

Color Distribution Analysis of Maxillary Primary Central Incisors using a Spectrophotometer

Seoksoon Yi, Jihye Jang, Daewoo Lee, Yeonmi Yang, Jaegon Kim

Department of Pediatric Dentistry and Institute of Oral Bioscience, School of Dentistry, Chonbuk National University

Abstract

The objective of this study was to analyze the color distribution of the maxillary primary central incisors and the relationship between the color of each tooth region by dividing tooth into incisal, middle and cervical region using a spectrophotometer. The subjects were 105 sound maxillary primary central incisors from 3 to 6 years old children. Color measurements were performed by one dentist using same protocol. CIE L^* , a^* , b^* , C^* , h^* data and the best matched shades with coverage error were obtained for each region and whole labial surface. There was a significant difference in CIE L^* , a^* , b^* according to regions and the difference in color between each region was more than the clinical acceptance. By correlating the relationship between the color of each region with L^* , a^* , b^* values, it is possible to extrapolate the color of other region with one color or to be used as data for making restorative materials and prostheses that are more aesthetically pleasing for primary teeth.

Key words : Primary incisor, Color distribution, Spectrophotometer

I. 서 론

어른 뿐만 아니라 어린이도 아름다운 미소를 가지기 원한다. 3살 정도의 어린이도 매력 있거나 그렇지 않은 친구를 구별할 수 있는 능력을 가지고 있으며 어린이의 상악 유전치부는 특히 안면부 심미성에 중요한 영향을 미치고 최선의 심미 관리가 어린이와 부모 모두의 만족을 위해 중요하다[1,2]. 이러한 치아의 심미성을 결정하는 요인 중 치아의 형태, 배열 외에도 색, 투명도와 같은 광학 특성이 중요하고 영구치 뿐 아니라 유치에서도 색이 중요하다는 것이 알려졌다[3,4].

색은 색조, 명도 및 채도의 속성으로 설명할 수 있는 시각 인식의 특성으로 정의할 수 있으며 1976년 국제 조명 위원회

(Commission Internationale de l'Eclairage, CIE)는 색을 체계적으로 표현하기 위하여 CIE $L^*a^*b^*$ 색 공간 체계를 설립하였다. 치의 학에서 색조 연구 자료의 대부분은 이 체계를 사용하여 얻어졌으며 명도 L^* , 녹색 - 적색의 좌표 a^* , 청색 - 황색의 좌표 b^* , 채도 C^* , 색조 각인 h^* 로 보고된다[5]. 이 3차원 색 공간 안에서의 거리 ΔE^* 는 2점 사이의 색상 차이의 척도이며 ΔE^* 가 2.7일 때 관찰자의 50%가 수복물의 색조를 불일치한 것으로 판단하여 이를 임상 허용의 한계치로 본다[6].

아의 색상은 대개 치관 전체에 걸쳐 균일하지 않고 부위에 따른 차이가 존재한다[7]. 이와 관련해 영구치에 있어서 치아의 종류 및 부위에 따라서 다양한 장비를 이용한 색조 분포의 연구가 이루어져왔다[8,9]. 유치에 있어서도 치아의 종류에 따른 색

Corresponding author : Jaegon Kim

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chonbuk National University, 20, Geonji-ro, Deokjin-gu, Jeonju, 54907, Republic of Korea

Tel: +82-63-250-2223 / Fax: +82-63-250-2131 / E-mail: pedokjg@jbnu.ac.kr

Received August 22, 2018 / Revised October 8, 2018 / Accepted October 8, 2018

조 분포에 대해 일부 연구가 이루어졌지만 대부분의 연구에서 각 치아의 부위는 고려되지 않거나 색조의 분포가 shade guide의 수준에서만 조사되었다[10-12]. 특히 정확한 색조 측정 장비로 여겨지는 분광광도계(spectrophotometer)를 이용한 연구는 부족한 상태이다.

