Vita shade 광중합형 복합레진의 색상 비교. *대한치과보존학회지* 23:424-432, 1998.
18. Gross MD, Moser JB. A colorimetric study of coffee and tee staining of four composite resins. *J Oral Rehab* 4:311-322, 1977.
19. 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.
20. Wozniak WT. Proposed guidelines for the acceptance program for dental shade guides. Chicago: American Dental Association, 1987.
21. O'Neal SJ, Powell WD. Color discrimination and shade matching ability of third year dental student. *J Prosthet Dent* 63:174, 1984.



## 국문초록

### 치과용 심미 수복 재료들의 색상 연구를 통한 새로운 치과용 색체계의 제안

오윤정 · 박수정 · 김동준 · 조현구 · 황윤찬 · 오원만 · 황인남\*

전남대학교 치과대학 보존학교실, 치의학연구소

본 연구는 새로운 치과용 색체계 개발을 목적으로 현재 치과에서 사용되고 있는 Vita shade를 사용하는 9 제조사의 12종의 광중합형 복합레진과 1종의 치과용 도재의 색상을 diffuse/8° 수광 방식을 사용하는 분광색체계 (MiniScan XE plus, Model 4000S, Hunter Lab, USA)를 이용해 D65 표준광과 10도 관찰자 시야 하에서 CIE L\*a\*b\* 값을 측정하고 색상 범위를 분석하였다. 분석한 정보를 color sorting system을 응용한 CNU Cons Dental Color Chart의 색상 표현 방식인 T###에 치과용 수복 재료들의 범위를 적용하여 다음의 결과를 얻었다.

측정된 L\*a\*b\*값의 분포를 분석해 보면 L\*값은 80.40과 52.70 사이에, a\*값은 10.60과 -3.60 사이에, 그리고 b\*값은 28.40과 2.21 사이에 분포한다. L\*값의 평균값은 67.40, 중앙값은 67.30이며, a\*값은 2.89와 2.91, b\*값은 14.30과 13.90 이다.

이러한 분석을 토대로 CNU Cons Dental Color Chart의 T###의 첫 번째 숫자에 해당하는 L\*값의 각 숫자간의 차이는 2.0으로, 그리고 2번째 숫자인 a\*값의 각 숫자간의 차이는 1, 그리고 세 번째 숫자인 b\*값의 각 숫자간의 차이는 2로 정하였다. T555에 해당하는 L\*값의 범위는 66.0이상, 68.0미만으로, a\*값의 범위는 3이상 4미만으로, b\*값의 범위는 14이상 16미만으로 결정하였다.

**주요어:** 치아색상, 색체계, 치과용 색공간, CIE L\*a\*b\*, 심미수복재, 치과용 색상표