

치과용 분광광도계를 이용한 상악 유전치의 색조 분포에 관한 연구

¹⁾서울대학교치과병원 소아치과, ²⁾서울대학교 치의학대학원 소아치과학교실

송지수¹⁾, 신터전²⁾, 현홍근²⁾, 김영재²⁾, 김정욱²⁾, 장기택²⁾, 이상훈²⁾

ABSTRACT

Color distribution of maxillary primary incisors using a dental spectrophotometer in Korean children

¹⁾Department of Pediatric Dentistry, Seoul National University Dental Hospital

²⁾Department of Pediatric Dentistry, Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University

Ji-Soo Song¹⁾, Teo Jeon Shin²⁾, Hong-Keun Hyun²⁾, Young-Jae Kim²⁾,

Jung-Wook Kim²⁾, Ki-Taeg Jang²⁾, Sang-Hoon Lee²⁾

The purpose of this study was to analyze the color distribution of the maxillary primary central and lateral incisors using a dental spectrophotometer.

Color measurements of maxillary primary central and lateral incisors of 32 pediatric patients aged 2 to 6 years were performed using SpectroShade Handy Dental Type 713000 (Serial No. HDL2678, MHT, Verona, Italy) by one researcher in the same clinic. CIE L^* , a^* , b^* values of total surfaces and cervical, middle, incisal region were recorded.

L^* values were higher and a^* values were lower in the primary central incisors than those in primary lateral incisors, but b^* values didn't show statistical difference. L^* values of the middle region were the highest, and a^* and b^* values decreased from the cervical region to the incisal region. There were significant color differences between each region, and ΔE^*_{ab} between each region were greater than ΔE^*_{ab} between the primary central and lateral incisors.

For esthetic restorations of primary incisors, it is necessary to consider the color differences between each region rather than those between the primary central and lateral incisors.

Key words: Primary incisor, color distribution, spectrophotometer

Corresponding Author

Sang-Hoon Lee

Department of Pediatric Dentistry, Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University,
101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea

Tel: +82-2-2072-2680, Fax: +82-2-744-3599, E-mail: musso@snu.ac.kr

ACKNOWLEDGMENT 이 논문은 서울대학교치과병원 원내연구과제 연구비 지원에 의해 수행됨(과제번호 04-2015-0083).

I. 서론

최근 성인 뿐만 아니라 소아에서도 심미성이 중요한 문제로 부각되고 있으며, 소아 환자의 안모의 심미성에 있어서 상악 유전치가 가장 중요한 역할을 한다¹⁾. 이는 소아에서도 동통의 제거와 기능의 회복 외에도 구강 내 환경과 조화를 이룰 수 있는 색조의 재현을 고려해야 한다는 것을 의미하며, 상악 유전치의 광학적 특성을 분석하고 이에 부합하는 재료를 사용하는 것은 소아 환자의 수복에 있어 심미적인 성공을 얻을 수 있는 방법이라 생각된다. 치아의 색조에 대한 분석은 주로 영구치를 대상으로 이루어져 왔으나 유치는 영구치와는 색의 범위와 분포가 매우 달라 별도의 연구가 필요하다²⁾.

색을 정량적으로 평가하고 표준화하기 위해 CIE (International Commission on Illumination) LAB 표준 표색계가 주로 이용된다³⁾. CIE LAB 표색계의 3가지 색 좌표는 L^* , a^* , b^* 이며, 색차 ΔE^*_{ab} 는 방향과 크기가 존재하는 색 공간에서의 벡터로 정의되고, 다음 공식에 의해 표현된다. $\Delta E^*_{ab} = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$. 인식도(Perceptibility)는 두 색상의 차이에 대한 인지를 의미하며, 수용도(acceptability)는 임상적으로 받아들일 수 있는 색상 차이를 의미한다. 임상적인 인식도 역치(perceptibility threshold)는 $\Delta E^*_{ab} = 1.0$ 에서 3.7 정도로 알려져 있으며⁴⁾, $\Delta E^*_{ab} = 2.7$ 일 때 관찰자의 절반이 두 색상의 차이를 인지할 수 있는 인지의 한계로 받아들여 진다⁵⁾. 수용도 역치(acceptability threshold)는 $\Delta E^*_{ab} = 2.7$ 에서 6.8의 값을 가진다고 알려져 있으며, 치의학에서는 색상차에 대한 수용도 역치가 인식도 역치보다 큰 것으로 보인다⁴⁾.