이에 이 연구에서는 상악 유중절치의 부위에 따른 색조 분포의 차이 및 색조 특성을 확인하고, 각 부위 색조 사이의 관계를 분석하기 위하여 상악 유중절치의 색조를 분광광도계를 이용하여 CIE $L^*a^*b^*$ 색 체계에 따라 절단(Incisal), 중간(Middle), 치경부(Cervical)로 나누어 조사하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 대상

전주시내 유치원의 만 3세에서 6세의 전신 병력이 없는 건강한 어린이들을 구강 검진하였다. 이들 중 상악 우측 유중절치의 치아 우식증, 수복물, 외상 소견 및 변색이 없으며 동요도를 확인하여 탈락이 임박하지 않았고 치관의 형태가 정상인 경우 조사 대상으로 하였다. 총 105명 어린이의 상악 우측 유중절치 105개가 최종 조사 대상이 되어 치아 순면의 색조를 측정하였다 (Table 1).

Table 1. The number of the subjects and the composition of the ages

| Age | Number | Percentage (%) |
|-------|--------|----------------|
| 3 | 19 | 18.1 |
| 4 | 31 | 29.5 |
| 5 | 40 | 38.1 |
| 6 | 15 | 14.3 |
| Total | 105 | 100.0 |

2. 연구 방법

1) 측정 장비 및 측정 전 준비

분광광도계 Shadepilot™ system (DeguDent GmbH, Wolfgang, Germany)을 이용하여 치아의 색조를 측정하였다(Fig. 1). 분광광도계는 내장된 광원에서 빛을 내보내 계측하고자 하는 물체에서 반사, 분산된 빛의 양을 측정하기 때문에 외부 효과의 영향이 적어 정확성과 재현성이 뛰어나다[13].

각각의 측정에 앞서 제조사의 지시에 따라 백색, 녹색 타일을 이용한 장비 보정을 시행하였다. 측정 전에 대상 치아의 치태는 치면 세마를 통해 완전히 제거하였고 순면을 젖은 거즈를 사용하여 닦았다.

2) 상악 유중절치의 분광 측정

Shadepilot™ system의 설정 가능한 모드 중 임상에서 가장 많이 이용되는 VITAPAN® classical shade guide (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)에 부합하는 Vita classic 모드를 선택하여 직사광선이 없는 방에서 동일한 프로토콜을 기반으로 한 명의 치과 의사에 의해 측정이 수행되었다. 대상 어린이의 턱은 가슴 쪽으로 약간 내리게 한 후 마우스 가드를 치아에 위치시켜 입술로 덮도록 하였고 제조사의 지시대로 조작하여 한 치아 당 3회 반복하여 측정을 시행하였다.

3) 상악 유중절치 전체 순면 및 각 부위의 CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 와 최고 부합 shade 및 ΔE^*_{cov} 의 측정

장비의 스크린 상에서 single tone shade를 선택하여 상악 유중절치의 전체 순면에 대한 CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 값을 얻었다. 장비에는 VITAPAN® classical shade guide의 기준 CIE L^*, a^*, b^* 값이 내장 되어 있어, 매 분광 측정의 L^*, a^*, b^* 값에 대해서 색 차

