

색조 선택 시스템을 이용한 shade guide의 색조 분석

이승택¹ · 이종혁^{2*} · 신수연²

단국대학교 치과대학 치과보철학교실, ¹대학원생, ²조교수

연구목적: 심미 수복을 위한 색상 결정 방법으로는 색견본 (shade guide)과 치아를 눈으로 직접 비교하는 기존의 비색법과 최근 소개되기 시작한 색상 측정용 기기를 사용하는 방법이 있다. 비색법은 치과의사들과 기공사들 간의 색조 선택에 일관성이 결여되어 있는 등 많은 문제점이 지적되고 있지만 아직도 이러한 방법에 의한 색상 결정과 결정 색상에 대한 표현 방식이 임상 치의학에 적용되고 있다. 본 연구의 목적은 진료실과 기공소에서 사용하고 있는 색견본이 같은 값을 가지는지 ShadeEye - NCC[®] dental chroma meter (Shofu Inc., Kyoto, Japan)로 확인하고 또한 이 측정 기기의 두 가지 모드가 동일한 shade tab을 같은 값으로 인식하는지 확인하고자 하였다.

연구재료 및 방법: 첫 번째 실험에서는 모두 8개의 Vita Lumin Vacuum shade guide (Vident Inc., California, USA)를 모아 그 중 A1과 B1 shade tab을 각각 5회씩 색상 측정용 기기인 ShadeEye-NCC[®]의 tooth mode와 porcelain mode로 나누어 색조 분석을 하였고 두 번째 실험에서는 치과 진료실과 기공소에서 실제 사용하고 있는 Vita Lumin Vacuum shade guide를 각각 12개씩 모아 역시 A1과 B1 shade tab을 색상 측정용 기기인 ShadeEye-NCC[®]의 tooth mode와 porcelain mode로 나누어 색조 분석을 실시하였다.

결과: 첫 실험에서 8개의 색견본의 A1과 B1의 5회씩 측정에서 두 가지 mode에서 모두 채도 (shade), 명도 (value), 색상 (hue)에서 유의한 차이를 보였다 ($P < .05$). 두 번째 실험에서는 진료실에서 사용하는 색견본과 기공소에서 사용하는 색견본 사이에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나, A1의 porcelain mode에서 채도가 유의한 차이를 보여 ($P < .05$), 같은 shade tab이라 할지라도 채도에서 차이가 날 수 있음을 보였다.

결론: ShadeEye-NCC[®]의 mode에 따라 동일한 shade tab을 다른 값으로 인식하는 것으로 나타나 진료실과 기공소 간에 동일한 mode로 사용하는 것이 필요할 것으로 사료된다. (대한치과보철학회지 2009;47:1-11)

주요단어: ShadeEye-NCC[®], 색견본, 채도, 명도, 색상

서론

심미 보철학에서 치아 수복 시 심미성에 영향을 주는 요인은 색조, 치아의 형태와 크기, 치아의 배열 상태와 비율, 조사된 광원 특성, 투과성, 수복물의 설계 등이 있으며 실제로 이 중 우리 눈에 민감하게 나타나는 것은 색과 형태라고 할 수 있다. 색의 학문적 의미는 매우 복잡하고 과학과 예술 전반에 걸친 지식을 필요로 하며 인간의 이성 및 감성에 의존한다.

색채를 과학적으로 추구하려는 오랜 시도에도 불구하고 자연치와 가장 유사한 수복물을 만들기 위한 색에 대한 지식은 부족하다. 색채는 세 가지 차원인 색상, 명도, 채도를 가지고 있으며, 이것 외에 네 번째 차원인 반투명성에 대한 영역까지 색채 심미학은 발전되었다.¹

색조 선택 방법으로는 크게 시각적인 방법과 기계적인 방법으로 나눌 수 있다. 환자의 치아와 색견본 (shade guide) 간의 비교에 의한 시각적인 색의 결정은 임상에서

가장 많이 이용되고 있는 방법이나^{2,3} 주관적이며 일정하지 않는 결과로 신뢰성의 문제가 제기되고 있다.⁴

본 논문의 연구에서는 임상에서 많이 이용되고 있는 Vita Lumin vacuum shade guide는 A, B, C, D 등의 기본 색조를 바탕으로 각각 4개의 다른 채도와 명도를 갖는 16개의 표본으로 구성되어 있고 각각의 shade tab은 경부, 몸체, 절단의 세 부분의 색조를 갖고 있다.^{5,6} 자연치의 내부 구조와 비교적 유사한 적층 구도를 갖고 있으며, 명암을 판정하기 쉽고 기본이 되는 색조를 선택하기 쉬운 임상에 널리 이용되고 있다. 하지만 Preston⁸과 Miller¹는 색의 선택 시 많은 오류들이 시중에서 판매되고 있는 색견본의 사용과도 연관되어 있다고 보고하였는데, 그 이유는 색견본이 자연치 색의 체계로 분포되어 있지 않고 전체 범위를 포함하지 못한다고 지적했다. 또한 Hasegawa 등⁹은 이런 색견본이 자연치의 색조를 모두 재현하지는 못한다고 하였다.⁷ 이러한 시각적인 방법으로 색 선택은 관찰자들 사이에서도 그 결과가 다를 수 있으며, 한 사람

교신저자: 이종혁

330-716 충청남도 천안시 신부동 산 7-1 단국대학교 치과대학 보철학교실 041-550-1971-1973; e-mail, hyuk928@chol.com