현재 대한민국 소아를 대상으로 한 유전치 색조 분포에 대한 연구는 많지 않으며, 대부분 shade guide 혹은 색채계를 이용하였다^{4,6)}. 색채계를 이용한 색조 측정은 가장 일관된 결과를 얻을 수 있다고 알려진 치아의 순면

의 치관-치은의 중간 1/3, 근심-원심의 중간 1/3 지점에서 이루어진다⁷⁾. 이는 치아의 절단면 쪽으로 갈수록 투명도가 높아져 주위 구조물의 색조에 영향을 받을 수 있으며, 치경부 쪽으로 갈수록 인접한 치은으로부터 산란되는 빛의 영향을 받아 치아의 색조가 다르게 측정될 수 있기 때문이다⁸⁾. 그러나 이러한 spot 측정은 전체 치아에서의 색조 분포를 확인하는데 한계가 있다⁷⁾.

분광광도계는 물체로부터 반사된 빛 에너지의 양을 가시광선 내에서 1-25nm 간격으로 측정하는 것으로서 과학적이며 재현 가능하고 가장 정확한 방법으로 알려져 있다^{9,10)}. Calibrated reflectance spectrophotometer인 SpectroShade Handy Dental Type 713000 (Serial No. HDL2678, MHT, Verona, Italy)는 VITA Easys-hade와 더불어 가장 많이 사용되는 치과용 분광광도계로, 반복측정시의 오류가 적고 신뢰도가 높은 것으로 알려져 있다^{7,9,11)}. 이는 기존의 spectrophotometer에 비하여 가볍고 휴대가 가능하며 치아의 순면 전체를 모두 한번에 측정할 수 있다는 장점이 있다. 이에 본 연구에서는 SpectroShade Handy Dental Type 713000과 CIE LAB 표색계를 이용하여 상악 유증절치와 유측절치의 색조 분포를 확인하고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

연구대상

본 연구는 서울대학교 치의학대학원 연구윤리위원회 의 승인 하에 진행되었다(IRB 승인번호 S-D20160027). 2016년 10월부터 2018년 7월까지 서울대학교치과병원 소아치과에 내원한 소아 환자 중에서 전신질환이 없고, 상악 유전치부에 우식이나 마모, 변색을 보이지 않은 만 6세 이하의 환자를 대상으로 하였다. 상악 유전치

부에 근관치료 혹은 수복치료를 받은 경우, 치질의 선천적인 형성 부전이 있는 경우, 외상의 경력이 있는 경우, 하나 이상의 상악 유전치가 탈락하였거나 생리적 및 병적 동요를 보이는 환자는 연구대상에서 제외되었다. 제조사 지시에 따라 정확한 측정을 하는데 있어 협조가 어려운 환자와 비호흡이 가능하지 않은 환자 역시 연구 대상에서 제외하였다.

연구방법

내원 당일 환자의 보호자에게 연구 방법을 구체적으로 설명하고 서면 동의를 얻은 후 연구를 진행하였으며, 색조의 측정은 동일한 진료실에서 한 명의 연구자에 의해 이루어졌다. 자연광은 차단되고 실내등 조명 아래 측정이 이루어졌으며, 퍼미스와 러버컵, 치실을 이용하여 치면 전체의 치태를 제거한 이후, 치면을 건조시키지 않은 상태로 SpectroShade, Handy Dental Type 713000 (Serial No. HDL2678, MHT, Verona, Italy)을 이용하여 상악 좌우측 유증절치와 유측절치의 색조를 측정하였다. SpectroShade는 반사율이 보정된 치과용 이미지 분광광도계로 디지털 카메라와 LED 분광광도계의 조합으로 구성된다. 이는 45/0 광학 지오메트리를 사용하며, 단색광 ($\lambda = 400\text{-}720\text{nm}$)으로 변환된 D65 광원 (6500°K)을 사용하여 이미지를 획득하고 기록한다⁷⁾. 제조사의 지시에 따라 매 측정시마다 calibration을 진행하였으며, 한 치아당 3번을 측정하여 한 환자마다 총 12회의 측정이 진행되었다. 전체 치면을 한번에 측정하기 위하여 입술과 혀가 촬영 부위에서 격리되도록 하였고, 대합치가 함께 노출되지 않도록 개구 상태를 유지하도록 하였다. 또한 치면에 측정 기구가 직접 접촉하도록 하였다. 정확한 측정 위치 및 각도인 경우 초록색 가로선이 나타나는 Positioning guidance system이 내장되어 있으며, 초록색 가로선이 확인되는 경우 측정을 진행하

였다¹²⁾. 조사자 내 신뢰도를 확인하기 위하여 5명의 상악 좌우측 유증절치와 유측절치를 2주일 간격으로 반복하여 측정하였다.