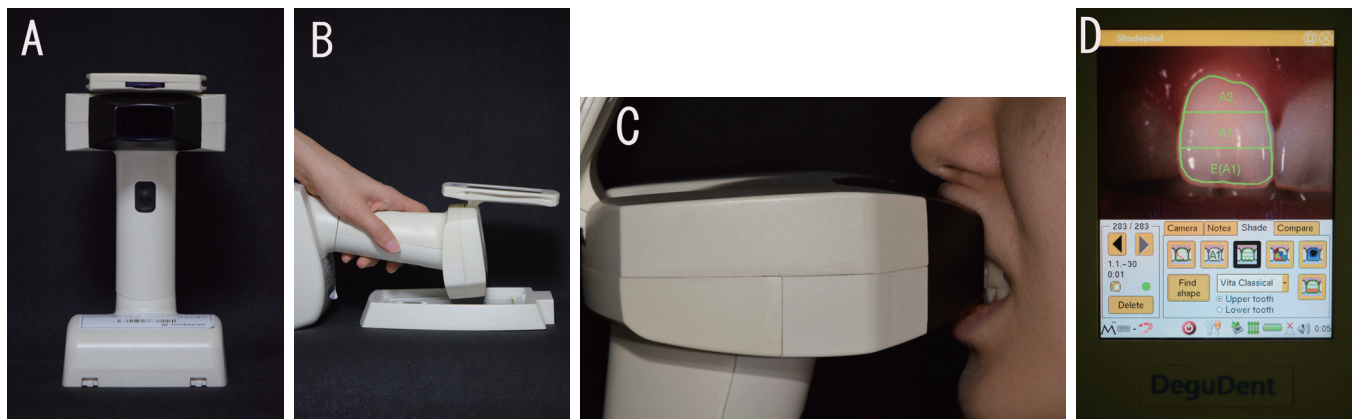


Fig. 1. Measurement of teeth color. A: Spectrophotometer, B: Calibration process, C: Measuring process, D: Image of triple zone shade on spectrophotometer.

이, 즉 ΔE^* 가 가장 작은 최고 부합 Vita shade 및 이에 대한 ΔE^*_{MIN} 이 표시되었고 이를 기록하였다. 같은 방법으로 스크린 상에서 triple zone shade를 선택하여 장비 상에서 자동으로 설정된 절단, 중간, 치경부의 각 부위에 대한 CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 값과 최고 부합 Vita shade 및 ΔE^*_{MIN} 을 얻어 이들을 기록하였다. 매 측정 후 장비에 의한 치아의 전체 순면 및 각 부위의 자동 설정에 오류가 있는 경우 측정을 시행한 한 명의 치과의사에 의해 이의 보정이 이루어졌다. 한 치아 당 3회 반복 측정을 시행하여 얻어진 CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 및 최고 부합 Vita shade에 대한 ΔE^*_{MIN} 의 평균을 계산하여 이를 해당 치아의 전체 순면 및 각 부위의 CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 및 ΔE^*_{MIN} 으로 하였다. 각 치면과 최고 부합 shade 간의 평균 색조 차인 coverage error ΔE^*_{cov} 는 $\Delta E^*_{cov} = \sum \Delta E^*_{MIN} / n$ 의 식을 이용하여 측정 치면과 최고 부합 shade 간의 최소 색상 차이의 평균값으로 계산되었고 이는 shade guide의 평가를 위한 매개 변수로 이용되었다[14].

4) 상악 유중절치 각 부위 사이의 색조차 ΔE^* 의 측정

상악 유중절치 각 부위 사이의 색조차를 확인하기 위하여 CIE $L^*a^*b^*$ 색 공간 상에서 각 부위의 색조에 의한 CIE $L^*a^*b^*$ 사이의 거리를 $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ 의 식을 이용하여 계산하였다.

3. 통계 분석

상악 유중절치 전체 순면 및 각 부위의 CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 값과 ΔE^*_{cov} 의 분포표를 작성하였다. CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 값의 치아 전체 순면 및 각 부위에 따른 유의한 변화 여부를 확인하기 위하여 일원배치분산분석을 시행하고 Scheffe's multiple range test를 이용하여 사후 검정 시행하였다. 치아 각 부위의 색조 사이

의 관계를 파악하기 위하여 각 부위의 CIE L^*, a^*, b^* 값에 대하여 Pearson 상관 분석을 시행하고 상관 관계가 확인된 두 부위 사이의 CIE L^*, a^*, b^* 값에 대하여 선형 회귀 분석 시행하였다. 증명에 따른 CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 값의 유의한 변화를 확인하기 위하여 Kruskal - wallis test를 시행하였다. 통계의 산출은 SPSS 22 (IBM SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA)를 이용하였으며 유의수준 $\alpha = 0.05$ 로 하였다.