원고접수일: 2008년 5월 5일 / 원고최종수정일: 2008년 7월 25일 / 원고채택일: 2008년 12월 30일

이 반복적으로 색 선택한 결과조차도 동일하지 않을 수가 있다.⁴ 또한 이러한 방법의 색조 선택은 빛의 자극에 대한 관찰자의 생리적 및 정신적인 반응에 의해 결정되므로,¹⁰ 색 선택 결과가 여러 가지 요인들에 의해 다르게 나타날 수 있다.¹¹⁻¹⁴ 그러므로 보다 심미적인 보철을 위해서는 색조 선택에 있어서 보다 과학적이며 일정한 결과가 얻어질 수 있는 방법이 요구되고 있다.¹⁵ 이에 다양한 연구들과 방법들이 발표되고 있으며⁴⁷ 현재보다 더 많은 shade tab을 사용하거나 더 객관적이고 소형의 사용하기 편한 기계적 장치를 이용한 방법들을 연구하고 있다.

본 연구에서는 심미적인 보철물 제작에서 중요한 과정 중의 하나인 색조 선택에 사용되는 색견본을 기계적 측색 방법인 색조 선택 시스템을 이용해 분석 및 연구를 해 보았다. 우리가 임상에서 실제 사용하는 색견본 간에 색조 차이와 치과의사와 기공사 간에 색조에 대한 일관된 의사소통이 이루어지는지 알아보려고 치과 진료실과 치과 기공소 사이에서도 색조를 서로 비교하여 분석하였으며 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하고자 한다.

실험재료 및 방법

1. 실험 대상

치과 진료실과 치과 기공소에서 실제 사용하고 있는 Vita Lumin vacuum shade guide (Vident Inc., California, USA)의 A1과 B1 shade tab으로 실험하였다 (Fig. 1).

2. 측정 기구

Vita Lumin vacuum shade guide를 측색하기 위해서 ShadeEye-NCC[®] dental chroma meter (Shofu Inc., Koyto,

Japan)를 이용하여 실험을 하였다. 이 ShadeEye-NCC[®]는 tooth, porcelain, whitening mode의 세 가지 mode로 측색이 가능하도록 되어 있다. 본 실험에서는 tooth mode와 porcelain mode 두 가지로 측색을 시행했다. 이때 shade guide system의 shade guide number를 비롯하여 채도, 명도, 색상 값을 얻을 수 있으며 analyze mode에서는 L*a*b* 표색계나 XYZ 표색계 값도 얻을 수 있었다. 본 실험에서는 채도 (shade), 명도 (value), 색상 (hue) 값을 산출하여 색견본의 색조 분석에 이용하였다 (Fig. 2).

3. 실험 방법

(1) 실험의 분류

1) 실험 1

치과 진료실에서 실제 사용하고 있는 색견본 간의 색조 차이를 알아보기 위해서 8개의 치과 진료실의 Vita Lumin vacuum shade guide의 A1과 B1 shade tab을 ShadeEye-NCC[®]를 이용하여 tooth mode와 porcelain mode로 각각 5회씩 측색을 시행하여 채도, 명도, 색상 값을 얻었다.

2) 실험 2

치과 진료실과 치과 기공소와의 차이를 알아보기 위해 치과 진료실과 치과 기공소에서 각각 12개씩 Vita Lumin vacuum shade guide의 A1과 B1 shade tab을 ShadeEye-NCC[®]의 tooth mode와 porcelain mode로 1회씩 측색하여 채도, 명도, 색상 값을 얻었다.

(2) Plastic cap 제작

Vita Lumin vacuum shade guide의 A1과 B1 shade tab에서 항상 같은 부위가 측색될 수 있도록 shade tab에 맞게 투



Fig. 1. A1 and B1 shade tabs of Vita Lumin vacuum shade guide (Vident Inc., California, USA).



Fig. 2. ShadeEye-NCC[®] dental chroma meter (Shofu Inc., Koyto, Japan).

명한 plastic cap을 제작하였다. 이 plastic cap에는 백악법랑 경계부 상방 1.0 - 2.0 mm 부위, 근원심으로 중앙부위에 원형의 구멍을 뚫어 ShadeEye-NCC®의 측정팁이 동일부위에 위치되도록 하였다 (Fig. 3).

(3) 측색 시행

ShadeEye-NCC® 제조사가 지시한 방법대로 calibrating cap으로 tooth mode와 porcelain mode에서 각각 0점 조정을 먼저 시행하고 shade tab에 plastic cap을 장착한 다음 plastic cap에 뚫어놓은 구멍에 맞게 측정팁을 치면에 균등하게 접촉시킨 후 측색을 시행하였다. 이때 측색 기기는 측색 오차로 인한 영향을 줄이고, 측색치의 신뢰성을 확보하기 위해 동일부위를 3-5회 측색하여 오류치를 제외한다음, 평균치를 산정하여 보여준다 (Fig. 4).

4. 통계처리

SPSS V. 12.0 KO (SPSS Inc., Chicago, USA)를 사용하였으며, 색견본 간의 동질성 비교를 위해 비연속변수의 비교를 위한 교차분석법인 Pearson's chi-square test를 시행하였으며, 진료실과 기공소에서 사용하는 색견본 간의 비교를 위해서는 비모수적 평균치 비교법인 Mann-Whitney U test를 시행하였다. Tooth mode와 porcelain mode 간의 값의 비교를 위해서 비모수적 평균치 비교인 Wilcoxon Signed Ranks Test를 시행하였다. 모두 95%의 유의수준으로 검증하였다.

