

치아 순면 형태가 측색 기기를 이용한 치아 색상 측정 결과에 미치는 영향

최용진 · 박수정 · 조현구 · 황윤찬 · 오원만 · 박병주¹ · 황인남*

전남대학교 치과대학 보존학교실, ¹구강생화학교실, 치의학연구소

ABSTRACT

INFLUENCE OF THE LABIAL SURFACE IRREGULARITY ON THE MEASUREMENT OF THE TOOTH COLOR BY SPECTROMETER

Yong-Jin Choi, Su-Jung Park, Hyun-Gu Cho, Yun-Chan Hwang,
Won-Mann Oh, Byung-Ju Park¹, In-Nam Hwang*

Dept. of Conservative Dentistry, ¹Oral Biochemistry, School of Dentistry, DSRI, Chonnam National University

The most scientific and reliable method for deciding the tooth color is the instrumental measurement. However, such color measuring instrument shows the difference of the measuring value according to the diversified measuring condition.

This study was conducted to evaluate what effect of the labial surface irregularity of the tooth to the result of the color measured by spectrometer.

11 models of the teeth were made by injecting the A2 shade Luxatemp Automix Plus (DMG, Germany) into the impression acquired from 11 adults. Standard disk samples (15 mm diameter, 7 mm thickness) were made with same material. CIE L*a*b* value was measured at the incisal, central, and gingival area of the central incisor, lateral incisor, canine and first premolar using Specbos 2100 (JETI, Germany) spectrometer. Color difference was calculated between labial surface and standard samples.

Among all models of the teeth, L* and b* value showed the reducing tendency as they go toward the gingival area, but a* value showed the increasing tendency.

Color difference between model teeth and standard samples showed the most difference at the incisal area, but the gingival area showed the least difference. And the canine showed the least color difference from the comparison of standard sample, and the central incisor showed the highest difference ($p < 0.01$).

Although the visually detectable difference of the measuring value showed notably depending on the type and measured area ($p < 0.05$), L* and a* value showed notable differences depending more on the measured areas than on the type of the teeth. [J Kor Acad Cons Dent 32(5):411-418, 2007]

Key words: Tooth color, Spectrometer, Labial surface irregularity, CIE L*a*b*, Color difference, Tooth color measurement

- Received 2007.6.16., revised 2007.7.7., accepted 2007.7.31.-

* 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

I. 서 론

수복하고자하는 치아의 정확한 색상의 결정은 심미 수복 재를 이용한 치아의 심미 수복과 심미 보철 분야에 있어 가장 근본적인 요구 사항이라는 것에 대해 부인하는 임상가는

거의 없을 것이다. 특히 근래 심미 수복에 대한 환자들의 요구는 많은 정보 매체를 통한 다양한 정보의 획득으로 더욱 커지고 있다. 하지만 이러한 환자들의 요구 증가를 충족시킬 수 있을 정도의 치과계의 측색 방법이나 색채학 분야의 발전은 부족한 상황이다. 원인은 여러 가지가 있겠지만 그 중 하나가 치과계에서 사용하는 재료의 색상을 표현하는 색 체계의 부재일 것이며, 다른 원인은 치아의 색상을 정확히 측정할 수 있는 측정 방법의 부재일 것이다¹⁻⁷⁾.

현재 치과계에서 치아의 색상을 표현하는 방법은 각 재료 제조사에서 자사의 제품에 부여한 색상 code를 따르고 있다. 예로 A1, A2, A3, B1, B2 등의 형태로 부여되는 Viadent사의 Vita shade가 있다⁸⁾. 또한 Vita shade guide를 좀 더 체계적으로 표현하고자한 Vita 3-D Master가 동일 회사에 의해 소개되었다⁹⁾. 하지만 이러한 색상 code가 현재 사용되는 색체계인 Munsell color system이나 CIE L*a*b* system 등과 같은 과학적인 색체계의 어떤 색상에 해당하는지에 대한 정보가 거의 없다⁶⁾. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 많은 연구자들이 자연치와 다양한 치과 재료의 색상 code들을 기계적으로 분석하여 보고하고 있으나^{1,3,4,7,10-14)}, 동일 code를 사용하는 서로 다른 제조사들의 재료 간에도 색차를 보이고 있고¹⁵⁾, 측정을 위한 주변 조건 등의 표준화가 이루어지지 않아 서로 다른 결과를 보이기도 한다.