III. 연구 성적

1. 상악 유중절치 전체 순면 및 각 부위의 색조 분포와 coverage error

상악 유중절치 전체 순면 및 각 부위의 CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 값과 ΔE^*_{cov} 의 분포는 Table 2와 같았다. 전체 순면 및 각 부위에 따라 CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 값은 유의한 변화를 보였다($p < 0.05$).

중간부와 전체 순면 사이에서 CIE a^*, b^*, C^*, h^* 가 유의한 차이를 보이지 않은 것을 제외하고 CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 는 치아 전체 순면 및 각 부위에 대해 유의한 차이를 보였다. 절단부에서 치경부로 이동함에 따라 CIE L^*, a^*, b^*, C^*, h^* 는 유의한 변화를 나타내어 L^* (명도)은 중간부에서 가장 컸고 a^* (녹색 - 적색), b^* (청색 - 황색), C^* (채도)는 절단부에서 치경부로 이동함에 따라 커지는 경향을 보였다.

2. 상악 유중절치 각 부위 사이의 색조차 ΔE^*

상악 유중절치 각 부위 사이의 색조차 ΔE^* 는 Table 3과 같았다. 모든 경우에 대하여 색조차는 임상 허용의 한계치인 ΔE^* 값 2.7 보다 컸다[6].

Table 2. Color coordinates with coverage error distribution according to each region and whole labial surface of maxillary primary central incisor

| Region | L^* | a^* | b^* | C^* | h^* | ΔE^*_{cov} |
|--------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | | | | | |
| I | 72.4 \pm 1.5 ^a | 2.3 \pm 0.9 ^a | 10.2 \pm 1.2 ^a | 10.6 \pm 1.2 ^a | 77.0 \pm 4.7 ^a | 3.6 \pm 0.9 |
| M | 75.7 \pm 1.2 ^b | 3.0 \pm 0.6 ^b | 11.6 \pm 1.5 ^b | 12.0 \pm 1.4 ^b | 75.4 \pm 3.3 ^b | 3.9 \pm 0.8 |
| C | 73.9 \pm 1.0 ^c | 5.0 \pm 1.0 ^c | 13.2 \pm 2.0 ^c | 14.1 \pm 1.9 ^c | 68.8 \pm 4.7 ^c | 3.8 \pm 1.2 |
| W | 75.0 \pm 1.1 ^d | 3.1 \pm 0.6 ^b | 11.5 \pm 1.4 ^b | 11.9 \pm 1.3 ^b | 74.9 \pm 3.3 ^b | 3.6 \pm 0.7 |

One - way ANOVA, Scheffe's multiple range test as post-hoc test

^{ab,cd}: Different letters superscript indicate statistically significant differences between regions ($p < 0.05$, Scheffe's multiple range test).

I = Incisal 1/3, M = Middle 1/3, C = Cervical 1/3, W = Whole labial surface

Table 3. ΔE^* between each region of maxillary primary central incisor

| Region | Mean \pm SD | ΔE^* | |
|--------|-----------------|--------------|------|
| | | Max. | Min. |
| I - M | 3.91 \pm 1.02 | 7.10 | 1.40 |
| M - C | 3.38 \pm 1.29 | 7.80 | 1.00 |
| C - I | 4.95 \pm 1.46 | 9.90 | 1.80 |

I = Incisal 1/3, M = Middle 1/3, C = Cervical 1/3

3. 상악 유중절치 각 부위 색조 사이의 관계

상악 유중절치 각 부위 색조 사이의 관계를 파악하기 위하여 각 부위의 CIE L^* , a^* , b^* 값 사이의 Pearson 상관 분석을 시행하여 상관 관계를 확인한 결과 중간부의 L^* , a^* , b^* 는 절단 및 치경부의 L^* , a^* , b^* 와 각각 양의 상관 관계($0.7 > r > 0.4$)를 보였다. 절단과 치경부 사이에서 L^* , b^* 는 약한 양의 상관 관계($0.4 > r > 0.2$)를 보였지만 a^* 에 대해서는 유의한 상관 관계가 없었다. 치경부의 L^* 은 중간과 치경부의 a^* 와 음의 상관 관계($-0.4 > r > -0.7$)를 보였다. 상관 관계를 보인 각 부위의 CIE L^* , a^* , b^* 값 사이의 선형 회귀 분석 결과는 Table 4와 같았다.

