

## 구내용 분광광도계를 이용한 자연치의 색상분석

단국대학교 치과대학 보존학교실

조경모 · 신동훈

### Abstract

#### COLOR ANALYSIS OF THE NATURAL TEETH WITH A MODIFIED INTRAORAL SPECTROPHOTOMETER

Cho, Kyung-Mo, DDS, Shin, Dong-Hoon, DDS, MS. Ph D.

*Department of Conservative Dentistry Graduate School, Dankook University*

The recognition of the esthetics as well as their function of the teeth in the dental field is growing. Evaluating the esthetics of a tooth concerns shape, texture, and color. And among these, color has been the most difficult element to make natural expression. Color is a very subjective element affected by many different factor like light source, object, observer. Numerous efforts to quantifying color has been made. Currently the use of colorimeter and spectrophotometercolor that the color measuring device has been suggested. In this study, the normal range of the tooth color in canines, lateral incisors and central incisors for Koreans was evaluated with a modified spectrophotometer for intraoral use. The color differences in terms of teeth positions, age and area within the tooth was evaluated and comparatively analyzed.

Results were as follow ;

1. In all age groups, the central incisors are most bright and least yellowish opposit to the canines are most dark and yellowish. The central incisors and lateral incisors showed the similar color patterns.
2. In the comparison between gender, it showed that in the 10's group male have more yellowish, the 20's female have lighter and more redness, the 30's indicated more redness in female and in the 40's the lightness is more in female.

3. With aging, there was no significant change in  $L^*$  and  $a^*$  coordinates but a shift was in  $b^*$  to yellowish in the 30's and 40's in central incisors. Lateral incisors and canines showed a lighter and more yellowish tooth color with an irregular change of color coordinate in  $a^*$ .
4. In all teeth the middle and cervical portion showed close correlation with over  $0.7(0.05)p$  but color ( $a^*$ ,  $b^*$ ) showed higher correlation than lightness( $L^*$ ).
5. It has been shown that through the regression test the cervical color could be calculated by the middle color value.

## I. 서 론

치아우식이나 치아파절 등에 의해 손상되거나 상실된 치아를 수복할 때 그 기능 이외에 수복물의 심미에 대한 관심 또한 날로 높아져 가고 있다. 또한 최근 자동차의 증가로 교통사고가 빈번히 발생하면서 심미성이 중시되는 전치 부위에 치아파절과 상실이 증가하고 있는 상황이다. 자연치가 가지는 여러 특징중 심미에 특히 영향을 주는 것으로는 치아의 형태, 색, 질감, 배열 및 투과성 등을 들 수 있다. 예를 들면 개개 치아의 특징과 구성은 각각의 치아의 질감에 의해 크게 영향을 받는데 연령이 낮은 사람의 치아에서는 발육구, 법랑질릉(perikymata), 절연결절(mammelon) 등의 형태학적 구조물이 존재하나 연령이 증가할수록 마모에 의해 이러한 구조물이 소실되면서 편평한 양상을 보인다. 이런 치아표면의 질감은 빛을 여러 방향으로 굴절시켜 치아의 모양이나 색이 원래의 것과는 다르게 인식되게 한다. 투과성의 정도는 빛이 밖으로 반사되기 전에 치아 또는 수복물을 얼마나 깊게 통과하였는가 또한 빛이 투과된 물체가 얼마나 등질성을 가지고 있는가에 관계되며 치아의 심미성에 중요한 역할을 하게 된다<sup>1)</sup>.

색은 심미치과영역에서 그 역할이 가장 복잡하고 이해하기 힘든 요소로 알려져 있다. 예전부터 색상을 표현해 왔으나 1660년대 후반에 이르러서야 비로소 색에 대한 과학적인 접근을 할 수 있었다<sup>2)</sup>. 색상인지는 여러 단계를 거쳐 이루어지게 되는데 광원에서 빛이 나와 사물에 조사되고 반사되어 눈을 통해 시신경에 자극을 주게 되면 대뇌에

서 색으로 인식된다고 알려져 있다. 이때 각 단계 별로 많은 변수가 작용하여 동일한 색상도 각기 사람마다 다르게 인식되고 표현되는데 이는 광원, 사물, 인식하는 사람의 경험 등에 의해 영향을 받게 되는 것이다. 이처럼 색이란 매우 주관적으로 인식되고 표현되는 객관적인 현상이다<sup>3)</sup>.

이런 복잡한 색을 표현하는 방법에는 Munsell system, RGB 표색계가 사용되어 왔으며 현재는 보다 과학적으로 표준화된 CIE  $L^*a^*b^*$ 이라는 색체계가 많이 사용되고 있다. 이 방법은 1931년 CIE. (Commission Internationale d'Éclairage)라는 국제기구가 인간의 색상지각을 기초로 하여 색상모형을 개발한 것으로 1976년 기존 모형을 변형시켜  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 라는 값으로 색상을 정의하고 있다.  $L^*$ 은 명도,  $a^*$ 는 (+)는 적색, (-)는 녹색,  $b^*$ 는 (+)는 황색, (-)는 청색의 정도를 나타낸다.