치아의 색상을 결정하는 방법에는 전통적으로 치과계에서 사용하고 있는 일부 제조사의 shade guide를 이용하여 자연광 혹은 특정광원 하에서 시각적으로 직접 치아와 shade guide를 비교하여 색을 결정하는 비색법과 근래 소개되기 시작한 표준광 하에서 얻어진 영상을 CCD (Charge-coupled device)를 통해 연고 컴퓨터에서 분석하여 색상을 결정하는 방법, 그리고 본 연구에서 시행하고자하는 방법과 같은 spectrophotometer나 spectrophotometer와 같은 측색용 기기를 이용해 직접 치아의 색상을 측정하는 방법이 있다. 첫 번째 비색법은 이미 많은 연구에서도 보고된 것처럼 정확성이나 재현을 모두 비과학적인 방법으로 간주되고 있다^{1,4-6)}. 두 번째 방법은 치아색 측정을 위해 특별히 고안된 장치로부터 광원이 조사되어 주변의 환경을 표준화한 후 CCD 카메라를 통해 얻어진 영상을 연결된 컴퓨터를 이용해 분석한다¹⁶⁾. 하지만 현재 소개되고 있는 대부분의 시스템이 분석된 색을 여러 제조사가 제공하는 색상 code로 출력하며, 치아의 위치나 굴곡에 따른 색차를 완전히 극복하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 마지막으로 측색기기를 이용하여 치아의 색상을 직접 측정하는 방법은 측정된 값을 표준화된 색체계인 Munsell color order system이나 CIE (국제조명위원회)가 규정하는 system으로 나타내고 정확성이나 재현성이 다른 방법들에 비해 뛰어난 장점을 가지나 측정된 값으로 현재 시판되는 재료의 선택이 어려우며, 치아 표면에 접촉하여 색을 측정해야하기 때문에 측정구의 새

로운 디자인이 요구된다. 또한 측정구가 치아면에 정확히 위치되어 주변 광원이나 치아면의 굴곡의 영향을 받지 않는 특수한 구조가 요구되지만 아직 이러한 문제점들이 해결되지 못하고 있다. 또한 Shade Eye (Shofu, Japan)라는 기기명으로 실제 임상에 적용되고 있는 측색기는 동일 회사의 색상 code를 출력하도록 설계되어있는 단점을 가지고 있다.

자연치아가 가지는 여러 특징들 중 심미에 영향을 주는 것으로는 치아의 형태, 색, 질감, 배열 및 투과성 등을 들 수 있다. 그 중 치아의 질감은 연령이 낮은 사람의 치아에서는 발육구, perikymata, mammelon 등의 형태학적 구조물이 존재하나 연령이 증가할수록 마모에 의해 이러한 구조물이 소실되면서 편평한 양상을 보인다. 이런 치아 표면의 질감은 빛을 여러 방향으로 굴절시켜 치아의 모양이나 색이 원래의 것과는 다르게 인식되게 한다¹⁷⁾. 이처럼 치아 표면의 형태는 육안 비교 시나 기기를 이용한 측색 시 색의 shift를 야기하는 요인 중 하나로 인식되고 있다.

본 연구에서는 측색 기기를 이용한 측색 방법의 문제점 중 하나인 치아면 굴곡 정도가 Spectrophotometer를 이용한 치아색상 결정 시 색상 결정에 어떤 영향을 미치는 지 알아보고자 한다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

1. 치아 모형의 제작

균일한 치아 배열을 가진 20대 성인 남자 5명과 여자 6명의 상악 인상을 고무인상제 (Exaflex, GC, Japan)를 이용하여 채득하였다. 채득된 인상의 내면의 기포나 불순물 여부를 확인하고, 상악 우측 중절치에서 제1소구치까지의 4개의 치아를 제외한 나머지 치아를 block-out하였다. 준비된 인상에 A2 색상의 임시 크라운 제작용 자가중합형 레진인 Luxatemp Automix Plus (Lot. No. : 508604, DMG Chemisch-Pharmazeutische Fabrik GmbH, Hamburg, Germany)를 주입용 gun에 장착하고 vibrator 상에서 레진을 주입하였다. 레진 중합 후 인상으로부터 치아 모형을 제거하고 기포의 여부와 표면 상태를 확인하였다. 제거된 치아 모형 표면의 미끈거림을 제거하기 위해 부드러운 솔로 표면을 세척하고 상온의 증류수에 1시간 동안 담근 후 빛이 차단된 용기에 보관하였다. 또한 주변 환경의 영향을 줄이기 위해 채득한 인상에 치은 부위까지 동일한 색상의 재료를 충전하였으며, 배경색의 영향을 배제할 수 있는 레진의 두께인 4 mm 이상의 두께를 얻기 위해 제작된 치아 모델의 설면에 동일한 재료로 절단부위 두께가 약 10 mm가 되도록 동일한 재료를 부가하였다.