4. 최고 부합 Vita shade의 분포와 coverage error

장비를 이용하여 결정된 최고 부합 Vita shade의 분포와 이에 대한 coverage error ΔE^*_{cov} 는 Table 5와 같았다.

상악 유중절치 전체 순면 및 중간과 치경부에서 최고 부합 shade는 B1 shade가 가장 다수로 나타났다. 절단부에서는 A1 shade가 가장 다수였다. E^*_{MIN} 이 임상 허용의 한계치인 2.7 미만인 비율은 절단부에서 8.6%, 중간부에서 3.8%, 치경부에서 10.5%, 전체 순면에서는 5.7%에 불과하였다.

5. 증령에 따른 상악 유중절치의 색조의 변화

Kruskal - wallis test 결과 증령에 따른 L^* , a^* , b^* , C^* , h^* 값의 유의한 변화는 없었다.

IV. 총괄 및 고찰

치아의 수복재를 선택할 때 서로 다른 부위의 색조를 따로 선택하는 것이 심미성 복원을 성공하게 하는 요인이지만 유치의 부위별 색조에 대한 연구가 부족하기 때문에 서로 다른 각 부위의 색조 복원을 위한 수복 재료가 부족하고 심미성 복원에 실

Table 4. Results of the linear regression analysis between the CIE L^* , a^* , b^* values of each region of maxillary primary central incisor

| Dependent variable | Independent variable | | r | α | β | p value |
|--------------------|----------------------|-------|--------|----------|---------|-----------|
| I | M | L^* | 0.664 | 10.635 | 0.816 | 0.000 |
| | | a^* | 0.613 | -0.310 | 0.886 | 0.000 |
| | | b^* | 0.573 | 4.729 | 0.474 | 0.000 |
| C | M | L^* | 0.504 | 39.860 | 0.450 | 0.000 |
| | | a^* | 0.647 | 1.743 | 1.106 | 0.000 |
| | | b^* | 0.795 | 0.770 | 1.068 | 0.000 |
| C | I | L^* | 0.261 | 60.188 | 0.190 | 0.007 |
| | | a^* | | | | 0.690 |
| | | b^* | 0.244 | 9.106 | 0.396 | 0.012 |
| M - a^* | C - L^* | | -0.368 | 18.420 | -0.209 | 0.000 |
| C - a^* | C - L^* | | -0.494 | 40.448 | -0.479 | 0.000 |

p value from linear regression analysis

r = Pearson correlation coefficient, α = constant, β = regression coefficient

I = Incisal 1/3, M = Middle 1/3, C = Cervical 1/3

Table 5. Distribution of best match Vitapan® Classical shade with coverage error of each region and whole labial surface of maxillary primary central incisor

| Vita shade | I | | | M | | | C | | | W | | |
|------------|----|------|--------------------|----|------|--------------------|----|------|--------------------|----|------|--------------------|
| | N | % | ΔE^*_{cov} | N | % | ΔE^*_{cov} | N | % | ΔE^*_{cov} | N | % | ΔE^*_{cov} |
| A1 | 98 | 93.3 | 3.64 | 7 | 6.7 | 2.84 | 13 | 12.4 | 3.07 | 27 | 25.7 | 3.26 |
| A2 | 2 | 1.9 | 2.50 | 1 | 1.0 | 3.00 | 7 | 6.7 | 2.57 | 1 | 1.0 | 2.90 |
| B1 | 4 | 3.8 | 4.30 | 93 | 88.6 | 3.98 | 78 | 74.3 | 3.91 | 75 | 71.4 | 3.79 |
| C1 | 1 | 1.0 | 3.60 | 4 | 3.8 | 2.95 | 7 | 6.7 | 4.60 | 2 | 1.9 | 2.90 |
| Total | | | 3.64 | | | 3.86 | | | 3.76 | | | 3.63 |

I = Incisal 1/3, M = Middle 1/3, C = Cervical 1/3, W = Whole labial surface

패하게 된다[15]. 유치의 수복을 위해 개발된 Z100™ (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA)의 Pedo shade를 사용하더라도 유치의 각 부위 모두에서 조화로운 색조를 얻기에는 어려움이 있다[10].