치아색을 측정하는 방법에는 여러 가지가 있는데 그중 가장 간단한 방법으로는 비색법이 있다. 이는 육안으로 표준 색상과 비교하여 판정하는 방법으로 간편하지만 표준 자체의 범위 제한이 있고 그 표준 또한 일정한 과학적인 체계로 동일한 비율로 제작되어있지 못한 단점을 가지고 있다. 기계를 이용한 방법에는 크게 분광광도계(Spectrophotometer)를 이용한 방법과 색체계(colorimeter)를 이용한 두 가지 방법이 있으며 최근에는 디지털 카메라를 이용하여 컴퓨터에 영상을 저장하여 색을 분석하는 방법도 제시되고 있다<sup>4)</sup>. 분광광도계는 빛을 사물에 조사하여 반사된 빛의 spectral power distribution을 측정하는 방법이며 색체계를 이용하는 방법은 빛을 사물에 조사하여 반사

된 빛을 빨강, 녹색, 파랑 3개의 필터를 통해 색상을 분석하는 방법이다<sup>5)</sup>. 또한 디지털 카메라를 이용하여 색상을 측정하는 방법은 디지털 카메라를 이용하여 영상을 채득하고 영상을 디지털화 하여 컴퓨터에 저장한 후 컴퓨터 프로그램으로 그 색을 측정하는 방법으로 영상을 저장하여 언제든지 다시 그 상황을 재현할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이에 Burgt 등<sup>6)</sup>은 분광광도계로, Goodkind 등<sup>7)</sup>은 색체계와 분광광도계를 이용하여 자연치의 색상을 분석한 바 있고 김 등<sup>9)</sup>, 박 등<sup>10)</sup>은 색체계를 이용한 실험에서 증령에 따라 명도(L\*값)가 일정하게 감소하고, 황색조(b\*값)는 증가되는 양상을 보인다고 하였으며 이 등<sup>4)</sup>은 디지털 카메라를 이용하여 자연치의 색상을 분석한 바 있다.

그러나 국내에서 사용되는 표준 색상이나 심미성 수복 재료들은 그 대상 자체가 외국인의 치아에 맞춘 색상을 가지고 있으며 한국인의 치아 색상에 대한 연구 자체도 미진하여 환자의 심미적 욕구를 충족시키면서 보다 자연스러운 수복물을 제작하기 어려운 상황이다.

이에 저자는 분광광도계를 이용하여 정상 자연치의 색상을 측정하여 연령별, 성별, 부위별로 치아색상을 분석하여 향후 한국인에 맞는 심미성 수복재료의 개발뿐만 아니라 치과의사가 심미성 수복치료를 함에 있어 지침이 될 수 있는 객관적 자료를 제시하고자 하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

단국대학교 치과대학 부속 치과병원 보존과에 내원한 환자중 여자 10대 10명, 20대 10명, 30대 7명, 40대 8명 및 남자 10대 9명, 20대 10명, 30대 7명, 40대 8명, 총 69명의 치아 색상을 측정하였다.

### 2. 대상치아

수복물이 없는 정상 치아로 tetracycline이나 불소에 의한 치아변색 및 부분적인 반점이 없는 상악 우측 중절치, 측절치, 견치를 대상으로 총 207개 치아의 색상을 측정하였다.

## 3. 연구 방법

세마제(pumice)를 이용하여 음식물의 잔사 및 치태를 제거하고 가벼운 바람으로 건조시킨 후 OSMA-1000 분광광도계(PSI Co., 한국)를 이용하여 각 치아의 치경 1/3, 중앙 1/3의 중앙부위의 색상을 2초 간격으로 2초 동안 5회씩 연속으로 측정하였다. 또한 여러 부위의 색상을 연속으로 측정하였기 때문에 측정부의 이동 동안 발생할 수 있는 오차를 제거하기 위하여 각 측정값의 처음과 나중을 제외한 2회째, 3회째, 4회째의 산술평균을 구하여 이것을 해당 부위의 색상으로 정하였다. 색상은 국제조명 기구인 CIE에서 정한 색상 표현 방법인 L\*, a\*, b\*의 수치로 표현되며 이때 사용한 광원은 표준광원인 D65이고 측정부의 직경은 3.0 mm 이다.

각 치아간, 부위별 색상차이의 유의성과 연령에 따른 통계적 유의성은 ANOVA와 95% 유의수준의 Scheffe test, Tukey test, Independent T-test로 검정하였으며 Pearson 상관계수 분석과 회귀분석으로 치경부와 중앙부 사이의 색상관계를 검사하였다.

## III. 연구결과

### 1. 치아간 색상차이

치아별 L\*a\*b\* 값의 평균 및 표준편차와 그래프는 표 1과 그림 1에서 보이는 바와 같다. L\*값이 견치에서 중절치로 갈수록 증가하고(0.05<p) b\*값이 견치에서 중절치로 갈수록 감소하는 것을 보여(0.05<p) 견치에서 중절치로 갈수록 밝아지고 황색조가 감소 하였다. a\*값도 감소하는 추세를 보였으나 통계적 유의성은 없었다.

### 2. 남녀간 색상 차이

각 연령대에서 남녀의 색상은 표 2, 3, 4, 5와 같고 표 6, 7, 8, 9는 이에 대한 유의성 검정 결과이다. 10대 에서는 b\*값, 20대 에서는 L\*값과 a\*값, 30대 에서는 a\*값, 40대에서는 L\*값에서 차이를 보여(0.05<p) 각각 10대에서는 남자의 황색조가 크고 20대에서는 여자의 밝기와 적색조가 크며 30대에서는 여자의 적색조가 크고 40대에서는 여자의 밝기가 큰 것으로 나타났다.