통계분석

측정된 색조 데이터는 SpectroShade에서 제공하는 색조분석프로그램인 "SpectroShade Analysis"를 이용하여 분석하였다(Fig. 1). 순면 전체 (T), 치경부 1/3 (C), 중앙 1/3 (M), 절단부 1/3 (I) 각각의 L^* , a^* , b^* 값이 기록되었으며, 3회의 측정의 평균값을 사용하였다. SPSS 22.0 (IBM Corp., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계분석을 시행하였다. 조사자 내 신뢰도를 확인하기 위하여 intraclass correlation coefficient (ICC)를 사용하였고, Kolmogorov-Smirnov 검정 결과 치아별 및 부위별 데이터는 정규분포를 따르는 것을 확인하였다. Paired t-test를 이용하여 유증절치와 유측절치 사이의 색상을 비교하였으며, 치아 내 부위별 비교를 위하여 analysis of variance (ANOVA) (post hoc: Tukey)와 Pearson correlation을 이용하였다. 치아별 및 부위별 ΔE^*_{ab} 를 계산하여 그 평균과 95% confidence interval을 확인하였다.

III. 결과

연구 대상자의 분포

보호자의 동의를 얻은 50명의 환자 중 협조를 얻기 어려운 10명의 환자와 움직임, 구호흡 등으로 측정의 질이 낮은 8명의 환자를 제외하고 32명의 환자를 대상으로 분석이 진행되었다. 32명 중 7명의 환자는 경구진정 하 치과치료 시에 측정이 진행되었다. 분석 대상자 32명의

평균 연령은 4세 7개월이었으며, 이중 남자는 14명, 여자는 18명으로 평균 연령은 남녀 모두 4세 7개월이었다.

색조 측정 결과

조사자 내 신뢰도 확인을 위한 ICC는 L^* , a^* , b^* 에 대하여 중절치에서 각각 0.997, 0.995, 0.999, 측절치에서 각각 0.996, 0.968, 0.995 (all $p < 0.001$)로 높은 신뢰도를 보였다. 상악 좌우측 유증절치와 유측절치의 순면 전체 및 각 부위별 L^* , a^* , b^* 값은 Table 1과 같다.

Paired t-test 결과 좌우측 유증절치는 순면 전체 및 각 부위별로 통계적으로 유의한 색상 차이를 보이지 않았으며($p > 0.05$), 좌우측 유측절치 역시 마찬가지로

였다($p > 0.05$). 좌우측 유증절치 사이의 ΔE^*_{ab} 는 평균 0.8 ± 0.5 로 나타났고, 좌우측 유측절치 사이의 ΔE^*_{ab} 는 평균 0.7 ± 0.6 으로 나타나 육안으로 구분하기 어려운 색상 차이를 보였다. 따라서 유증절치와 유측절치는 좌우측 L^* , a^* , b^* 값의 평균을 분석에 이용하였다. 유증절치와 유측절치의 평균 L^* , a^* , b^* 값의 비교는 Table 2와 같다. 순면 전체 (T)와 중앙 1/3 (M)의 b^* 값을 제외하면 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, ΔE^*_{ab} 이 2.7 이상인 경우 순면 전체 (T), 치경부 1/3 (C), 중앙 1/3 (M), 절단부 1/3 (I)에서 각각 15.6%, 43.8%, 25.0%, 12.5%였으며, ΔE^*_{ab} 의 최대값은 각각 4.1, 5.5, 5.0, 3.9였다.