유치의 심미 수복 재료의 개발을 위해서는 부위별 색조에 대한 기초 자료의 축적이 중요하다. 상악 유중절치는 어린이의 안면부 심미성에 중요한 영향을 미치며 Hyun 등[16]의 연구에서 치아 간 평균 색조 차이가 상악 유절치들 중에서 가장 적은 것으로 알려졌기 때문에 이 연구에서 유치의 부위별 색조 특성에 대해 알아보기 위한 연구 대상으로 삼았다[2].

대부분의 유치 색조 연구에서 기준으로 사용된 Vitapan® classical shade guide를 기준으로 조사한 결과 이 연구에서는 치경과 중간부에서 B1, 절단부에서 A1 shade가 적합한 것으로 나타났다지만 이는 기존의 연구들과 상이한 결과였다. Kim 등[4]은 미국 어린이의 유치에서 A1, A2, B1 shade가 흔하다고 하였으며 Meera 등[11]은 인도 어린이의 상악 유중절치의 절단부에서 A1 shade가 높은 빈도를 보이고 그 외의 상하악 유절치의 모든 부위에서 D2 shade가 흔하다고 하였다. Oh 등[12]은 한국 어린이의 상악 유절치를 대상으로 하여 치경부에서 D2, 중간부에서 C1, 절단부에서 A2 shade가 다수라고 보고 하였다.

선행 연구에서 서로 다른 인종 간에 유치 색조의 유의미한 차이가 있음을 보고하고 있어 외국 어린이들의 유치 색조에 대한 연구 결과와의 차이로 설명될 수 있다[17].

이 연구에서 Vitapan® Classical shade guide의 전체 순면에 대한 coverage error는 3.63으로 임상 허용의 한계치인 2.7을 넘는 수치였다. 이를 통해 Vita shade만으로 색조를 조사한 연구들 사이의 차이는 Vitapan® classical shade guide의 유치 색조와의 큰 부조화가 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 치아와 shade 탭 사이의 색조 일치 성공하는 것은 shade guide의 스펙트럼 범위와 밀접한 관련이 있지만 보통의 shade guide가 치아에 존재하는

색조에 비해 충분한 스펙트럼을 제공하지 못함이 알려져 있다 [18]. 이 연구에서 E^*_{min} 이 2.7 이하인 경우는 5.7%에 불과하여 한국 어린이 유치에 적용할 수 있는 shade guide의 개발이 필요함을 알 수 있다. Paravina 등[19]은 치아 부위에 따른 색상 분포와 스펙트럼 범위의 자료로 비선형 최적화를 통해 작은 coverage error의 shade guide model을 얻을 수 있다고 하였으므로 한국 어린이 유치에 맞는 shade guide의 개발을 위해서는 유치 부위별 색조에 대한 더 정확한 자료가 필요하다고 생각된다.

CIE $L^*a^*b^*$ 를 이용한 기존의 연구도 이 연구의 결과와 상이했다. 이 연구에서 다른 민족에 비하여 높은 색 좌표 값이 얻어진 것은 Hyun 등[16]의 연구와 동일하였지만 L^* 값은 Hyun 등의 연구에 비해 낮았다. 이는 연구에 사용된 색조 측정 장비의 종류 및 측정 조건의 차이에 의한 것으로 생각된다. Hyun 등[16]의 연구에서는 분광광도계에 비해 정밀도가 떨어지는 색채계 ShadeEye NCC (Shofu, Tokyo, Japan)가 이용되었고 유치의 크기에 비해 큰 접촉 팁으로 인해 부위를 나누지 않고 조사가 이루어졌다. 이 연구에서는 분광광도계의 외부 광원의 영향을 덜 받는 장점으로 이러한 한계점을 벗어날 수 있었다. Hugo 등[20]은 다른 측정 시스템으로 측정된 CIE L^*, a^*, b^* 사이의 비교는 바람직하지 않다고 하였으므로 유치 색조에 대해 신뢰할 수 있는 결론을 얻기 위해서는 정밀한 분광광도계를 이용한 연구가 다수 이루어져 그 자료가 비교 되어야 할 것으로 생각된다.