표 1. 치아별 색상의 평균 및 표준편차

Tooth		L*	a*	b*
Canine	Mean	57,32639	2,2252	8,7887
	N		160	160
	Std. Deviation	6,6362	1,7977	5,4112
Lateral incisor	Mean	60,3802	1,7739	6,4719
	N	160	160	160
	Std. Deviation	6,1646	1,6671	4,6562
Total	Mean	60,6319	1,7853	7,0409
	N	480	480	480
	Std. Deviation	7,0563	1,7001	5,1427

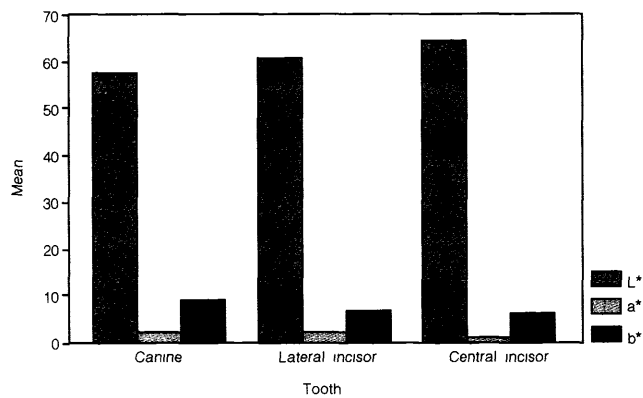


그림1. 치아별 색상의 평균에 대한 그래프

표 2. 10대 남녀별 치아색상의 평균 및 표준편차

	Sex	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
L*	Female	60	58,2508	5,3490	,6906
	Male	54	59,6695	8,2811	1,1269
a*	Female	60	1,2202	1,1627	,1501
	Male	54	1,8178	2,3072	,3140
b*	Female	60	4,2814	2,3018	,2972
	Male	54	6,8982	6,2826	,8550

표 3. 20대 남녀별 치아색상의 평균 및 표준편차

	Sex	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
L*	Female	60	61,2808	5,0501	,6520
	Male	60	58,8704	7,4371	,9601
a*	Female	60	2,7176	,8985	,1160
	Male	60	1,4410	1,2184	,1573
b*	Female	60	5,7652	3,0787	,3975
	Male	60	5,6653	6,9265	,8942

표 4. 30대 남녀별 치아색상의 평균 및 표준편차

	Sex	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
L*	Female	60	62.9486	6.7954	1.0486
	Male	60	62.0720	8.8892	1.3716
a*	Female	60	2.8929	1.6792	.2591
	Male	60	1.9379	1.7804	.2747
b*	Female	60	7.9983	5.9005	.9105
	Male	60	8.9221	4.3028	.6639

표 4. 40대 남녀별 치아색상의 평균 및 표준편차

	Sex	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
L*	Female	60	63.4092	6.0594	.8746
	Male	60	60.0171	7.0138	1.0124
a*	Female	60	1.2996	2.3542	.3398
	Male	60	1.1032	.7415	.1070
b*	Female	60	9.7342	3.2600	.4705
	Male	60	8.7877	4.8191	.6956

표 6. 10대 남녀간 치아색상에 대한 t-test 결과

		t-test for Equality of Means						
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Mean	
							Lower	Upper
L*	Equal variances assumed	-1.097	112	.275	-1.4187	1.2931	-3.9808	1.1434
	Equal variances not assumed	-1.073	89.0003	.286	-1.4187	1.3217	-4.0448	1.2074
a*	Equal variances assumed	-1.772	112	.079	-.5976	.3372	-1.2657	7.0E-02
	Equal variances not assumed	-1.717	76.411	.090	-.5976	.3480	-1.2907	9.5E-02
b*	Equal variances assumed	-3.011	112	.003	-2.168	.8691	-4.3389	-.8947
	Equal variances not assumed	-2.891	65.717	.005	-2.6168	.9051	-4.4241	-.8095

표 6. 20대 남녀간 치아색상에 대한 t-test 결과

		t-test for Equality of Means						
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Mean	
							Lower	Upper
L*	Equal variances assumed	2.077	118	.040	2.4104	1.1606	.1122	4.7087
	Equal variances not assumed	2.077	103.869	.040	2.4104	1.1606	.1090	4.7119
a*	Equal variances assumed	6.532	118	.000	1.2766	.1954	.8895	1.6636
	Equal variances not assumed	6.532	108.523	.000	1.2766	.1954	.8892	1.6639
b*	Equal variances assumed	.102	118	.919	9.983E-02	.9786	-1.8380	2.0377
	Equal variances not assumed	.102	81.436	.919	9.983E-02	.9786	-1.8470	2.0467

표 6. 30대 남녀간 치아색상에 대한 t-test 결과

		t-test for Equality of Means						
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Mean	
							Lower	Upper
L*	Equal variances assumed	.508	82	.613	.8766	1.7265	-2.5580	4.3112
	Equal variances not assumed	.508	76.721	.613	.8766	1.7265	-2.5615	4.3147
a*	Equal variances assumed	2.529	82	.013	.9551	.3776	.2038	1.7063
	Equal variances not assumed	2.529	81.721	.013	.9551	.3776	.2038	1.7064
b*	Equal variances assumed	-.820	82	.415	-.9238	1.1268	-3.1654	1.3178
	Equal variances not assumed	-.820	74.993	.415	-.9238	1.1268	-3.1686	1.3210

표 6. 30대 남녀간 치아색상에 대한 t-test 결과

		t-test for Equality of Means						
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Mean	
							Lower	Upper
L*	Equal variances assumed	2.536	94	.013	3.3922	1.3378	.7359	6.0485
	Equal variances not assumed	2.536	92.058	.013	3.3922	1.3378	.7351	6.0492
a*	Equal variances assumed	.551	94	.583	.1964	.3563	-.5110	.9037
	Equal variances not assumed	.551	56.235	.584	.1964	.3563	-.5172	.9100
b*	Equal variances assumed	1.127	94	.263	.9466	.8398	-.7208	2.140
	Equal variances not assumed	1.127	82.567	.263	.9466	.8398	-7.239	2.6170

3. 증령에 의한 색상변화

그림 2, 3, 4는 각 치아에서 증령에 따른 색상변화를 보여 주고 있으며 이에 대한 각 연령대간 유의성 검정 결과는 표 10, 11, 12와 같다. 증령에 따른 색상차이는 중절치의 경우 밝기(L\*)와 적색-녹색(a\*)의 정도는 차이가 없었으나 황색-청색(b\*) 정도의 경우 30, 40대에 황색이 짙어짐을 볼 수 있다.