치아 부위별 색상 비교 결과는 Table 3과 같다. 유증절치와 유측절치 모두에서 I와 C 사이의 L^* 값을 제외하

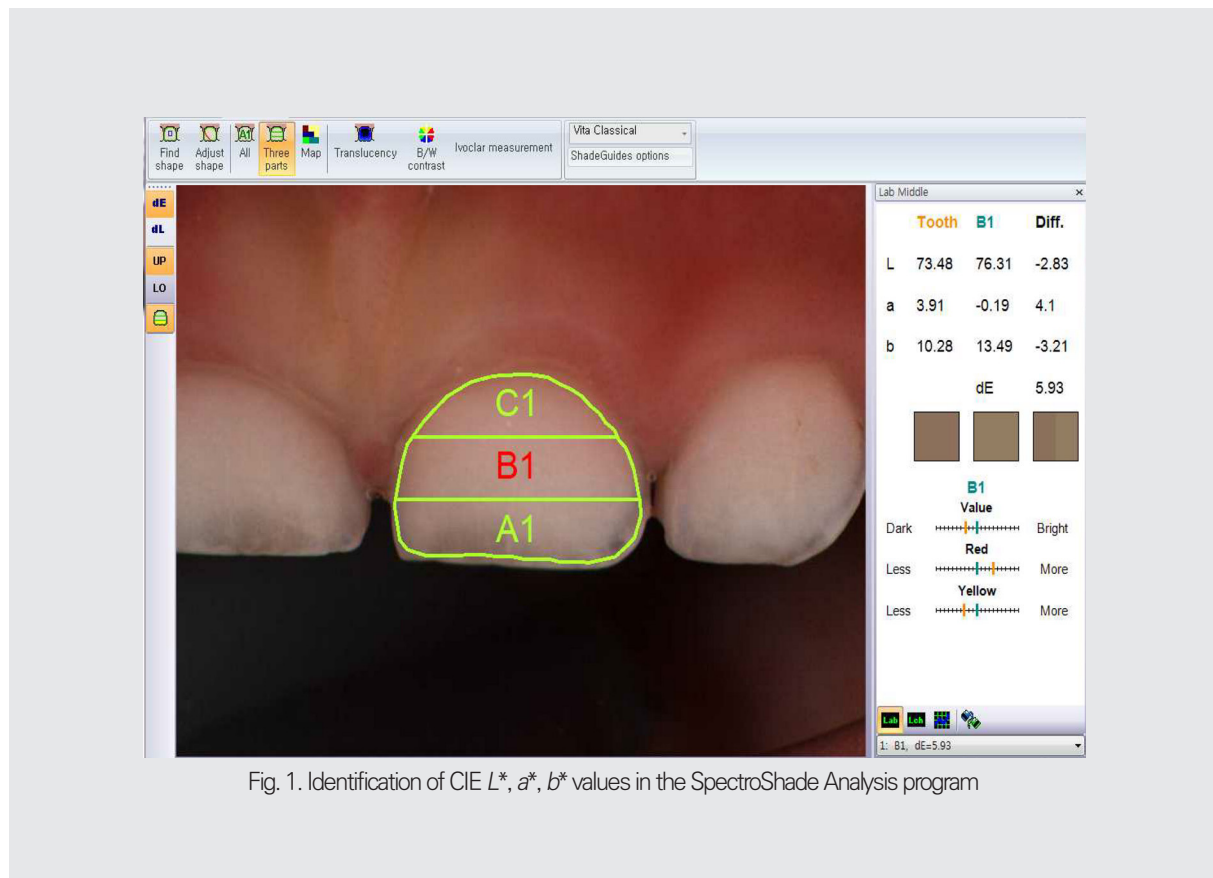


Fig. 1. Identification of CIE L^* , a^* , b^* values in the SpectroShade Analysis program

Table 1. CIE L^* , a^* , b^* values of the natural maxillary primary incisors

	Total surface			Cervical 1/3			Middle 1/3			Incisal 1/3							
	Mean	SD	Max	Min	Mean	SD	Max	Min	Mean	SD	Max	Min	Max				
Right primary lateral incisor	L^*	73.93	1.63	69.88	77.13	71.95	1.95	67.40	77.52	74.35	1.68	69.78	77.80	72.33	1.86	69.80	76.67
	a^*	3.79	0.67	2.45	5.40	6.74	1.07	4.51	8.97	3.81	0.66	2.43	5.42	2.55	0.70	1.29	4.52
	b^*	10.03	1.27	7.11	12.41	12.02	1.76	7.71	15.65	10.34	1.42	7.30	12.64	8.26	1.16	5.80	11.67
Right primary central incisor	L^*	74.98	1.32	71.67	77.41	73.13	1.62	69.77	75.86	75.63	1.29	72.30	78.06	72.92	1.77	69.53	77.57
	a^*	3.29	0.59	1.93	4.79	5.98	0.82	4.11	8.22	3.23	0.58	1.80	4.61	2.26	0.66	1.23	3.68
	b^*	10.03	1.39	7.34	13.42	11.33	1.55	7.45	15.26	10.08	1.61	6.92	14.37	8.92	1.08	7.31	11.69
Left primary central incisor	L^*	74.88	1.36	71.43	77.37	73.19	1.47	69.93	75.53	75.56	1.39	71.90	78.10	72.65	1.78	68.72	76.60
	a^*	3.35	0.63	2.11	5.21	6.06	0.83	4.17	7.84	3.28	0.62	2.06	5.31	2.36	0.79	1.14	4.57
	b^*	10.18	1.20	7.77	13.02	11.53	1.31	8.89	14.75	10.31	1.37	7.79	13.69	9.16	1.20	6.58	11.44
Left primary lateral incisor	L^*	73.86	1.78	69.95	77.33	71.85	2.03	67.42	77.51	74.30	1.85	69.87	78.06	72.21	1.87	69.07	76.59
	a^*	3.87	0.74	2.28	5.49	6.89	1.10	4.52	8.94	3.91	0.74	2.22	5.50	2.58	0.86	0.42	4.50
	b^*	9.94	1.30	6.84	12.24	11.77	1.72	7.48	14.21	10.25	1.39	6.96	12.84	8.25	1.23	6.12	11.31

Table 2. Comparison of the color distribution between maxillary primary central and lateral incisors (n=32)