결과

1. 실험 1

Shade tab A1과 B1을 두 가지 mode로 5회씩 측색하여



Fig. 3. Plastic cap and shade tab.

채도, 명도, 색상에서 각각 160 개의 결과를 얻었다 (Table I). 이 중 5회 측정 시 2회 이상 다른 값이 나오는 경우는 32회 중 4회가 있었으며 4회 모두 tooth mode로 나타났다.

2. 실험 2

Shade tab A1과 B1을 두 가지 mode로 치과 진료실 12 곳과 치과 기공소 12 곳, 총 24개의 색견본에서 채도, 명도, 색상 각각 96 개의 값을 얻었다 (Table II). 같은 이름의 shade tab을 측정하였으나 측정값에서 다른 수치가 보이는 것을 볼 수 있었다.

3. 통계처리

(1) 실험 1

색견본 간의 차이를 검증하기 위해서 비연속변수의 분석법인 Pearson's chi - square test를 시행하였으며, 95%의 유의수준으로 검증하였다.

Shade tab A1과 B1의 두 가지 mode에서 채도는 모두 유의한 차이가 관찰되었다 ($P < .05$) (Table III). Shade tab A1과 B1의 두 가지 mode에서 명도는 모두 유의한 차이가 관찰되었다 ($P < .05$) (Table IV). Shade tab A1과 B1의 두 가지 mode에서 색상은 모두 유의한 차이가 관찰되었다 ($P < .05$) (Table V).

이상의 결과로 색견본 별로 색상, 명도, 채도에서 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. 이러한 차이는 tooth mode와 porcelain mode 모두의 측정 결과에서 모두 유의하게 나타났다.

(2) 실험 2

치과 진료실과 치과 기공소에서 사용하는 색견본 간의 차이를 분석하기 위해서 비모수적 평균치 비교인 Mann-



Fig. 4. Measuring process.

Whitney U test를 시행하였고 porcelain mode와 tooth mode 비교를 위해서 Wilcoxon Signed Ranks Test를 시행하였고 95%의 유의수준으로 검증하였다.

Shade tab A1의 porcelain mode의 채도에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P < .05$) (Table VI). 두 가지 측정 mode에서 동일한 shade tab을 같은 값으로 인식하는지 보기 위해서 대응이표분석을 시행하였으며 비모수법인 Wilcoxon Signed Ranks Test를 시행하였다. 통계분석 결과 두 가지 mode에서 유의한 차이가 있음이 관찰되었다 ($P < .05$) (Table VII).

총괄 및 고안

자연치와 유사한 색상의 심미적인 보철물을 성공적으로 제작하기 위해서는 자연치와 도재의 색상과 비색법에 관한 이해와 연구가 필요하다. 우리가 조화를 이루기 원하는 치아와 보철물의 색상은 다차원적이다. 색상이란 광원으로부터 나온 빛이 물체에 반사되어 우리 눈으로 입사될 때 우리 눈에 일어나는 일종의 자극으로 매우 주관적인 감각이다.¹⁶ 따라서 객관적인 색의 측정과 표현의 기준이 필요하다. 색의 측정 방법은 시각을 이용한 색 측정법과 기계를 이용한 색 측정법이 있는데 시각적인

Table I. Results of shade analysis on Experiment 1

vita shade	mode	source	time														
			1			2			3			4			5		
			S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H
A1	tooth	1	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	
		2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	
		3	1.5	1	R2	1.5	1	R2	1.5	1	R2	1.5	1	R2	1.5	1	R2
		4	2 ± 0	R2	2 ± 0	R2	2 ± 0	R2	2 ± 0	R2	2 ± 0	R2	2 ± 0	R2	2 ± 0	R2	
		5	1.5	1	R1	1.5	1	R1	1.5	1	R1	1.5	1	R1	1.5	1	R1
		6	1.5 ± 0	R1	1.5	1	R2	2 ± 0	STD	2	-1	R1	1.5 ± 0	R1	1.5 ± 0	R1	
		7	1.5	1	R1	1	± 0	R1	1.5	1	R1	1.5 ± 0	R1	1.5 ± 0	R1	1.5 ± 0	R1
		8	2	-1	R2	2	-1	R3	2	-1	R3	2	-1	R3	2	-1	R3
	porcelain	1	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2
		2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2
		3	1.5	-2	R1	1.5	-2	R1	1.5	-2	R1	1.5	-2	R1	1.5	-2	R1
		4	1.5	-1	R1	1.5	-1	R1	1.5	-1	R1	1.5	-1	R1	1.5	-1	R1
		5	1	-1	Y1	1.5	-1	Y1	1.5	-1	Y1	1	-1	Y1	1	-1	Y1
		6	1.5	-1	STD	1.5	-1	Y1	1.5	-1	Y1	1.5	-1	Y1	1.5	-1	Y1
		7	1	-1	STD	1	-1	STD	1	-1	STD	1	-1	STD	1	-1	STD
		8	1.5	-2	R2	1.5	-2	R3	1.5	-2	R3	1.5	-2	R3	1.5	-2	R3
B1	tooth	1	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	
		2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	1.5 ± 0	R2	
		3	1.5	1	R2	1.5	1	R2	1.5	1	R2	1.5	1	R2	1.5	1	R2
		4	2 ± 0	R2	2 ± 0	R2	2 ± 0	R2	2 ± 0	R2	2 ± 0	R2	2 ± 0	R2	2 ± 0	R3	
		5	1.5	1	R1	1.5	1	R1	1.5	1	R1	1.5	1	R1	1.5	1	R1
		6	1.5 ± 0	R1	1.5	1	R2	2 ± 0	STD	2	-1	R1	1.5 ± 0	R1	1.5 ± 0	R1	
		7	1.5	1	R1	1	± 0	R1	1.5	1	R1	1.5 ± 0	R1	1.5 ± 0	R1	1.5 ± 0	R1
		8	2	-1	R2	2	-1	R3	2	-1	R3	2	-1	R3	2	-1	R3
	porcelain	1	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2
		2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2	1.5	-1	R2
		3	1.5	-2	R1	1.5	-2	R1	1.5	-2	R1	1.5	-2	R1	1.5	-2	R1
		4	1.5	-1	R1	1.5	-1	R1	1.5	-1	R1	1.5	-1	R1	1.5	-1	R1
		5	1	-1	Y1	1.5	-1	Y1	1.5	-1	Y1	1	-1	Y1	1	-1	Y1
		6	1.5	-1	STD	1.5	-2	Y1	1.5	-2	Y1	1.5	-2	Y1	1.5	-2	Y1
		7	1	-1	STD	1	-1	STD	1	-1	STD	1	-1	STD	1	-1	STD
		8	1.5	-2	R2	1.5	-2	R3	1.5	-2	R3	1.5	-2	R3	1.5	-2	R3