이 연구에서 증령에 따른 색조의 유의한 변화를 발견할 수 없었지만 Hyun 등[16]은 증령에 따른 유치 색조의 L^* 과 b^* 값의 유의한 변화를 보고하였다. 연령별 충분한 표본을 얻지 못한 점이 통계상 불리하게 작용했을 수 있지만 Meera 등[11]이 영구치에서 증령에 따른 색조의 변화는 2차 상아질의 침착이 주요 요인이라고 한 점을 비추어봤을 때 유중절치의 구강내 유지 기간이 영구치에 비해 짧기 때문에 영구치에서 발견되는 증령에 따른 변화가 발견되지 않았을 가능성도 있다고 생각된다.

이 연구에서 부위에 따른 색조의 분포는 영구치와 유사한 양상을 띠었다. CIE a^* , b^* 가 중간부와 전체 순면 사이에서 유의한 차이를 보이지 않은 것을 제외하고 CIE L^* , a^* , b^* 는 전체 순면 및 각 부위에 대해 유의한 차이를 보였다. L^* 값은 절단, 치경, 중간부 순으로 커졌고 a^* , b^* 값은 절단, 중간, 치경부 순으로 커져 영구치에서와 같이 중간부가 가장 밝으며 절단부에서 치경부로 이동함에 따라 적색, 황색이 증가함을 알 수 있었고 각 부위에서의 L^* , C^* , h^* 값의 범위도 영구치와 유사했다[8,9,15].

부위별 색조 차이의 주된 이유는 상아질의 선택적인 파장 흡수이며 색조는 상아질과 법랑질의 두께에 의해 결정된다[21]. 유치도 영구치와 유사한 상아질, 법랑질 구성을 가지고 치은에 의해 치경부의 색조가 영향을 받기 때문에 유사한 색조 분포를 보인다고 생각된다.

이 연구에서 각 부위 사이의 색조차 ΔE^*_{mean} 은 모든 경우에 대해 임상 허용의 한계치인 2.7을 넘어 각 부위는 쉽게 구분 가능한 정도의 색조차를 보이고 있었다. 하지만 영구치에서는 각 부위 사이의 색조차 ΔE^*_{mean} 이 이 연구에서보다 더 컸다[8,9]. 이는 유치가 더 낮은 치관의 높이를 가졌으며 영구치와 달리 증령에 따라 2차 상아질의 형성이 두드러지지 않기 때문으로 생각된다.