		Central Incisor	Lateral Incisor	p-value [#]	delta E [§]	
		Mean (SD)			Mean (SD)	Range [¥]
Total	L*	74.93 (1.33)	73.89 (1.69)	<0.001		
	a*	3.32 (0.61)	3.83 (0.71)	<0.001	1.89 (1.00)	1.53-2.25
	b*	10.10 (1.29)	9.99 (1.27)	0.493		
Cervical	L*	73.16 (1.54)	71.90 (1.97)	<0.001		
	a*	6.02 (0.82)	6.82 (1.08)	<0.001	2.54 (1.26)	2.08-2.99
	b*	11.43 (1.42)	11.89 (1.73)	0.028		
Middle	L*	75.59 (1.33)	74.33 (1.75)	<0.001		
	a*	3.26 (0.60)	3.86 (0.70)	<0.001	2.04 (1.08)	1.65-2.43
	b*	10.19 (1.49)	10.30 (1.40)	0.613		
Incisal	L*	72.79 (1.77)	72.27 (1.85)	0.007		
	a*	2.31 (0.72)	2.57 (0.78)	0.002	1.86 (0.75)	1.59-2.13
	b*	9.04 (1.14)	8.25 (1.19)	<0.001		

[#]paired t test between the central and lateral incisors

[§]delta E between the central and lateral incisors

[¥]95% confidence interval range

Table 3. Comparison of the color distribution between tooth regions (n=32)

		p-value [#]	r [°]	delta E [§]		
				Mean (SD)	Range [¥]	
Central Incisor	Middle-Cervical	L*	<0.001	0.807**		
		a*	<0.001	0.806**	4.04 (0.82)	3.74-4.33
		b*	<0.001	0.741**		
	Middle-Incisal	L*	<0.001	0.763**		
		a*	<0.001	0.812**	3.45 (0.87)	3.14-3.77
		b*	<0.001	0.614**		
Incisal-Cervical	L*	0.366	0.614**			
	a*	<0.001	0.558**	4.77 (0.75)	4.50-5.04	
	b*	<0.001	0.464**			
Lateral Incisor	Middle-Cervical	L*	<0.001	0.738**		
		a*	<0.001	0.782**	4.39 (1.29)	3.92-4.85
		b*	<0.001	0.714**		
	Middle-Incisal	L*	<0.001	0.733**		
		a*	<0.001	0.820**	3.48 (0.78)	3.20-3.76
		b*	<0.001	0.660**		
Incisal-Cervical	L*	0.497	0.452**			
	a*	<0.001	0.643**	6.04 (1.21)	5.61-6.48	
	b*	<0.001	0.453**			

[#]Analysis of variance between the tooth segments (Post hoc: Tukey)

[°]Pearson correlation coefficients (** means p <0.001), [§]delta E between the tooth regions

[¥]95% confidence interval range

고는 모든 부위 사이에서 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 각 부위별로 통계적으로 유의하며 뚜렷한 상관관계를 보였다. 유증절치에서는 ΔE^*_{ab} 가 2.7 이상인 경우가 M-C, M-I, I-C에서 각각 96.9, 78.1, 100%로 나타났다. ΔE^*_{ab} 의 최대값은 각각 5.8, 5.1, 6.3 이었다. 유측절치에서는 ΔE^*_{ab} 가 2.7 이상인 경우가 M-C, M-I, I-C에서 각각 93.8%, 78.1%, 100%였으며, ΔE^*_{ab} 의 최대값은 각각 9.1, 4.8, 8.0으로 6.8이상인 경우는 6.3%, 0%, 37.5%였다.

IV. 고찰

색상은 가시광선에 의하여 야기되고 뇌에 의하여 해석되는 심리적 물리적 감각이며, 치아의 색상은 주변에 존재하는 빛의 특성, 바라보는 각도, 인접 치아 및 연조직의 색상 등 많은 요인에 의하여 영향을 받는다²⁾. 심미수복에 있어 가장 중요한 성공 요인 중 하나는 치아 색상의 정확한 재현이며, 이를 위해서는 색상의 측정이 정확히 이루어져야 한다. Vitapan Classical shade guide를 이용한 색상의 측정은 전통적으로 많은 연구자들에 의하여 golden standard로 사용되었으며, 유치에서도 이러한 shade guide에 기초하여 시각적 관찰 또는 기계적 측정 연구가 많이 이루어져 왔다^{6,13~15)}. 그러나 영구치를 대상으로 제작된 shade guide는 유치에서의 색상 비교에 적절하지 않으며, 이는 유치와 영구치 사이에 상당한 색상 차이가 존재하기 때문이다²⁾. 유치는 영구치에 비하여 더 밝고 채도가 낮은 것으로 알려져 있다^{2,16)}. 또한 shade guide는 자연치아에서의 전체 색조 분포를 표현할 수 없으며, 동일한 색조 체계를 사용하는 제조사 사이에서도 차이를 보이고, 측정자의 주관이 개입될 수 있으며 측정자간 일치도가 낮다⁷⁾. 따라서 shade guide에 기초한 판단은 한계가 있으며, 본 연구에서는 분광광도

계와 CIELAB 표준 표색계를 이용하여 상악 유증절치와 유측절치의 색을 분석하였다.