S = shade, V = value, H = hue

Table II. Results of shade analysis on Experiment 2

A1	source	tooth mode			porcelain mode			B1	source	tooth mode			porcelain mode		
		S	V	H	S	V	H			S	V	H	S	V	H
	1	1.5	± 0	R2	1	-2	R1		1	1.5	-1	R2	1	-2	R2
	2	1.5	± 0	R2	1.5	-2	R1		2	1.5	± 0	R1	1	-2	STD
	3	1	± 0	R1	1	-1	STD		3	1.5	-1	R2	1.5	-2	R2
	4	1.5	± 0	R2	1	-1	R1		4	1.5	± 0	R2	1	-2	R1
	5	1.5	± 0	R1	1	-1	R1		5	1.5	-1	R2	1	-2	R1
	6	1.5	± 0	R2	1	-1	R1		6	1.5	-1	R3	1.5	-2	R2
	7	1.5	± 0	R2	1	-2	R1		7	1.5	-1	R2	1	-2	R2
	8	1.5	± 0	R1	1	-2	STD		8	1.5	-2	R2	1	-3	R2
	9	2	-1	R2	1.5	-2	R2		9	1.5	-2	R2	1.5	-3	R2
	10	1.5	1	R1	1	-1	Y1		10	1.5	-1	R3	1	-2	R2
	11	2	-1	R2	1.5	-2	R2		11	2	-2	R2	1.5	-2	R2
	12	1.5	2	R2	1	-1	R2		12	1.5	-2	R2	1	-2	R2
	13	1.5	1	R2	1	-2	STD		13	1.5	-1	R2	1	-2	R3
	14	1.5	-1	R1	1.5	-2	STD		14	1.5	-1	R1	1	-2	R1
	15	1.5	± 0	R2	1.5	-1	R2		15	1.5	-1	R2	1.5	-2	R2
	16	1.5	± 0	R2	1	-1	R1		16	1.5	-1	R3	1	-2	R2
	17	1.5	± 0	R2	1.5	-2	STD		17	1.5	-1	R2	1	-2	R1
	18	2	± 0	R2	1.5	-2	R1		18	2	-1	R2	1.5	-2	R1
	19	2	-1	R2	1.5	-2	R1		19	1.5	-1	R2	1.5	-2	R2
	20	2	± 0	R2	1.5	-2	R2		20	2	-1	R3	1.5	-2	R2
	21	1.5	± 0	R1	1.5	-1	Y1		21	1.5	-1	R2	1	-2	R2
	22	1.5	-1	R1	1.5	-2	R1		22	1.5	-1	R2	1	-2	R1
	23	2	-1	R2	1.5	-2	R2		23	1.5	-1	R2	1	-2	R1
	24	1	± 0	R1	1	-1	STD		24	1.5	± 0	R1	1	-2	STD

S = shade, V = value, H = hue
 source 1 - 12 = dental clinic, 13 - 24 = dental lab.

Table III. Results of Chi-Square Tests for shade

Shade guide number	Mode		Value	df	Asymp.Sig.(2-sided)
A1	Tooth mode	Pearson Chi-Square	66.94	21	.00
		Likelihood Ratio	64.95	21	.00
		Linear-by-Linear	.77	1	.38
		Association N of Valid Cases	40		
	Porcelain mode	Pearson Chi-Square	140.20	28	.00
		Likelihood Ratio	114.16	28	.00
		Linear-by-Linear	2.36	1	.12
		Association N of Valid Cases	40		
B1	Tooth mode	Pearson Chi-Square	57.46	14	.00
		Likelihood Ratio	62.59	14	.00
		Linear-by-Linear	1.02	1	.31
		Association N of Valid Cases	40		
	Porcelain mode	Pearson Chi-Square	103.67	21	.00
		Likelihood Ratio	93.83	21	.00
		Linear-by-Linear	2.15	1	.14
		Association N of Valid Cases	40		