표준 색상 측정을 위해 동일한 재료로 직경 15 mm, 두께 7 mm의 테프론 주형에 재료를 충전하고 유리판으로 압축한 후

중합시켰다. 제거된 표준 시편 디스크도 치아 모형과 동일한 방법으로 세척 보관하였다.

2. 측정 기기

본 연구에서는 치아 모형의 색상의 측정에 miniature VIS reflection spectrometer인 Specbos 2100 (Serial No : 319416, JETI Technische Instrumente GmbH, Germany)을 사용하였다. Specbos 2100은 본체에 illuminating fiber로 광원을 조사하는 광출구와 receiving fiber로부터 반사광을 받는 입구를 가지고 있으며, 이곳에 Duplex-Fiberbundle의 각각의 fiber를 연결하며 이는 다시 하나의 측정 fiber로 합쳐진다 (Figure 1). 측정 tip의 직경은 4 mm이며, fiber가 노출된 실제 측정 부위의 직경은 1 mm이다. 본 기기는 광과장 측정용 기기인데 제조사에서 주문에 의해 색상 측정이 가능하도록 제작되었으며, 색상 측정을 위해 Specbos 4000의 색상 측정용 프로그램과 함께 사용한다. 색상 측정시 본 기기는 제조사에서 제공한 거리 고정 장치를 이용해 측정 시료와의 거리 3 mm를 유지하며 백색 표준판으로 표준화를 시행한 후 측색을 시행하도록 고정되어 있다. 하지만 제공된 거리 고정 장치는 치아의 측색에 적용하는데 부적합한 형태를 가지고 있어 본 연구에서는 폴리에틸렌 관과 반투명 아크릴 관으로 제작한 거리 고정 장치를 제조사에서 제공한 거리 고정 장치와 교환한 후 치아 모형의 색상을 측정하였다. 제작한 거리 고정 장치는 길이 7 mm, 내경 4 mm, 외경 6 mm의 폴리에틸렌 관에 길이 3 mm, 내경 3.8 mm, 외경 5 mm의 반투명 아크릴 관을 부착하여 제작하였다.

측정된 데이터는 Specbos Color 프로그램을 이용해 CIE x, y, z 및 CIE L*a*b*값으로 변환된다.

3. 색상의 측정

제작된 치아 모형의 중절치, 측절치, 견치 및 제1소구치의 순면을 임의로 치관 길이를 3등분하여 절단부, 중앙부 및 치경부로 나누어 색상을 측정하였다. 3명의 측정자에 의해 각 치아의 각 부위를 3회 측정하고 평균값을 구하였다. 측정 시 측정 tip이 치면에 수직이 되도록 측정자를 교육하였으며, 측정면의 굴곡 정도에 관계없이 치관의 정중선 부위에서 측정을 시행하였다.

측정 시 주변 환경의 표준화를 위해 길이 20 cm, 폭 50 cm의 무광의 회색 배경판 ($L^* = 55.68$, $a^* = -0.69$, $b^* = -2.30$) 상에서 시행하였으며, 동일한 실내 조명을 가진 동일 장소에서 D65 표준 광원을 발생시키는 조명 기구인 Sol-Source (GretagMacbeth, USA)가 70 cm 떨어진 부위에서 45° 각도로 조사되도록 하였다.