치아의 색조는 인종에 따라 다르다고 알려져 있으며^{17,18)}, 측정하는 기계에 따라서도 측정 결과가 다르게 나타날 수 있다^{11,19)}. 실제로 본 연구에서 측정된 증절치와 측절치의 M 부위 L^* , a^* , b^* 값은 각각 75.59 ± 1.33 , 3.26 ± 0.60 , 10.19 ± 1.49 와 74.33 ± 1.75 , 3.86 ± 0.70 , 10.30 ± 1.40 으로, 색채계를 이용하여 대한민국 소아 환자의 상악 유증절치와 유측절치 순면 중앙 1/3 부위의 색조를 측정하였던 Hyun 등⁴⁾의 연구에 비하여 L^* 값은 다소 낮게, a^* 와 b^* 값은 다소 높게 측정되었다. 또한 본 연구에서 증절치 T의 L^* , a^* , b^* 값은 74.93 ± 1.33 , 3.32 ± 0.61 , 10.10 ± 1.29 이었으며, 이는 분광광도계 (Shadepilot™ system)를 사용하여 대한민국 소아 환자의 유증절치의 전체 치면 색상을 측정했던 Yi 등²⁰⁾의 연구에서 확인된 75.0 ± 1.1 , 3.1 ± 0.6 , 11.5 ± 1.4 와 비교하였을 때 L^* 값과 a^* 값은 매우 유사하였으나 b^* 값은 다소 낮게 나타났다. 이러한 측정 결과의 차이는 spot 측정 방식과 전체 치면을 한번에 측정하는 방식 사이의 차이와 관련 있을 수 있으며, Spot 측정을 이용하며 0/0 광학 지오메트리를 사용하는 VITA Easys shade Easyshade와 전체 치면을 측정하며 45/0 광학 지오메트리를 사용하는 SpectroShade는 모두 분광광도계임에도 서로 다른 측정치를 보이는 것으로 알려져 있다^{19,21)}. 한편, 전체 치면을 한번에 측정하는 분광광도계를 이용한 측정이라는 공통점에도 Yi 등²⁰⁾의 연구와 본 연구에서 서로 다른 결과가 나타난 것은 측정이 이루어진 환경과 각 기기의 설계 차이에 근거한 것으로 생각된다. 또한 구강 내 직접 접촉하는 측정기구의 크기가 작은 spot 측정의 경우 빛이 조사되는 치면의 면적이 작아 파장 의존적인 edge loss 현상이 나타나며, 이로 인해 L^* , a^* , b^* 값이 낮게 나타난다¹⁹⁾. 이는 Hyun 등⁴⁾의 연구에 비하여 본 연구에서 a^* 값과 b^* 값이 높게 나타나는 것과 일치하는 결

파이나⁴⁾, L^* 값이 낮게 나타나는 것은 edge loss 현상만으로 설명하기 어렵다. 낮은 L^* 값은 전체 치면을 한번에 측정하는 형태의 분광광도계가 치은에는 직접 접촉하나 치면에는 직접 접촉하지 않는다는 점과 관련 있을 것으로 생각되며, 실제로 본 연구에서 환자의 협조 부족으로 인하여 치은에 측정 기구가 적절히 접촉되지 못하거나 positioning guidance system에 따라 정확히 측정하지 못하는 경우 L^* 값이 매우 낮게 측정되는 것을 확인할 수 있었고, 정확한 측정을 얻지 못한 경우는 연구 대상에서 제외하였다.

유증절치는 유측절치에 비하여 L^* 값은 높게, a^* 값은 통계적으로 낮게 나타났으며, 이는 유증절치가 유측절치에 비하여 명도가 더 높고 적색의 채도가 적게 나타남을 의미한다. 또한 b^* 값은 유증절치와 유측절치 사이에 뚜렷한 차이를 보이지 않아, Hyun 등⁴⁾의 연구와 일치하는 결과를 보였다. 유증절치와 유측절치 사이의 ΔE^*_{ab} 값은 최대값이 5.5 이었으나 대부분의 경우 2.7 이내로 임상적으로 수용할만한 색상 차이를 보였다.