Table IV. Results of Chi-Square Tests for value

Shade guide number	Mode		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
A1	Tooth mode	Pearson Chi-Square	63.94	14	.00
		Likelihood Ratio	62.82	14	.00
		Linear-by-Linear	3.20	1	.07
		Association N of Valid Cases	40		
	Porcelain mode	Pearson Chi-Square	36.48	7	.00
		Likelihood Ratio	46.79	7	.00
		Linear-by-Linear	5.22	1	.02
		Association N of Valid Cases	40		
B1	Tooth mode	Pearson Chi-Square	80	14	.00
		Likelihood Ratio	77.95	14	.00
		Linear-by-Linear	.27	1	.61
		Association N of Valid Cases	40		
	Porcelain mode	Pearson Chi-Square	18.06	14	.01
		Likelihood Ratio	16.68	14	.02
		Linear-by-Linear	1.79	1	.18
		Association N of Valid Cases	40		

Table V. Results of Chi-Square Tests for hue

Shade guide number	Mode		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
A1	Tooth mode	Pearson Chi-Square	41.04	14	.00
		Likelihood Ratio	45.76	14	.00
		Linear-by-Linear	4.47	1	.03
		Association N of Valid Cases	40		
	Porcelain mode	Pearson Chi-Square	32.50	7	.00
		Likelihood Ratio	33.30	7	.00
		Linear-by-Linear	5.69	1	.02
		Association N of Valid Cases	40		
B1	Tooth mode	Pearson Chi-Square	66.07	14	.00
		Likelihood Ratio	56.49	14	.00
		Linear-by-Linear	1.35	1	.25
		Association N of Valid Cases	40		
	Porcelain mode	Pearson Chi-Square	40.00	14	.00
		Likelihood Ratio	52.93	14	.00
		Linear-by-Linear	3.10	1	.08
		Association N of Valid Cases	40		

색 측정의 대표적인 예는 Munsell 표색법으로 색을 시각적 인지의 원칙에 의해 표현하고 색의 3가지 속성인 명도, 채도, 색상으로 표시하는 방법이다. 기계를 이용한 색 측정법에는 3자극 색체계와 분광광도계 (spectrophotometer)가 있다. 3자극 색체계란 CIE (국제조명위원회)에서 규정한 표준 광원을 조사시켜 반사광을 3개의 여과기를 사용하여 색을 측정하는 기구이다. 분광광도계란 빛을 사물에 조사하여 전 가시광선 영역에 걸쳐서 각각의 파장에 따른 분광반사율과 분광투과율을 측정하여 CIE 3자극치 X, Y, Z를 얻은 후 수학적 변형에 의하여 CIE

L^* , a^* , b^* 값으로 시편 색좌표의 절대치를 얻는 기계이다.¹⁷⁻¹⁹

이러한 측색 방법 중에서 상당수의 임상가들은 색견본을 이용해 육안으로 치아와 직접 비교하여 치아의 색상을 결정하는 방법을 사용하고 있다. 자연치에 대한 적절한 색견본 선택과 거기에 상응하는 색 조화를 이루는 도재 수복물의 제작은 가장 복잡하고 난해한 문제 중의 하나이다.^{20,21} 색견본에 관해서 1908년 Black은 색상을 결정하는 과정에서 명도의 중요성을 치과 문헌상 처음으로 언급하였다. 1930년대 Clark의 색채 과학에 대한 연속물

Table VI. Results of Mann-Whitney U test

Shade guide number	Mode		Shade	Value	Hue
A1	Tooth mode	Mann-Whitney U	61.00	56.50	72.00
		Wilcoxon W	139.00	134.50	150.00
		Z	-.77	-1.04	.00
		Asymp.Sig. (2-tailed)	.44	.30	1.00
		Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.55	.38	1.00
	Porcelain mode	Mann-Whitney U	36.00	60.00	59.50
		Wilcoxon W	114.00	138.00	137.50
		Z	-2.40	-.81	-.77
		Asymp.Sig. (2-tailed)	.016	.42	.44
		Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.04	.51	.48
B1	Tooth mode	Mann-Whitney U	66.00	56.00	67.00
		Wilcoxon W	144.00	134.00	145.00
		Z	-.60	-1.16	-.36
		Asymp.Sig. (2-tailed)	.55	.25	.72
		Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.76	.38	.80
	Porcelain mode	Mann-Whitney U	72.00	60.00	60.00
		Wilcoxon W	150.00	138.00	138.00
		Z	.00	-1.15	-.79
		Asymp.Sig. (2-tailed)	1.00	.15	.43
		Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.00	.51	.51

Table VII. Results of Wilcoxon Signed Ranks Test for two mode

	shade	value	hue
Z	-5.92	-6.20	-4.90
Asymp. Sig. (2 - tailed)	.00	.00	.00

이 출간되면서 현재와 같은 색견본의 사용이 시작되었다. 1970년대에 Sproull^{9,16,22}은 색에 관한 세 가지 연속물을 출간하였는데 그는 제시하기를 일단 술자가 색상, 명도, 채도의 정의와 관계를 완전히 이해하면 단계적으로 색조화 문제를 해결할 수 있을 것이라고 하였다. 1991년 Hall²³은 색상, 명도, 채도라는 결정요소를 정량화함으로써 색조 선택의 어려움을 최소화하는 것이 가능하다고 하였다. 이것이 Vita사에서 1998년 소개된 Vitapan 3-D Master Shade Guide의 설계를 위한 기초가 되었다. 간단한 색견본 (Vita Lumin Vacuum Shade Guide)이 1960년대에 개발되어 치과전문의들이 많이 사용하였는데, Vita사 (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany)는 이름을 Vita Lumin Vacuum Shade Guide에서 Vitapan Classical Shade Guide로 1998년에 변경하였다. 이러한 명칭의 변화는 Vita사의 새