측절치와 견치는 증령에 따라 밝아지고 황색이 짙어지지만 적색-녹색(a\*)의 정도는 불규칙한 변화를 보였다.

4. 중앙부와 치경부와의 관계

중앙부색상과 치경부색상과의 관계에 대한 Pearson 상관계수 분석 결과는 표 13에 있으며 L\*a\*b\* 모두에서 0.7이상의 수치가 나타나 중앙부 색상과 치경부 색상이 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다.

또한 표 14,15,16은 이에 대한 회귀 분석 결과로 각기 치경부 L\*값=0.766 x 중앙부 L\*값+13.309, 치경부 a\*값=0.962 x 중앙부 a\*값+2.191, 치경부 b\*값=0.976 x 중앙부 b\*값+0.379의 공식이 산출됨을 알 수 있다.

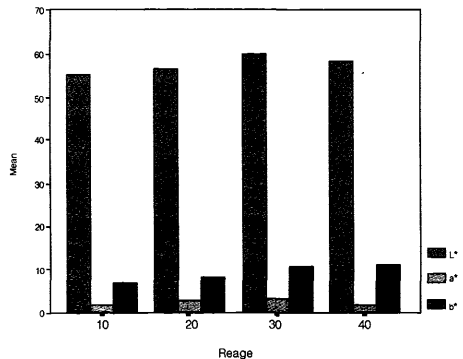


그림 2. 견치에서 증령에 따른 L\*a\*b\*값의 변화

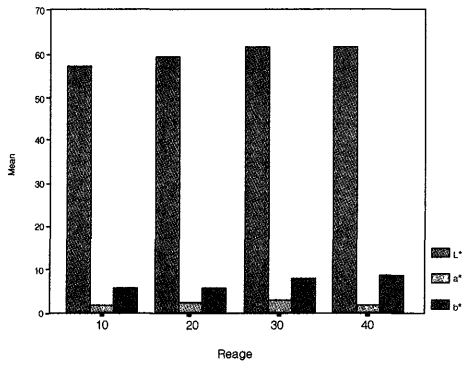


그림 3. 축절치에서 증령에 따른 L\*a\*b\*값의 변화

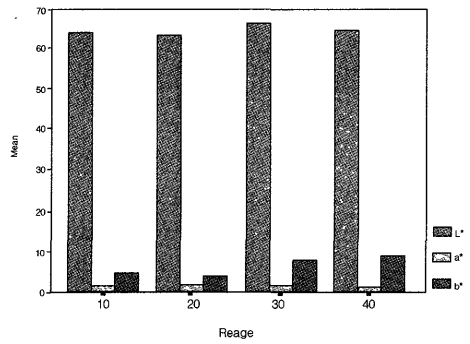


그림 4. 중절치에서 증령에 따른 L\*a\*b\*값의 변화

표 10. 견치에서 증령에 따른 색상변화에 대한 각 연령대간 유의성 검정결과 (p<0.05)

Tukey		L*				a*				b*			
		10대	20대	30대	40대	10대	20대	30대	40대	10대	20대	30대	40대
10대													
20대													
30대	*					*				*			
40대							*	*		*	*		

Tukey		L*				a*				b*			
		10대	20대	30대	40대	10대	20대	30대	40대	10대	20대	30대	40대
10대													
20대													
30대	*					*				*			
40대							*	*		*			

P<0.05

표 11. 견치에서 증령에 따른 색상변화에 대한 각 연령대간 유의성 검정결과(p<0.05)

Tukey		L*				a*				b*			
		10대	20대	30대	40대	10대	20대	30대	40대	10대	20대	30대	40대
10대													
20대													
30대	*												
40대	*							*		*			

Tukey		L*				a*				b*			
		10대	20대	30대	40대	10대	20대	30대	40대	10대	20대	30대	40대
10대													
20대													
30대	*												
40대	*							*					

P<0.05

표 12. 중절치에서 증령에 따른 색상변화에 대한 각 연령대간 유의성 검정결과 (p<0.05)

Tukey	L*					a*					b*			
	10대	20대	30대	40대		10대	20대	30대	40대		10대	20대	30대	40대
10대														
20대														
30대											*			
40대										*	*			

Tukey	L*					a*					b*			
	10대	20대	30대	40대		10대	20대	30대	40대		10대	20대	30대	40대
10대														
20대														
30대											*			
40대										*	*			

P<0.05

표 13. 중앙부의 색상과 치경부의 색상과의 연관성에 대한 Pearson 상관계수 분석 결과

		L*	a*	b*
Pearson Correlation	L*	1.000	1.000	1.000
	L1	.824**	.906**	.909**
Sig.(2-tailed)	L*			
	L1	.000	.000	.000
N	L*	207	207	207
	L1	207	207	207

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed)

표 14. L\*값에 대한 회귀분석 결과

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	13.309	2.544		5.233	.000
	L*middle	.766	.041	.791	18.541	.000

a. Dependent Variable:L\*cervical

표 15. a\*값에 대한 회귀분석 결과

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.379	.083		4.545	.000
	a*middle	.976	.037	.880	26.582	.000

a. Dependent Variable:a\*cervical

표 16. b\*값에 대한 회귀분석 결과

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2.191	.247		8.851	.000
	L*middle	.962	.032	.904	30.249	.000

a. Dependent Variable:b\*cervical



#### IV. 총괄 및 고안

치아우식 및 상실로 인한 수복치료시 과거 주로 기능회복을 위해 사용되었던 아말감이나 금속수복재에서 Glass ionomer cement, Composite resin, Porcelain 등의 개발로 인해 심미성 수복에 대한 관심이 증가하고 있으며, 또한 차량증가로 인해 교통사고가 증가하면서 심미성이 중시되는 전치부의 손상과 그에 대한 수복이 늘어나고 환자의 심미에 대한 인식이 바뀌면서 최근에는 오히려 기능회복이 아닌 심미성에 대한 요구로 치아를 치료하는 경우도 있다.