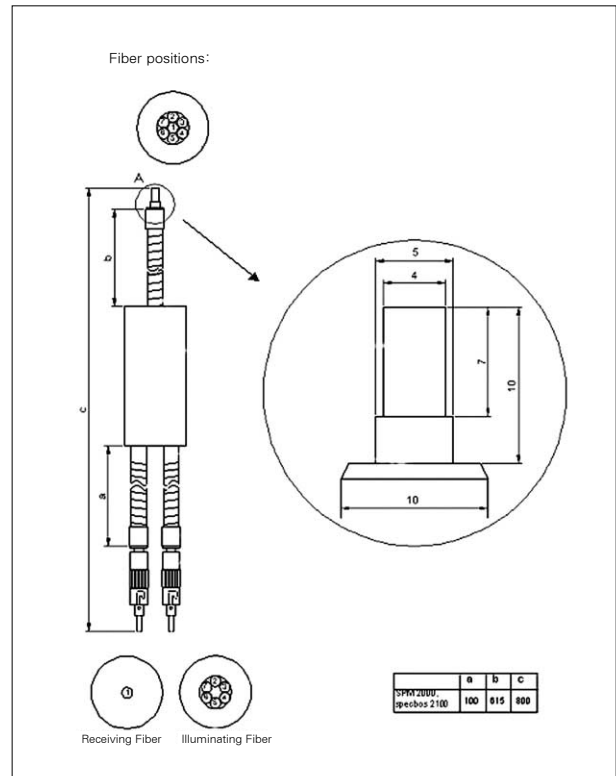


Figure 1. Diagram of the Duplex-Fiber bundle.

4. 자료 분석

측정된 치아 모형의 CIE L*a*b*값과 디스크 형태로 제작된 표준 시편의 CIE L*a*b*값과의 치아의 각 부위별 색차를 구하여 비교하였다. 또한 각 치아와 각 측정 부위의 L*a*b*값을 two-way ANOVA로 비교 분석하였으며, 치아 각 부위간의 색차를 one-way ANOVA로 비교하고 Student-Newman Keuls method로 검증하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 색상 측정 결과

두께 7 mm의 디스크와 11개의 치아 모형의 순면에서 정중선의 절단부, 중앙부, 및 치경부의 색상 (CIE L*a*b*)값을 Specbos 2100으로 측정하여 Table 1과 같은 값을 얻었다.

각 시편간의 L*값과 C*값은 Figure 2와 같으며, a*값과 b*값은 Figure 3과 같다. C*값은 재료의 채도를 나타내는 값으로 다음의 공식에 의해 환산하였다.

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

Table 1. CIE L*a*b* and C* values of disc samples and tooth models

		L*	a*	b*	C*
Standard sample		49.83 (0.67)	-5.60 (0.41)	5.19 (1.44)	7.63 (1.04)
Central Incisor	Incisal	55.92 (2.07)	-9.02 (1.23)	12.32 (2.59)	15.27 (2.86)
	Middle	53.68 (0.93)	-7.29 (0.59)	10.52 (1.48)	12.80 (1.59)
	Cervical	52.34 (1.74)	-6.56 (0.79)	8.81 (1.85)	10.98 (2.02)
Lateral Incisor	Incisal	53.59 (2.33)	-7.01 (1.07)	8.65 (2.23)	11.13 (1.95)
	Middle	52.39 (1.76)	-6.27 (0.69)	8.53 (1.91)	10.58 (1.88)
	Cervical	52.39 (2.48)	-5.78 (1.30)	7.35 (2.92)	9.35 (1.81)
Canine	Incisal	53.09 (1.92)	-7.03 (1.11)	7.80 (2.58)	10.68 (2.81)
	Middle	51.63 (2.14)	-6.21 (0.87)	6.59 (2.08)	9.05 (2.26)
	Cervical	49.13 (1.95)	-5.02 (0.67)	3.45 (1.95)	6.08 (2.06)
First Premolar	Incisal	54.59 (2.27)	-8.36 (1.33)	9.73 (2.73)	12.83 (3.04)
	Middle	52.88 (1.81)	-7.19 (0.74)	7.95 (1.93)	10.72 (2.07)
	Cervical	51.65 (1.66)	-6.29 (0.88)	6.32 (2.19)	8.92 (2.36)

Standard deviations are in parentheses.

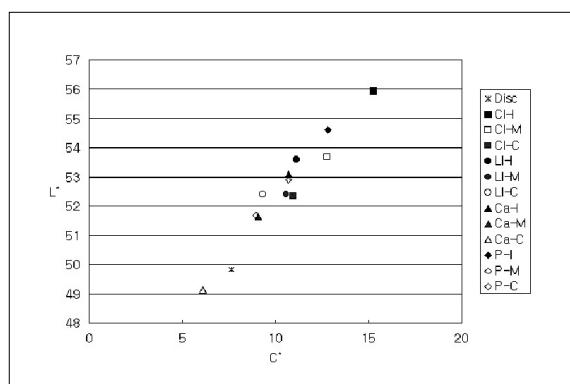


Figure 2. L* and C* value of the tested disc samples and tooth models.