유증절치와 유측절치 모두 M 부위의 L^* 값이 다른 부위에 비하여 높았고, a^* 값과 b^* 값은 치경부에서 절단부로 갈수록 감소하였다. 이는 중앙 1/3의 명도가 절단부 1/3과 치경부 1/3보다 높으며, 치경부에서 절단부로 갈수록 적색과 황색의 채도가 감소함을 나타낸다. 또한 모든 치아 부위는 서로 높은 상관관계를 보였으며 C와 I 사이의 상관관계에 비하여 M과 I, M과 C 사이의 상관관계 수가 더 높게 측정되었다. 이는 대한민국 소아의 유증절치의 색조를 분석한 Yi 등²⁰⁾의 연구와 일치하는 결과이며, 영구치에서와 마찬가지로 유치에서도 부위에 따른 색조의 차이가 뚜렷함을 의미한다²²⁾. 이는 법랑질과 상아질이 서로 다른 광학적 특성을 지니기 때문에, 법랑질은 투명하고 청색 범위 파장에서의 산란을 통해 치아의 색상에 미미한 역할을 하지만, 상아질은 치아의 색상에 주된 영향을 미치고 상대적인 상아질의 두께에 따라

색상이 다르게 나타난다^{23,24)}. 절단연으로 갈수록 상아질의 비율이 낮아져 투명도가 높아지고 치경부에 근접할수록 치은의 색조에 영향을 받으며, 이러한 구성은 유치와 영구치에서 동일하다⁸⁾.

또한 유증절치와 유측절치 모두 I와 C 사이의 L^* 값을 제외하고는 모든 부위 사이에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 유증절치와 유측절치 모두 각 부위 사이의 ΔE^*_{ab} 가 2.7 이상인 비율이 매우 높아, 유증절치와 유측절치 사이의 ΔE^*_{ab} 에 비하여 크게 관찰되었다. 이러한 치아의 종류에 따른 색상 차이보다 치아 내의 부위에 따른 색상 차이가 더 크며, 치아의 수복시 부위에 따른 차이를 보다 더 고려해야 함을 의미한다. 유증절치에서는 ΔE^*_{ab} 의 최대값은 6.3이지만 대부분 경우에서 수용도 이내로 나타났으나, 유측절치에서는 특히 I-C 사이에서 ΔE^*_{ab} 가 6.8 이상인 경우가 37.5%로 상당히 높았다. 이는 유증절치에 비하여 유측절치의 크기가 상대적으로 작아 치은과 인접 구조물의 색상이 미치는 영향이 더욱 크게 나타났기 때문으로 생각되며²⁵⁾, 본 연구와 동일한 분광광도계를 사용한 Karamouzos 등⁷⁾의 연구에서도 상악 전치에 비하여 크기가 작은 하악 전치의 색조 측정 신뢰도가 낮음을 보고하였다.

본 연구는 정확도와 신뢰도가 높은 것으로 알려진 치과용 분광광도계 중 하나인 SpectroShade를 이용하여 동일한 조건 하에서 한 명의 연구자가 대한민국 소아 환자의 유증절치와 유측절치의 색상을 모두 측정을 진행하였다는데 의의가 있다. 그러나 대학병원에 내원하는 소아 환자의 특성상 상악 유전치에 우식, 변색, 외상의 경력이 전혀 없는 경우가 많지 않아 대상자의 수가 많지 않다는 것이 본 연구의 한계로 생각된다. 또한 SpectroShade는 전체 치면을 한번에 촬영하기 위하여 환자의 협조가 필수적이나 소아의 구강 구조에 비하여 큰 측정 기구로 인하여 모든 환자에게 협조를 얻기가 어려웠고, 7명의 환자는 경구진정 하 측정이 진행되었다. 동일

한 분광광도계로 영구치의 색조 측정을 시행한 연구에서도 하악 전치와 같이 치아의 크기가 작은 경우 측정 기구의 크기로 인하여 신뢰도 있는 측정이 어려움을 보고한 바 있다⁷⁾.

치과용 분광광도계는 실험실에서 사용하는 분광광도계에 비하여 굴곡이 있고 고정이 불가능한 자연치아의 색조 측정이 가능하다는 것이 장점이나, 측정자의 숙련도, 치아의 굴곡이나 주변 환경에 따라 측정 결과가 영향을 받을 수 있다는 한계가 있다^{7,12,26)}. 또한 유전치의 색조 측정을 위해서는 보다 작은 측정 기구를 이용한 기구가 필요할 것으로 생각되며, 그런 점에서 전체 치면을 한번에 촬영하는 장비보다는 spot 측정을 이용한 장비가 유전치의 색조 측정에 유리할 수 있다. 이후 더 많은 수의 환자를 대상으로 다양한 기구를 이용한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

이 연구는 상악 유증절치와 유측절치 순면의 부위에 따른 색상 분포를 SpectroShade 분광광도계와 CIE LAB 표준 표색계를 이용하여 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