로운 색견본인 the Vitapan 3-D Master와 구별하기 위한 것이다.²⁴

색상 재현의 실패는 처음 색상을 결정하는 색조 선택 단계에서부터 오류가 발생된다. 이미 많은 학자들이 문제점을 제기하고 있지만, 아직도 상당수의 임상가들은 색상 결정 방법으로 색견본을 이용해 육안으로 치아와 직접 비교하여 치아의 색상을 결정하는 방법을 사용하고 있다. 색견본과 자연치의 색 공간 범위를 비교할 때, 색견본에 관해서 Sproull은 요구되는 전 치아색 공간을 충족시키지 못하며, 그 배열은 합리적이거나 체계적인 배열이 아니고 색 공간의 어느 한 곳에 치우쳐져 있다고 하였다.^{9,22} 또한 Muia는 실제적인 치아색과 유사하지 않는 색층으로 이루어져 있다고 보고하였다.²⁵ Preston²⁶은 배열의 문제점을 지적하였고, Barghi^{27,28}는 도재 수복물의

색조에 영향을 미치는 요소로서 사용하고 있는 색견본 자체의 색조 범위의 제한성, 색조 선택 시 주관성 및 조건 등색효과 등의 임상적인 요소와 기공적인 요소, 진료실과 기공실에서 색조의 전달 체계와 색조 선택 시 불일치에 따른 요소들이 있다고 하였다. 그 외에도 레진 색견본 간의 색 안정성의 문제²⁹ 그리고 색견본의 형태와 관련된 문제³⁰ 등 많은 문제점들이 보고되고 있다. 특히 동일 제조사의 색견본 간의 색상의 차이에 대한 문제점도 이전 연구들에서 발표되었다. Bell 등³¹은 동일 제조사의 색견본마다 색상 범위의 특이성을 가지면서 제조되었다고 하였으며, O'Brien 등³²도 Bioform과 Vita shade guide의 적용 범위의 오차에 대해서 언급하였다. 또한 내재된 주관성 때문에 전통적인 색조 선택체계에서는 불일치의 예도 있어 왔다. 예를 들면, Vita shade guide는 발치된 치아와 비교 시 채도가 매우 낮고 명도가 높았다.^{5,33} A3 shade tab은 같은 회사에서 사용되는 여러 색견본 내에서도 다르게 나타났다.³⁴ 이러한 점에서 본 연구에서도 Vita shade guide의 A1과 B1 shade tab을 임의로 선택하여 색상 차이를 알아보기 위해 기계적 측색방법으로 측색하고 분석하였다.

색견본을 이용한 색조 선택의 많은 문제점으로 인하여 임상 치의학에서는 색의 정확한 선택을 위한 과학적이며 일정한 결과가 얻어질 수 있는 방법이 요구되고 있다.¹⁵ 컴퓨터, 인터넷, 통신 분야에서 과학기술의 진보는 현대 사회에 커다란 영향을 주고 있으며 치과계의 많은 전문가들이 보다 객관적으로 색을 수량화하기 위한 방법이 연구되었다. Bergen은 분석을 표준화하기 위한 노력으로 분광광도계와 컴퓨터로 실험했다. Miller는 발거한 자연치와 색상표의 색을 일치시키기 위한 실험을 하였으며, Preston은 색의 성질을 분석하는데 빛의 양과 질을 정의하고 색상표를 제조하는 것의 모순을 지적했고 Yamamoto는 Shofu ShadeEye Chroma Meter와 Shofu NCC (natural color concept) system을 개발하는데 기여했다.³⁵ 기계적 측색 방법은 시각적 측색 방법에 비해 보다 객관적이며 측색에 시간이 덜 걸리고 비교적 높은 재현성을 가지고 있다. 그리고 치과의사와 기공사, 혹은 환자와의 정보 전달을 용이하게 하는 중요한 장점이 있어 정보 전달 과정에서 발생되던 문제를 충분히 극복 할 수 있을 것이다.

본 연구에 사용된 ShadeEye-NCC[®] dental chroma meter는 조명이나 주변색, 경험 등에 좌우되지 않고 객관적으로 정확한 데이터를 얻을 수 있다. 이에 반해 자연치의 색조를 색견본을 이용하여 육안으로 관찰할 경우, 주변 조건의 변화에 따라 치아색이 달라 보일 수 있다. ShadeEye-