CI : Central incisor, LI : Lateral Incisor, Ca : Canine, P : Premolar, I : Incisal, M : Middle, C : Cervical

모든 치아에서 L*값과 b*값은 절단부에서 치경부로 갈수록 작아지는 경향을 보이며, 치경부에서 디스크형의 시편과 가장 적은 편차를 보이고 있다. a*값은 반대로 절단부에서 치경부로 갈수록 증가하는 경향을 보이며 L*값과 마찬가지로 치경부에서 디스크 시편과 가장 적은 편차를 보인다.

치아의 종류와 각 치아의 측정 부위에 따라 측정값의 유의한 차이를 보였으나 ($p < 0.05$), L*값과 a*값은 치아의 종류보다는 각 치아의 측정 부위에 따라 더 유의할만한 차이를 보였다 (Table 2).

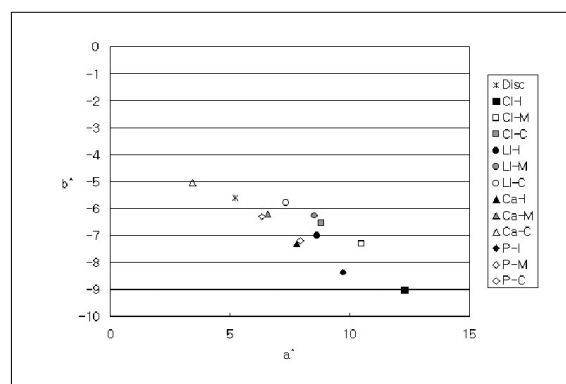


Figure 3. a* and b* value of the tested disc samples and tooth models.

2. 디스크와 치아모형간의 색차(ΔE^*)

디스크형 시편과 상악 치아 모형의 각 부위에서 측정된 CIE L*a*b*값간의 색차는 Table 3과 같다.

색차는 다음의 공식에 의해 환산되었다.

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

가장 작은 색차는 견치의 치경부에서 1.96이었으며, 가장 큰 색차는 중절치의 절단부에서 9.98이었다.

Table 2. Statistical analysis between tooth and measured area

Source of Variance	L*		a*		b*	
	F	P	F	P	F	P
Tooth	8.21	0.0152	16.0	0.0029	21.1	0.0014
Measured area	18.76	0.0026	44.1	0.0003	19.9	0.0022

Table 3. Color difference (ΔE^*) between disc sample and tooth models

	Central Incisor	Lateral Incisor	Canine	First Premolar
Incisal	9.98	5.30	4.51	7.13
Middle	6.79	4.26	2.35	4.41
Cervical	4.51	3.35	1.96	2.25

Table 4. Color difference among measured area

	mean of ΔE^*	std. deviation
Incisal/cervical	4.16*	1.66
Incisal/middle	2.73*	1.03
Middle/cervical	1.60*	1.03

* There are statistically significant differences among groups ($p < 0.01$).

3. 모든 치아의 절단부, 중앙부, 치경부간의 색차 분석

모든 치아의 각 부위간의 색차를 비교하였다 (Table 4). 각 부위간의 색차는 절단부와 치경부가 가장 큰 차이를 보였으며, 절단부와 중앙부, 그리고 중앙부와 치경부의 순으로 차이가 작았다 ($p < 0.01$).

IV. 총괄 및 고찰

치과계에서는 1930년대 초 Clark¹⁸⁻²⁰⁾이 시감각에 의해 치아 색상을 측정한 이래 현재까지도 이러한 방법에 대부분 의존하고 있다. 하지만 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^{21,22)}. 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^{12,17,23)}.

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^{1,3,4,7,10-14)}, 실제 객관적 측색이 가능한 colorimeter 등 몇몇 기기들이 소개되고 있다²⁴⁾.

측색에 사용하는 기기는 크게 tristimulus colorimeter와 spectrophotometer가 있다. 필터식 색차계인 tristimulus colorimeter는 필터와 센서가 일체가 되어 X, Y, Z 자극치를 읽어낸다. 따라서 대부분 세 개의 필터와 광검출기로 구성되어 있고 광원도 특정한 광원으로 한정되어 있다. 이에 비하여 spectrophotometer는 분광 수광 방식을 사용하며 380 nm에서 780 nm의 가시광선 범위를 5 nm - 10 nm의 간격으로 단파장 반사율을 측정한 뒤 그 결과를 연속적인 그래프로 나타내는 방식으로, 표준광과 색체 시감 효율을 데이터로 처리하여 여러 광원과 시야에 대한 색체값을 계산해 낼 수 있다. 또한 기기에 따라 다양한 측정 반사각이 적용되어 있어 기기에 따라 측정값의 약간의 차이를 보일 수 있다. CIE에서는 이러한 문제점 해결을 위해 광원과 반사각도 그리고 관찰자의 조건을 표준화해 놓았다. 우리나라에서는

XYZ계에 의한 3차극치 표시 방법으로서 KS 한국산업규격 (KS A 0061)에 제정되어 있다.