유증절치는 유측절치에 비하여 L^* 값은 높게, a^* 값은 통계적으로 낮게 나타났으나, b^* 값은 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 부위별로 비교해보았을 때 유증절치와 유측절치 모두에서 절단 1/3와 치경부 1/3 사이의 L^* 값을 제외하고는 모든 부위 사이에서 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 중앙 1/3의 L^* 값이 가장 높았고, a^* 값과 b^* 값은 치경부에서 절단부로 갈수록 감소하였다. 각 부위 사이는 통계적으로 유의한 높은 상관관계를 보였다. 유증절치와 유측절치 사이의 ΔE^*_{ab} 보다 각 치아 부위 사이의 ΔE^*_{ab} 가 더 크게 나타나, 수복시 치아의 종류에 따른 색상 차이보다는 부위에 따른 차이를 더욱 고려해야 할 필요가 있다.

참고문헌

1. Woo D, Sheller B, Williams B, Mancl L, Grembowski D. Dentists' and parents' perceptions of health, esthetics, and treatment of maxillary primary incisors. *Pediatr Dent* 2005;27(1):19-23.
2. Paravina RD, Majkic G, Stalker JR, Kiat-Amnuay S, Chen JW. Development of a model shade guide for primary teeth. *Eur Arch Paediatr Dent* 2008;9(2):74-78.
3. Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod* 1998;24(12):786-790.
4. Hyun HK, Lee YK, Kim YJ, Kim JW, Jang KT, Kim CC, Hahn SH, Lee SH. Color distribution of maxillary primary incisors in Korean children. *Color Research & Application* 2010;35(2):153-158.
5. Ragain Jr. JC, Johnston WM. Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. *Color Research & Application* 2000;25(4):278-285.
6. Baik BJ, Oh KS, Kim JG, Yang CH. The comparative study on the color of the deciduous teeth and restorative materials. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2002;29(3):376-381.
7. Karamouzos A, Papadopoulou MA, Kolokithas G, Athanasiou AE. Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *J Oral Rehabil* 2007;34(8):613-621.
8. Schwabacher WB, Goodkind RJ. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *J Prosthet Dent* 1990;64(4):425-431.
9. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* 2010;38(2):e2-16.
10. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002;81(8):578-582.
11. Khurana R, Tredwin CJ, Weisbloom M, Moles DR. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *Br Dent J* 2007;203(12):675-680.
12. Ardu S, Braut V, Di Bella E, Lefever D. Influence of background on natural tooth colour coordinates: an in vivo evaluation. *Odontology* 2014;102(2):267-271.
13. Oh MH, Kim DE, Lee KH, Ra JY. Study on the colors of primary incisors using digital shade analysing system. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2006;33(3):429-437.
14. Kim J, Paravina R, Chen JW. In vivo evaluation of color of primary teeth. *Pediatr Dent* 2007;29(5):383-386.
15. Meera R, Shieh J, Muthu MS. In vivo evaluation of the color of anterior primary teeth. *J Dent Child* 2011;78(3):154-158.
16. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. *J Dent* 2017;67S:S3-S10.
17. Clark P, Powers J, Seybold S, Fay R, Johnson R. Primary teeth color in African-American, Caucasian, and Hispanic patients. *J Dent Res* 1999;78.
18. Haralur SB, Dibas AM, Almelhi NA, Al-Qahtani DA. The tooth and skin colour interrelationship across the different ethnic groups. *Int J Dent* 2014;2014:146028.
19. Khashayar G, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Data comparison between two dental spectrophotometers. *Oper Dent* 2012;37(1):12-20.
20. Yi SS, Jang JH, Lee DW, Yang YM, Kim JG. Color distribution analysis of maxillary primary central incisors using a spectrophotometer. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2019;46(1):93-100.
21. Llena C, Lozano E, Amengual J, Forner L. Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Contemp Dent Pract* 2011;12(1):19-23.
22. Dozic A, Kleverlaan CJ, Aartman IH, Feilzer AJ. Relation in color of three regions of vital human incisors. *Dent Mater* 2004;20(9):832-838.
23. Ardu S, Feilzer AJ, Braut V, Benbachir N, Rizcalla N, Mayoral JR, Krejci I. Pilot in vivo image spectro-photometric evaluation of optical properties of pure enamel and enamel-dentin complex. *Dent Mater* 2010;26(7):e205-e210.
24. He WH, Park CJ, Byun S, Tan D, Lin CY, Chee W. Evaluating the relationship between tooth color and enamel thickness, using twin flash photography, cross-polarization photography, and spectrophotometer. *J Esthet Restor Dent* 2020;32(1):91-101.
25. McDonald R, Avery D. *Dentistry for the child and adolescent*. 8th edition. MO: Mosby; 2004.