NCC[®]는 다양한 모드가 있어서 치아 상태에 따라 정확한 측색이 가능하다. 측정된 데이터는 프린터로 전송하여 출력하거나 PC로 전송할 수 있다. Shade guide number (Vita shade 등), 채도, 명도, 색상의 정보로 산출된다. 측색 정보는 측색 오차로 인한 영향을 줄이고, 측색치의 신뢰성을 확보하기 위해 동일부위를 3-5회 측색하여 오류치를 제외한 다음 평균치가 산정되어 얻어진다. 이전 ShadeEye-EX[®]에 비해 경량화와 무선화로 사용이 편리해졌으며 색조 표시 영역이 확장되었다. 또한 측색된 자연치에 맞는 색조의 금속도재수복물을, Vintage HALO로 제작하기 위해 필요한 데이터를 출력 가능하며, 또한 analyze mode가 증설되어 연구자를 위해 L*a*b* 표색계나 XYZ 표색계에서의 표색이 가능해졌다. ShadeEye-EX[®]에 비해, 색상 공간에서 색조 표시 영역을 확장 충실화하여, 농도는 -1.5 - 6.0 (17단계), 명도는 -3 - +2 (6단계)로 A계통의 명도와 같은 것을 STD (standard)로, 색상은 YIII - RIII로 표시되며 A계통의 색상을 STD로 하여 황색과 붉은색 사이를 표시한다.^{36,37}

본 연구에서는 심미 보철을 위한 과정 중 자연치의 색조 선택 시 치과 진료실과 치과 기공실 사이의 차이를 알아보기 위해서 최근 소개된 색조 선택 시스템을 이용하여 측색하고 분석하였다. ShadeEye-NCC[®]의 tooth mode와 porcelain mode로 A1과 B1 shade tab을 측색하여 색상, 명도, 채도 값을 얻어서 분석, 평가하였다. 각각의 색견본 사이에서는 모든 측정값의 분석 결과 유의한 차이가 관찰되었다. 이는 같은 제조회사의 색견본이라 할지라도 색조가 다르게 나타날 수 있다는 것을 의미하며 잘못된 색조 선택이 관찰자나 외부 환경 뿐만 아니라 색견본에서도 기인할 수 있다는 것을 의미한다. 이런 원인으로는 오랜 사용으로 인해 색견본 shade tab의 착색, 파절 등의 변화를 생각해 볼 수도 있으며 같은 제조회사라도 다른 곳에서 제작되거나 제작 시기를 고려해 볼 필요가 있었다.

이번 연구에서는 동일한 외부 환경에서 측색하지 않아 색견본 shade tab의 도재 뒷면을 통해 외부 빛이 들어가서 ShadeEye-NCC[®]의 측색 시 오차가 발생할 가능성이 있을 수 있었다. 외부 빛에 완전히 영향을 받지 않는 암실과 같은 환경에서 측색이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 결과를 종합하여 볼 때 기존의 Vita Lumin vacuum shade guide를 이용한 색조 분석은 관찰자의 주관적 판단과 주변 환경 뿐 아니라 색견본의 동질성도 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있었다. 특히, ShadeEye-NCC[®]와 같은 색조 선택 시스템의 사용은 정확한 색조 선택을 알 수 있어서 시술에 도움이 되며 치과 기공소와의 의사 전

달에 도움이 될 것이라고 사료되며 향후 더 많은 색조 선택 시스템에 대한 연구가 필요하리라 사료된다.

결론

본 연구는 실제 치과 진료실과 치과 기공소에서 사용하고 있는 Vita Lumin vacuum shade guide의 A1과 B1 shade tab을 ShadeEye-NCC® dental chroma meter의 tooth mode와 porcelain mode로 측색하여 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 8개의 색견본 A1과 B1을 5회씩 측정해서 교차분석 결과 두 shade tab 모두 두 가지 mode에서 채도, 명도, 색상 값에 유의한 차이가 관찰되었다 ($P < .05$).
2. 치과 진료실에서 사용하는 색견본과 치과 기공소에서 사용하는 색견본 사이에는 A1의 porcelain mode의 채도에서만 통계적인 유의한 차이가 관찰되었다 ($P < .05$).
3. ShadeEye-NCC®의 mode에 따라 동일한 shade tab을 다른 값으로 인식하는 것으로 나타나 치과 진료실과 치과 기공소 간에 같은 mode를 사용하는 것이 필요한 것으로 보인다.

이상의 결과로 볼 때 시각적 측색에서 사용되는 Vita Lumin vacuum shade guide가 치과 진료실과 치과 기공소 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았지만 각각에 대해서는 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 성공적인 심미 보철 수복을 위한 색조 선택에서 색조 분석 시스템을 참고로 하여 보다 주의 깊은 색조 선택이 필요하리라 사료된다.