본 연구의 측색에 사용한 Specbos 2100의 기본 모델은 측색을 위한 기기가 아니며, 파장 분석용 기기이다. 하지만 주문에 의해 제조사에서 측색이 가능하도록 제작하여 공급되었으며, 기기의 수광 방식은 $0^\circ/0^\circ$ 을 사용하기 때문에 측정하고자하는 물체로부터 3 mm의 일정한 거리를 유지하며 측색을 시행하도록 설계되어 있다. 이 기기의 측정구는 Figure 1에서 보여주듯이 1 mm의 직경을 가지고 있어 치아와 같이 부위에 따라 균질하지 않은 색상 특징을 보이는 작은 물체의 측색에 유리하리라 생각되어 주문 제작하였다. 하지만 3 mm의 거리를 유지해야하는 문제점이 있어 본 연구에서는 투명하 아크릴 판과 폴리에틸렌 판을 이용하여 거리 고정 장치를 제작하였다. 이 거리 고정 장치를 이용한 다른 연구에서 Specbos 2100은 절대 색상을 측색하는데는 문제점을 가지지만 제작한 거리 고정 장치를 이용한 상대적인 측색은 큰 오차를 보이지 않았다.

원칙적으로 측색용 기기는 편평한 면의 색상을 측정하도록 설계되어 있다²⁵⁾. 하지만 치아의 순면은 해부학적 구조의 특징 상 개인 혹은 연령에 따라 다양한 표면의 굴곡을 갖는다. 이러한 표면의 굴곡은 빛이 반사되는 각도를 바꾸게 되며, 기기를 이용한 측색 시 측정값의 shift를 유발하게 된다. 하지만 인간의 눈은 Macentee와 Lakowski⁷⁾의 보고처럼 미세한 색의 변화를 감지하기 어렵기 때문에 기기를 이용한 측색 시 표면 굴곡에 의한 색상의 shift가 어느 정도인지 확인할 수 있다면 이 후 기기를 이용한 측색 시 기준이 제시될 수 있으리라 생각한다. 이러한 목적으로 본 연구는 시행되었으며, 측정 결과 치아 각 부위에 따라 동일한 색상의 재료가 다른 값을 보였다. 절단부와 치경부간에 가장 큰 색차를 보였으며, 절단부와 중앙부, 그리고 중앙부와 치경부간의 순으로 색차가 감소하였다. Goodkind와 Schwabacher¹³⁾는 2830개의 전치의 색상을 Chromascan colorimeter로 측정한 결과 치경부가 더 붉은 기미를 보이고 채도도 크다고 보고하였으며 이는 상아질의 두께와 치은의 색상의 영향을 받았으리라 보고했다. 또한 절단부의 경우 얇은 치질의 두께로 인한 투명도의 증가로 어두운 구강 내 환경의 영향을 받아 더 어두운 색상을 보였다고 하였다. 본 연구에서는 이러한 주변 환경의 영향을 줄이기 위해 채득한 인상에 치은 부위까지 동일한 색상의 재료를 충전하였으며, 황과 이²⁶⁾가 보고한 배경색의 영향을 배제할 수 있는 레진의 두께인 4 mm 이상의 두께를 얻기 위해 제작된 치아 모델의 설면에 동일한 재료로 절단부위 두께가 약 10 mm가 되도록 동일한 재료를 부가하였다.

중절치에서 제1소구치까지 각 치아의 평균 색상은 다른 보고들^{12,13,16,23)}을 토대로 한 실험 전 예상과는 달리 견치가 다른 치아들에 비해 디스크 형태로 제작한 표준 시편과 가

장 작은 색차를 보인 반면 중절치가 가장 큰 색차를 보였다. 특히 견치의 치경부는 시각적으로 구분하기 힘든 색차의 기준으로 제시되고 있는 색차^{27,28)} 이하의 값을 보였다. 또한 치아의 종류보다는 각 치아의 측정 부위가 측색 결과에 더 많은 영향을 미침을 알 수 있었다.