이러한 심미성 치료를 하는 경우 궁극적인 목표는 치아의 비심미적 요소를 제거한 후 치아를 다시 자연스러운 정상의 심미적 상태로 만드는 것이라 볼 수 있다. 이 때, 자연스러운 심미성 수복물은 수복된 치아의 배열, 형태, 대칭성, 균형성, 표면의 결, 투과성 및 색상과 같은 다양한 면이 일반적인 정상치아와 동일하게 차이없이 형성되어야 할 것이다<sup>11</sup>.

이를 위해 자연치를 분석하므로써 자연치와 유사한 형태와 배열, 표면질감의 수복 및 치료를 하기 위한 연구는 과거부터 치의학의 한 가지를 이루며 치아형태학, 치아교정학의 한 분야로 발전되어 왔으나 치아의 색상에 대한 연구는 '색'이라는 요소가 가지고 있는 난이함으로 인해 크게 발전하지 못하였으며 연구자체도 미약한 실정이다.

색상인지는 주관적으로 인식되어지고 표현되는 현상으로 색상을 평가할 때 광원, 물체의 크기, 배경색, 관찰방향 등의 인자<sup>12</sup>들에 의해 동일 색상 일지라도 다르게 느껴질 수 있으며 같은 색상이라도 표현 및 전달하는데 있어 언어만으로는 정확하고 자세한 전달이 불가능하다.

물체의 색이란 주어진 광원이 물체에 조사될 때 반사, 투과, 산란, 흡수되어 다시 관찰하는 사람의 눈이나 기계의 감각기에 반사되면서 느껴지고 측정되는 것으로<sup>12</sup> 상기한 여러 인자에 의해 영향을 받게 된다.

변수로써 작용하는 여러 다양한 인자중 광원은 그 종류에 따라 색온도가 다르며 이것으로 인해 다른 색감을 유발하게 되는데 예를 들면 촛불은 1,000°K, 평균적인 태양광은 5,000°K, 매우 맑은날

의 태양광은 10,000°K의 색온도를 가지게 되어 색상에 영향을 미치게 된다<sup>4</sup>.

이에 광원에 의한 문제를 해결하고 색상 측정시에 기준이 되는 환경을 공통적으로 설정할 수 있도록 CIE는 4가지의 표준광원을 정하였는데 A는 백열등(2854°K), B는 오후의 태양광(2870°K), C는 맑은날의 평균적 태양광(6770°K), D는 평균적인 태양광(6500°K)을 의미한다<sup>13</sup>.

또한 사물의 표면질감에 따라 다른 색감이 나타날 수 있는데 특히 치아는 형태학적으로 맹출 초기에 가지고 있는 여러 구조물인 발육구나 법랑질릉 등이 연령증가에 의해 소실 또는 마모가 일어나며 동일 치아이면서도 다른 색상을 띌 수 있다. 이것에 대해 Sproul<sup>14</sup>은 색상 측정시 사물의 표면이 각기 다름에 의해 발생하는 문제는 분광광도계를 사용함으로써 해결할 수 있다고 하였다.

색을 관찰하는 사람의 지각 능력 또한 색상의 측정, 평가에 영향을 미치는데 Wasson 등<sup>15</sup>의 연구에 의하면, 여자와 남자간에 색 지각 정도의 차이가 있으며 이것이 나이와는 무관하다는 것을 보고한 바 있다. 색 지각은 사람 신체의 이상 즉, 시력이나 색맹과 같은 요인 이외에도 측정자가 색상을 측정 할 때의 심리적 상황, 색상 지각에 대한 훈련, 성장 동안의 주변환경에 의해서도 영향을 받을 수 있다.

이렇듯 복잡한 색을 표현하고 관찰자간에 의사소통이 가능하도록 하기 위한 노력이 여러 사람에게 의해서 색상환이나 표색계로 발전되어왔다. 그 중 오래전부터 많은 사람들에게 알려진 것으로 Munsell system이 있다. 이는 Munsell에 의해 1905년에 발표된 것으로 색을 색상, 명도, 채도를 이용하여 표현한 색표현법으로 색상은 서로 다른 여러 색 중에서 한가지 색을 구별할 수 있게 해주는 성질로 Munsell의 색상환에서는 각각의 색상의 첫글자를 따 R은 빨강, YR은 노랑-빨강, Y는 노랑으로 표현하며 이것을 바퀴 모양으로 배열하였다. 명도는 밝음의 정도를 나타내는 것으로 검은색을 "0", 흰색을 "10"으로 표현 하였다. 채도는 색의 진함을 의미하며 이것은 색상의 강함의 정도로 1 부터 10의 숫자로 표현 하였다.

또한 많이 사용되는 표색계는 RGB system이 있는데 이는 빛의 가산혼합 원리를 바탕으로 색상을

표현하는 방법으로 빛의 삼원색을 바탕으로 각 색을 256단계의 명도값으로 나누어 삼원색의 혼합으로 색상을 표현한다.

최근 널리 이용되어 지고 있는 CIELAB system은 1931년 C.I.E(Commission Internationale d'Eclairage)가 개발한 것을 1976년 보다 발전시켜  $L^*a^*b^*$ 라는 color space로 색상을 수치화한 것으로 치의학 분야에서 널리 이용되어 지고 있다.  $L^*$ 은 밝기의 정도를 0에서 100까지 나누어 표시한 명도이며, 색상과 채도를 나타내는  $a^*$ 는 녹색-적색,  $b^*$ 는 청색-황색의 정도를 의미하는 것으로  $a^*$ 의 (+)는 적색, (-)는 녹색,  $b^*$ 의 (+)는 황색, (-)는 청색의 강한 정도를 보이게 되며 이러한 색상 표현 방법은 삼차원 좌표계에서의 상호관계를 사람의 색감각에 가까운 균등지각 색공간으로 나타낼 수 있다<sup>16)</sup>.