참고문헌

1. Miller L. Organizing color in dentistry. J Am Dent Assoc 1987;26E:40E.
2. Ryu SY, Lim JH, Cho IH. A study on the color stability of porcelain for porcelain fused to metal crown. J Korean Acad Prosthodont 2000;38:73-84.
3. van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmid WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. J Prosthet Dent 1990;63:155-62.
4. McPhee ER. Light and color in dentistry. Part I-Nature and perception. J Mich Dent Assoc 1978;60:565-72.
5. Miller LL. Shade selection. J Esthet Dent 1994;6:47-60.
6. Kim HE, Cho IH, Lim JH. Shade analysis of anterior teeth using digital shade analysis system. J Korean Acad Prosthodont 2003;41:565-81.
7. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. J Prosthet Dent 2000;83:418-23.
8. Preston JD. Current status of shade selection and color matching. Quintessence Int 1985;16:47-58.
9. Sproull RC. Color matching in dentistry. II. Practical applications of the organization of color. J Prosthet Dent 1973;29:556-66.
10. Judd DB, Wyszecki G. Color in business science and industry. 3rd ed. New York;John Wiley; 1975. pp. 5-90.
11. Brodbelt RH, O'Brien WJ, Fan PL, Frazer-Dib JG, Yu R. Translucency of human dental enamel. J Dent Res 1981;60:1749-53.
12. Hunter RS. The measurement of appearance. New York;John Wiley; 1975. pp. 3-74.
13. Johnston WM, O'Brien WJ. Color analysis of dental modifying porcelains. J Dent Res 1982;61:484-8.
14. Wyszecki G, Stiles WS. Color science: concepts and methods, quantitative data and formulae. New York;John Wiley; 1975. pp. 83-173.
15. Preston JD, Bergen SF. Color science and dental art. St. Louis;Mosby; 1980. p. 3.
16. Sproull RC. Color matching in dentistry. I. The three-dimensional nature of color. J Prosthet Dent 1973;29:416-24.
17. Jorgenson MW, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. J Prosthet Dent 1979;42:96-105.
18. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. J Prosthet Dent 1986;56:35-40.
19. Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. Quintessence Int 1991;22:525-31.
20. Barghi N, Goldberg. Porcelain shade stability after repeated firing. J Prosthet Dent 1977;37:173-5.
21. Sorensen JA, Torres TJ. Improved color matching of metal-ceramic restorations. Part I: A systematic method for shade determination. J Prosthet Dent 1987;58:133-9.
22. Sproull RC. Color matching in dentistry. 3. Color control. J Prosthet Dent 1974;31:146-54.
23. Hall NR. Tooth colour selection: the application of colour science to dental colour matching. Aust Prosthodont J 1991;5:41-6.
24. Marcucci B. A shade selection technique. J Prosthet Dent 2003;89:518-21.
25. Muia PJ. "customized tooth color guide", cited from Preston JD: Perspectives on dental ceramics, Quintessence Publishing Co., Inc. 1988.
26. Preston JD, Bergen SF. Color science and dental art. St. Louis; Mosby; 1980. pp. 6.
27. Barghi N, Richardson JT. A study of various factors influencing shade of bonded porcelain. J Prosthet Dent 1978;39:282-4.

28. Barghi N, Pedrero JA, Bosch RR. Effects of batch variation on shade of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 1985;54:625-7.
29. Cernavin I. Effects of chlorine-containing disinfecting compounds on shade guides made of acrylic resin. *J Prosthet Dent* 1996;75:574.
30. Sykora O. Fabrication of a posterior shade guide for removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 1983;50:287-8.
31. Bell AM, Kurzeja R, Gamberg MG. Ceramometal crowns and bridges. Focus on failures. *Dent Clin North Am* 1985;29:763-78.
32. O'Brien WJ, Boenke KM, Groh CL. Coverage errors of two shade guides. *Int J Prosthodont* 1991;4:45-50.
33. Miller LL. Shade matching. *J Esthet Dent* 1993;5:143-53.
34. Chu SJ. Color. In: Gurel G (ed). *The Science and Art of Porcelain Laminate Veneers*. Chicago; Quintessence 2003. pp. 158-206.
35. Chu SJ, Devigus A, Mielezsko A. *Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry*. Quintessence 2004. pp. 78-9.
36. Asano S, Yamamoto M. Optimal tooth shade verification technique. *Quintessence Int* 2002;5:30-57.
37. Kim LK, Cho IH, Shin SY. The reproductibility of various porcelain color selection systems using spectrophotometry. *J Korean Acad Prosthodont* 2004;42:544-55.

Evaluation of shade guide using digital shade analysis system

Seung-Taek Lee¹, DDS, Jong-Hyuk Lee^{2*}, DDS, MSD, PhD,

Sooyeon Shin², DDS, MSD, PhD

¹Graduate Student, ²Assistant Professor, Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University

Statement of problem: There are two methods of color choice for the esthetic restoration. One is visual shade matching which draws a comparison between shade guide and teeth in dentist's own eye and the other is using a digital shade analysis system recently introduced. Although the visual shade matching has a lot of problems, decision of color by this visual shade matching and the ways of expression for the decided color are still applicable to clinical dentistry. **Purpose:** This study is designed to investigate shade guides used in the dental clinics and laboratories have the same value using ShadeEye-NCC[®] dental chroma meter (Shofu Inc., Kyoto, Japan) using shade guide are evaluated. **Material and methods:** At the first experiment, eight Vita Lumin Vacuum shade guides (Vident Inc., California, USA) were collected from the dental clinics. A1 and B1 shade tabs are chosen and the colors are analyzed five times each in both tooth and porcelain modes by digital shade analysis system, ShadeEye-NCC[®]. In the second experiment, twelve Vita shade guides using practically in the dental clinics and laboratories were collected and also A1 and B1 shade tabs are chosen and the colors of A1 and B1 are analyzed one time each in both tooth and porcelain modes by ShadeEye-NCC[®]. **Results and conclusion:** There were significant differences among eight shade guides in terms of shade (chroma), value and hue in both of A1 and B1 ($P < .05$). Shade guides using in present both dental clinics and laboratories did not show significant differences, except A1 in the porcelain mode, it showed significant differences ($P < .05$) in the shade even though the shade tab has the same name. (*J Korean Acad Prosthodont 2009;47:1-11*)

Key words: ShadeEye-NCC[®], Shade guide, Shade, Value, Hue

Corresponding Author: **Jong-Hyuk Lee**

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University, San 7-1, Shinboo-Dong, Cheonan, Choongnam, 330-716, Korea
+82 41 550 1971; e-mail, hyuk928@chol.com

Article history

Revised May 5, 2008 / Last Revision July 25, 2008 / Accepted December 30, 2008.