본 연구의 결과는 기존의 연구들과는 달리 치아의 표면 굴곡을 제외하고 측색에 영향을 미칠 수 있는 많은 요인들을 줄이기 위해 몇 가지 다른 방법을 적용하였다. 하지만 표면의 활택 정도에 따른 반사율의 표준화는 활택 방법의 한계성 때문에 적용하지 못했다. 따라서 많은 치아 측색 관련 연구들과 마찬가지로 본 연구의 결과가 절대적인 결과일 수는 없겠지만 이후 기기를 이용한 치아 측색과 관련된 연구나 기기 개발을 위한 연구의 새로운 기준을 제시할 수 있으리라 사료된다.

V. 결 론

치아의 색상을 결정하는 여러 가지 방법 중 가장 과학적이고 신뢰할만한 방법은 측색기와 같은 기기를 사용하여 채득 가능한 체계화된 값으로 색상을 측정하는 방법이다. 하지만 이러한 측색기는 다양한 측정 조건에 따라 측정값의 오차를 보인다.

본 연구는 이러한 조건 중 치아 순면의 굴곡 정도가 측색기를 이용한 치아 측색 결과에 어떠한 영향을 미치며, 발생하는 색차가 허용 가능한지 확인하고자 시행하였다.

고른 치열을 가진 20대 성인 11명으로부터 채득한 인상에 A2 색상의 임시 금판 제작용 레진 (Luxatemp Automix Plus, DMG, Germany)을 충전하여 치아 모형을 제작하고, 3인의 측정자에 의해 중절치, 측절치, 견치, 그리고 제1소구치의 절단부, 중앙부, 치경부의 색상을, 1 mm 직경의 측정구를 가진 Specbos 2100 (JETI, Germany) spectrometer에 실험을 위해 제작한 거리 고정 장치를 장착해 측정하고, 디스크 형태로 제작된 평편한 직경 15 mm, 두께 7 mm의 표준 시편과의 색차를 환산하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 모든 치아 모형에서 L^* 값과 b^* 값은 절단부에서 치경부로 갈수록 낮아지는 경향을 보이나 a^* 값은 증가하는 경향을 보였다.
2. 동일 치아의 각 부위간의 색차는 절단부와 치경부, 절단부와 중앙부, 그리고 중앙부와 치경부 간의 순으로 감소하였다 ($p < 0.01$).
3. 디스크 형태의 대조군과의 색차는 모든 치아의 절단부가 가장 큰 값을 보였으며, 치경부가 가장 작은 값을 보였다.
4. 견치가 다른 치아들에 비해 디스크 형태의 대조군과 작

은 색차를 보였으며, 중절치가 가장 큰 색차를 보였다. 그리고 2 이하의 색차 (ΔE^*)는 건치의 치경부에서만 보였다.

5. 치아의 종류와 각 치아의 측정 부위에 따라 측정값의 유의한 차이를 보였으나($p < 0.05$), L^* 값과 a^* 값은 치아의 종류보다는 각 치아의 측정 부위에 따라 더 유의할만한 차이를 보였다.

이상의 결과는 본 실험에 적용한 optic-fiber를 통해 색을 측정하는 기기를 치아 측색에 적용하기 위해서는 먼저 일정한 측색 조건의 표준화와 치아와 접촉하는 측정부의 치아 표면의 굴곡을 극복할 수 있는 형태의 개발이 필요함을 시사한다.