최근에는 산업영역 뿐만 아니라 사회의 여러 분야에서 문화의 발전에 따라서 일반인들의 색상에 대한 감각이 높아지면서 치아의 색상에 대한 조절 역시 중요시 여겨지고 있어 심미성이 중요한 과제 중의 하나인 치의학계에서는 매우 중요하다고 할 수 있다. Macentee 등<sup>17)</sup>은 이처럼 복잡한 색의 측정 방법으로 관찰자의 시각에 의존하여 결정되는 정성적인 분석방법과 기계를 이용한 정량적인 분석방법이 있다고 하였다.

치의학 분야에서 관찰자의 시각을 이용한 색상 측정법으로는 색도표준(Shade guide)를 이용한 비색법<sup>18,19,20)</sup>이 가장 널리 사용되어 지고 있다. 이러한 색도표준은 모든 색상관찰자가 공유한다면 색상의 표준화가 가능할 것으로 보이나 실상 여러 문제점을 가지고 있다. 색도표준 자체의 색상이 다양하지 못하고 비논리적으로 배열되어 있으며 그 범위 또한 제한되어 있고 실제 수복물과는 다른 재질에 다른 두께로 제작되어 있다는 문제점이 있다<sup>21,22,23,24)</sup>. 또한 색도표준을 이용하여 색상을 측정하는 경우 치아의 형태, 질감, 표면의 청결 여부, 환자의 식습관, 비쳐지는 광원 등의 요인에 따른 색상의 변화와 술자간 또는 술자내부에 있어서의 인식 차이에 의해 일관성이 없이 매우 주관적으로 결과가 나올 수 있다<sup>25,26)</sup>.

그러므로 치아의 색상 측정시 이런 결점을 해결해 줄 수 있는 보다 정량적이며 객관적이고 일관

성을 가지는 측정 방법이 요구되어 진다<sup>27)</sup>. 그에 따라 3자극 색체계(Tristimulus Colorimeter)와 분광광도계(Spectro-photometer)와 같은 보다 과학적인 기계를 이용한 방법이 색상 분석에 이용되어지고 있다. 이 중 색체계는 사물에 C.I.E에서 규정한 표준광원을 조사시켜 반사된 빛을 3개의 적색, 녹색, 청색 여과기를 통과시켜 RGB value로 분석하기 때문에 육안 측정과 유사한 결과를 얻을 수 있고 장비가 작아 이동과 측정이 용이하며 비교적 경제적이라는 장점을 가지고 있지만 측정치의 보상이 필요하다라는 문제를 안고 있다.

이러한 색체계를 이용하여 Seghi 등<sup>28)</sup>, Khokhar 등<sup>29)</sup>, Goldstein 등<sup>29)</sup>은 각기 porcelain, resin, 의치용 치아의 색상을 분석하였고 김 등<sup>9)</sup>, Goodkind 등<sup>30)</sup>은 각각 색체계를 이용하여 자연치의 색상을 분석 보고한 바 있다.

한편 분광광도계는 전범위의 가시영역 파장에 걸쳐 파장에 따른 분광반사율, 분광투과율을 측정하여 color coordinance의 절대치를 얻을 수 있는 보다 과학적인 기계로써 조건등색(Metamerism)을 검증할 수 있는 잇점이 있다.

O'Brien 등<sup>30)</sup>은 분광광도계가 color coordinance의 절대치를 얻을 수 있는 가장 정확한 기기라고 하였으며 분광광도계를 이용하여 자연치의 색상을 비교 분석한 바 있다. 그러나 분광광도계는 기기가 대형이고 값이 매우 비싸다는 단점이 있고 색상이 수치로 표현되므로 쉽게 이해하기 어렵다는 문제가 있다. 또한 측정부의 크기나 모양이 임상에 있어 치아에 적용하기에는 어려운 문제가 있다.

본 연구에 사용한 분광광도계인 OSMA-1000(PSI, 한국)은 이러한 분광광도계의 문제를 해결하기 위해 측정부의 직경을 3.0mm로 하고 기기의 구성도 그 크기에 있어 감소의 노력을 하였지만 매우 작은 부위까지 수복을 하여야 하는 치과임상에 적용하기에는 측정부의 직경이 아직은 크며 기기 자체도 임상진료실에서 사용하기에는 넓은 면적을 차지하고 있다. 최근 이런 색상 측정기기의 단점을 극복하기 위한 노력의 한 예로 디지털 카메라를 이용하는 방법 또한 연구되어 있다<sup>9)</sup>.

치아의 색상에 대해 Yeh<sup>31)</sup>는 범랑질, 상아질, 치수의 구조 및 두께에 의해 개인에 따라 다양하다 하였으며 Clark<sup>32,33,34)</sup>는 치아 고유의 색은 치아 표

면에서 직접 반사되는 빛과 상아질로부터 반사되어 내부에서 이미 반사와 굴절된 빛, 이 두가지가 합쳐져 나타나므로 상아질은 치아색을 나타내는 주요 출처이며 법랑질을 통해 들어와서 반사되는 광선은 법랑질의 두께와 투명도에 따라 변화한다고 하였다. Campos<sup>35)</sup>는 정상적인 법랑질은 청녹색인 반면 상아질은 갈황색이며 이 상아질의 색이 법랑질을 통해 내비쳐 보인다고 하였다.