참고문헌

1. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II: Practical applications of the organization of color. *J Prosthet Dent* 29:556-566, 1973.
2. Miller LL. Organizing color in dentistry. *J Am Dent Assoc* (Special Issue) December:26-40, 1987.
3. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimeter. *J Dent Res* 68:819-822, 1989.
4. 황인남, 오원만. 발거된 자연치와 5종 shade guide의 색채 계측기를 이용한 색상 비교. *대한치과보존학회지* 22:769-781, 1997.
5. O'Neal SJ, Powell WD. Color discrimination and shade matching ability of third year dental student. *J Prosthet Dent* 63:174, 1984.
6. Van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PC, Plasschaert AJ. A new method for matching tooth colors with color standard. *J Dent Res* 64:837-841, 1985.
7. Macentee M, Lakowski R. Instrumental color measurement of vital and extracted teeth. *J Oral Rehab* 8:203-208, 1981.
8. O'Brien WJ, Boenke KM, Groh CL. Coverage error of two shade guide. *Int J Prosthet* 4:45-50, 1991.
9. Hammad IA. Intrarater repeatability of shade selections with two shade guides. *J Prosthet Dent* 89:50-53, 2003.
10. Lemire PA, Burk B. Color in dentistry. Hartford, CT J.M Ney Co., 1975.
11. Grajower R, Revah A, Sorin S. Reflectance spectra of natural and acrylic teeth. *J Prosthet Dent* 36:570-579, 1976.
12. 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.
13. Goodkind RJ, Keenan KM, Schwabacher WB. A comparison of Chromascan and spectrophotometric color measurement of 100 natural teeth. *J Prosthet Dent* 53:105-109, 1985.
14. Schwabacher WB, Goodkind RJ. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guide. *J Prosthet Dent* 64:425-431, 1990.
15. 조경이, 황인남, 최홍란, 오원만. 분광색채계측기를 이용한 Vita shade 광중합형 복합레진의 색상 비교. *대한치과보존학회지* 23:424-432, 1998.
16. 이문영, 신동훈. 디지털 카메라를 이용한 치아색상 측정. *대한치과보존학회지* 23:325-333, 1997.
17. Clifford MS. The Art and Science of Operative Dentistry 3rd ed, Mosby-Year book, 1995.
18. Clark EB. The color problem in dentistry. *Dent Digest* 499-509, 1931.
19. Clark EB. An analysis of tooth color. *J Am Dent Assoc* 18:2093-2103, 1931.
20. Clark EB. Tooth color selection. *J Am Dent Assoc* 20:1065-1073, 1933.
21. 문은배. 색채의 활용. 서울, 도서출판 국제, p215-271, 2002.
22. 박은주. 색채 조형의 기초. 제2판, 서울, 미진사, p56-194, 1996.
23. Miller LL. Shade matching. *J Esthet Dent* 5:143-152, 1993.
24. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent* 88:585-590, 2002.
25. Barrett AA, Grimaudo NJ, Anuscvic KJ, Yang MCK. Influence of tab and disk design on shade matching of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 88:591-597, 2002.
26. 황인남, 이광원. 광중합복합레진의 두께에 따른 투명도 차이가 수복물의 색상에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 24:604-613, 1999.
27. Ruyter IE, Nilner K, Möller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 3:246-251, 1987.
28. Gross MD, Moser JB. A colorimetric study of coffee and tee staining of four composite resins. *J Oral Rehab* 4:311-322, 1977.

국문초록

치아 순면 형태가 측색 기기를 이용한 치아 색상 측정 결과에 미치는 영향

최용진 · 박수정 · 조현구 · 황윤찬 · 오원만 · 박병주¹ · 황인남*

전남대학교 치과대학 보존학교실, ¹구강생화학교실, 치의학연구소

본 연구는 치아 순면의 굴곡 정도가 측색기를 이용한 치아 측색 결과에 어떠한 영향을 미치는지 확인하고자 시행하였다.

고른 치열을 가진 20대 성인 11명으로부터 채득한 인상에 A2 색상의 임시 금관 제작용 레진 (Luxatemp Automix Plus, DMG, Germany)을 충전하여 치아 모형을 제작하고, 중절치, 측절치, 견치, 그리고 제1소구치의 절단부, 중앙부, 치경부의 색상을 1 mm 직경의 측정구를 가진 Specbos 2100 (JETI, Germany) spectrometer를 사용해 측정하고, 디스크 형태로 제작된 대조군과의 색차를 환산하여 다음의 결과를 얻었다.

모든 치아 모형에서 L*값과 b*값은 절단부에서 치경부로 갈수록 낮아지는 경향을 보이거나 a*값은 증가하는 경향을 보였다. 디스크 형태의 대조군과의 색차는 모든 치아의 절단부가 가장 큰 값을 보였으며, 치경부가 가장 작은 값을 보였으며, 견치가 다른 치아들에 비해 디스크 형태의 대조군과 작은 색차를 보인 반면, 중절치가 가장 큰 색차를 보였다 ($p < 0.01$).

이상의 결과는 본 실험에 적용한 optic-fiber를 통해 색을 측정하는 기기를 치아 측색에 적용하기 위해서는 먼저 일정한 측색 조건의 표준화와 치아와 접촉하는 측정부의 치아 표면의 굴곡을 극복할 수 있는 형태의 개발이 필요함을 시사한다.

주요어: 치아색상, spectrometer, 순면 굴곡, 색차, 치아 측색용 기기, CIE L*a*b*