치아별 색을 고려할 때 McLean<sup>20)</sup>은 견치는 전치 및 소구치에 비해 높은 채도를 갖고 있으므로 색조선택시 기준이 된다 하였다. 본 연구에서도 견치에서 중절치로 갈수록 L\*값이 증가하여 밝아지는 경향을 보였으며 b\*값은 견치에서 중절치로 갈수록 감소 함으로써 황색조가 감소하는 것을 보였으며 이러한 결과는 각 연령대별로도 비슷한 양상을 보였다.

또한 각연령대별로 남녀간 색상차이를 비교하였을 때 10대는 b\*값, 20대는 L\*값과 a\*값, 30대는 a\*값, 40대는 L\*값에서 유의한 차이를 보여 남녀간 색상차이가 명확한 법칙을 따르는 것으로는 보이지 않았으나 전체적으로 보았을 때 여자의 치아가 남자의 치아보다 밝고 붉은 색조를 띠는 것으로 보여 이는 김 등<sup>9)</sup>의 연구와 유사한 결과를 보였다.

증령에 따른 치아색의 변화에 대해 젊은 사람은 밝은 색의 치아를 갖게 되며 나이가 들어감에 따라 어둡게 변한다고 알려져 있고 이러한 변화는 일생을 통해 끊임없이 진행된다<sup>36)</sup>고 보고되었다. Goodkind 등<sup>3)</sup>은 35세 이상에서 2차 상아질의 형성으로 치아가 어둡게 보인다고 하였다. 김 등<sup>9)</sup>, 박 등<sup>10)</sup>의 연구에서도 증령에 따라 유의한 정도로 L\*은 감소하고 b\*는 커지는 현상을 보고하였으나 본 연구에서는 각 치아별로 검정하였을 때 L\*, a\*, b\* 모두에서 특정 연령대간에는 유의성이 있었으나 전체적으로 보았을 때 증령시 색상의 불규칙한 변화 양상을 보여 이전의 연구와는 다른 면을 보였다.

측정부위별 색을 고려할 때 Clark<sup>20)</sup>, McLean<sup>20)</sup>은 생활치의 치경부는 회색에 비해 황색이 더 강하고 중앙 1/3부위는 황색과 회색이 동등하게 균형을 이루며 절단 1/3부위는 회색이 현저하다 하였다. 즉, 치경부로 갈수록 황색이 심해지며 절단부로 갈수록 회색이 강해지는 경향을 갖는다 하였다. Goodkind 등<sup>3)</sup>은 치경부는 절단 및 중간 1/3부위보

다 더 붉다고 하였으며 이는 상아질이 더 많고 치은에 더 가깝기 때문에 치은의 붉은 색이 산란되어 나타난 현상이라 하였고 절단부는 상아질에 대한 법랑질의 비율 때문에 노랑색을 띠고 명도는 낮다고 하며 치아의 중간 1/3이 치아의 색을 가장 잘 표현한다고 했다.

본 연구에서는 중앙부와 치경부 사이의 상관관계를 분석한 결과 L\*, a\*, b\* 모두 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났으며 또한 이것을 회귀분석한 결과 중앙부 색상으로 치경부 색상을 산출해 낼 수 있음을 보였다. 이러한 내용을 응용하면 임상에서 대다수의 환자들에게서 볼 수 있는 치경부 마모증의 치료시 중앙부의 색상으로 마모되어 소실된 치경부의 색상을 추정하여 보다 자연치와 유사한 수복치료를 할 수 있을 것으로 사료되며, 사고로 인한 치아과절시 남아있는 치경부쪽 치관의 색상으로 중앙부의 색상을 추정하여 자연스러운 수복을 이룰 수 있을 것으로 사료된다.

향후 본 연구를 바탕으로 치아와 입상에 적용하기 용이하고 정확한 색상 분석 기기를 이용하여 더욱 많은 표본을 여러 지역에서 얻는다면 한국인의 표준 치아 색상을 산출 할 수 있을 것이며 이를 수복재료에 응용하여 한국인의 치아색상과 동일한 색상을 가진 수복재료의 개발 및 진료실과 기공실에서 정확하고 자연스러운 심미성 수복의 완성을 이룰 수 있을 것으로 사료된다.

## V. 결 론

치아의 우식 및 상실로 인해 치아를 수복하는 경우 그 기능적인 면과 함께 점차 심미성이 중요하게 여겨지고 있으며 치아의 심미성에 대한 분석을 위한 요소인 치아의 형태, 질감, 색상중 색상은 과거부터 심미적 수복을 하는데 있어 가장 어려운 요소로 알려져 왔다. 본 연구에서는 한국인의 정상 치아색상을 산출해내고 심미적 수복을 함에 있어 보다 자연치에 가까운 자연스러운 색상의 심미적인 수복을 이룰 수 있는 기초를 제시하고자 구내용으로 개량한 OSMA-1000 분광광도계를 이용하여 자연치의 색상을 측정 후 분석하고 이를 치아별, 성별, 연령별, 부위별로 유의성 검정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 모든 연령에서 증절치가 가장 밝고 황색조가 열렸고 견치가 가장 어둡고 황색조가 짙게 나타났으며 증절치와 측절치는 유사한 양상을 띄었다.
2. 남,녀간의 색상차이는 10대에서는 남자가 황색조에서, 20대에서는 여자 가 밝기와 적색조에서, 30대에서는 여자가 적색조에서, 40대에서는 여자가 밝기에서 큰 값을 나타냈다. ( $p < 0.05$ )
3. 증령에 따른 색상차이는 증절치의 경우 밝기 ( $L^*$ )와 적색-녹색( $a^*$ )의 정도는 차이가 없었으나 황색-청색( $b^*$ ) 정도의 경우 30, 40대에 황색이 짙어짐을 볼 수 있다. 측절치와 견치는 증령에 따라 밝아지고 황색이 짙어지지만 적색-녹색 ( $a^*$ )의 정도는 불규칙한 변화를 보였다. ( $p < 0.05$ )
4. 전치아 모두 중앙부와 치경부 색상의 상관계수가 0.7 이상으로 밀접한 관계를 보였지만 ( $p < 0.05$ ), 밝기( $L^*$ )에 비해 색상( $a^*$ ,  $b^*$ )이 보다 높은 상관성을 보였다.
5. 각각의 회귀 방정식을 통해 중앙부의 색상으로 치경부의 색상을 산출할 수 있음을 보였다. 이상의 결과를 볼 때 더욱 정밀한 계측기를 이용하여 충분한 양의 표본 조사를 거친다면 한국인 자연 치아의 정상색상을 산출해낼 수 있을 것이며 이를 토대로 더욱 객관적이고 과학적인 치료가 가능하리라 사료된다.

### 참고문헌

1. Clifford M.S : The Art and Science of Operative Dentistry 3rd edition, Mosby-Year book, 1995
2. 정병건 : 포토샵의 마스터 1판, 성안당, 1994
3. Swepston JH : Esthetic Matching. J Prosthet Dent 54:623-625:1985
4. 이 문영, 신 동훈: 디지털 카메라를 이용한 치아색상 측정. 대한치과보존 학회지 Vol 22, No. 1:325-333:1997
5. Knispel G : Factors Affecting the Process of Color Matching Restorative Materials to Natural Teeth. Quint Int 22:525-531:1991
6. Van der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboon

- PCF, Plasschaert : A New Method for Matching Tooth Colors with Color standards. J Prosthet Dent 64:837-841:1995
7. 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
8. 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
9. 김 기석, 김 경환, 장 감성, 김 석훈 : 증령에 따른 치아 색조 변화에 관한 연구. 구강미생물학 77-92:1986
10. 박 해균, 정 재현 : 한국인 자연치의 색에 관한 연구. 대한치과보철학회지 26:185-195:1988
11. Swepston JH, Esthetic Matching. J Prosthet Dent 54:623-625:1985
12. 한 상훈, 동 진근, 진 태호:커피에 의한 의치상레진의 색 변화에 관한 연구. 대한치과보철학회지 31:523-531:1993
13. Goodkind RJ, Bangtson LK : The Conversion of Chromascan Designations to CIE Tristimulus 명도s. J Prosthet Dent 48:610-617 : 1982
14. Sproull RC : Color Matching in Dentistry, Part I. Color Control, J Prosthet Dent 31:146-153 : 1973
15. Wasson W, Schman N:Color Vision and Dentistry. Quintessence Int 23:349-353:1992
16. CIE:Recommendations on Uniform Color Spaces, Color Difference Equations, Psychometric Color Terms.;CIE publication No. 15:1978
17. Macentee M, Lakowski R : Instrumental Color Measurement of Vital and Extracted Teeth. J. Oral Rehab. 8:203-208:1981
18. Bazola FN, Malone WF : A Customized Shade Guide for Vacuum fired Porcelain-gold Combination Crowns. J Amer Dent Ass 74 :114-118:1967
19. Korson DL : The Simulation of Natural Tooth

- Colors in the Ceramometal System with Highly Chromatized Dentin Powders, *Quint Dent Tech* 9:453-456:1984
20. McLean JW : The Science and Art of Dental Ceramics, Chicago, Quint Publishing Co, Vol. 1:1979 & Vol. II:1980
  21. Hosoya Y, Goto G.:Color Differences between Light Cured Composite Resin made Shade Guides and Manufactured Shade Guides. *Shikwa-Gakuho* Vol. 8:1077-1087 :1990
  22. Swift EJ Jr., Hammel SA, Lund PS.: Colormetric Evaluation of Vita Shade Resin Composites, *Int J Prosthodont.* 7(4):356-361:1994
  23. Barghi N, Pedrero JAF, Bosch RR. Effects of Batch Variation on Shade of Dental Porcelain. *J Prosthet Dent.* 54:625-627:1985
  24. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric Analysis of Color Differences between Porcelain Systems. *J Prosthet Dent.* 56:35-40:1986
  25. Preston JD : Current Status of Shade Selection and Color Matching. *Quint Inter* 16:47-58:1985
  26. Shotwell JL, Johnston WM, Swarts RGI : Color Comparisons of Denture Teeth and Shade Guides. *J Prosthet Dent* 56:31-40:1986
  27. Kerosuo E, Kolehmainen L : The Relationship between Past Caries Experience and Tooth Color Determined by an Optoelectronic Method. *Act Odontol Scand* 40:451-457:1982
  28. Khokhar ZA, Razzoog ME, Yaman P:Color Stability of Restorative resins. *Quintessence Int* 22(9):733-737:1991
  29. Goldstein GR, Schmitt GW:Repeatability of a Specially Designed Intraoral Colorimeter. *J Prosthet Dent.* 69:616-619:1993
  30. O'Brien WJ, Boenke KM, Groh CL:Coverage Errors of Shade Guides. *J Prosthet Dent.* 64:425-431:1990
  31. Yeh CL:The Color and Optical Properties of Shade Composites. *Univ of Michigan*:1975
  32. Clark EB : Tooth Color Selection. *J Amer Dent Ass* 20:1065 -1073:1933
  33. Clark EB : An Analysis of Tooth Color *J Amer Dent Ass* 18:2093-2103:1931
  34. Clark EB : Selection of Tooth Color for the Edentulous Patient. *J Prosthet Dent* 35:787-793:1947
  35. Campos EP:Tinciones Y Coloraciones De Las Piezas Dentaris. *An Espan Odonto Stomat* 29:513-529:1970