이 연구에서 각 부위의 색조는 유의하게 다를 뿐 아니라 서로 상관 관계를 가지고 있음을 확인할 수 있었다. Dozic 등[9]은 우측 영구 중절치에서 치경 및 절단부 L^* , b^* 값이 중간부의 L^* , b^* 값으로부터 계산될 수 있다고 하였지만 이 연구에서는 중간부의 L^* , a^* , b^* 값 모두가 치경 및 절단부의 L^* , a^* , b^* 값과 유의한 상관 관계를 보였다. 치경부의 L^* 값은 중간과 치경부의 a^* 값과 음의 상관 관계를 보여 치경부가 밝을수록 유치가 덜 붉은 빛을 띠 수 있음을 알 수 있었다. 유의미한 상관 관계를 갖는 각 부위의 CIE L^* , a^* , b^* 값 사이의 선형 회귀 분석을 시행하여 회귀식을 얻을 수 있었고 결정 계수를 확인하여 중간부 b^* 값을 이용하여 치경부의 b^* 값을 예측하는 것이 가능함을 알 수 있었다. 다른 부위 사이에서도 그 신뢰도는 약하지만 한 치아 부위의 색조 값을 통해 다른 부위의 색조 값을 예측 가능함을 알 수 있었다. 하지만 신뢰도 있는 예측을 위해서는 정확한 측정 장비를 이용해 더 많은 유치 색조의 자료를 얻어 이상치를 제거할 필요가 있을 것으로 생각된다. 이를 통해 유치 각 부위의 색조 사이의 관계를 CIE L^* , a^* , b^* 값의 관계로 정리하면 한 부위의 색조를 통해 다른 부위의 색조를 예상하거나 유치의 색조에 더 잘 맞는 수복 재료 및 보철물을 제작하기 위한 자료로 활용할 수 있을 것이다.

기존 대부분의 연구가 유치에 맞지 않는 Vita shade를 이용한 것과 달리 정확한 측정 장비인 분광광도계를 이용하여 CIE L^* , a^* , b^* 값으로 부위별 색조 사이의 관계를 조사하였다는 것에 이 연구의 의의가 있다. 이러한 상관 관계는 다른 종류의 유치에도

일부 적용될 수 있지만 유치도 성별 및 치아의 종류에 따라 색조의 변화를 보임이 알려져 있으므로 성별 및 유치의 종류에 따라 부위별 색조의 분포 및 관계에 대한 추가 연구가 필요하다.

V. 결 론

이 연구는 상악 유증절치 순면의 부위에 따른 색조 분포의 차이를 분광광도계를 이용하여 CIE $L^*a^*b^*$ 색 체계에 따라 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

유증절치의 CIE L^* , a^* , b^* 및 이를 통해 얻은 Vita shade는 중간 및 치경부에서 B1 shade, 절단부에서 A1 shade가 가장 빈도가 높았으나 coverage error가 임상 허용의 한계치를 넘어 VITAPAN® classical shade guide는 유치에 사용하기에 적합하지 않았다.

각 부위 사이에서 임상 허용의 한계치 이상의 색조차를 보였으며 CIE L^* , a^* , b^* 는 부위에 따라 유의한 차이를 보여($p < 0.05$) 명도는 중간부가 가장 높았고, 절단에서 치경부로 갈수록 적색, 황색이 증가하였다. 각 부위의 색조는 다른 부위의 색조와 상관 관계를 나타냈고 유치 각 부위 색조 사이의 관계를 CIE L^* , a^* , b^* 값 사이의 관계로 정리하면 한 부위의 색조로 다른 부위의 색조를 예상하거나 유치의 색조에 더 잘 부합하는 수복 재료 및 보철물을 제작하기 위한 자료로 활용할 수 있을 것이다.

References

1. Citron CI : Esthetics in pediatric dentistry. *N Y State Dent J*, 61:30-33, 1995.
2. Salami A, Walia T, Bashiri R : Comparison of parental satisfaction with three tooth-colored full-coronal restorations in primary maxillary incisors. *J Clin Pediatr Dent*, 39:423-428, 2015.
3. Knispel G : Factors affecting the process of color matching of restorative materials to natural teeth. *Quintessence Int*, 22:525-531, 1991.
4. Kim J, Paravina R, Chen JW : In vivo evaluation of color of primary teeth. *Pediatr Dent*, 29:383-386, 2007.
5. Tominaga S : Color classification of natural color images. *Col Res Appl*, 17:230-239, 1992.
6. Ragain JC Jr, Johnston WM : Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. *Color Res Appl*, 25:278-285, 2000.
7. Goodkind RJ, Schwabacher WB : Use of fiber-optic colorimeter for in vivo color measurement of 2,380 anterior teeth.

- J Prosthet Dent*, 58:535-542, 1987.
8. O'Brien WJ, Hemmendinger H, Groh CL, et al. : Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater*, 13:179-185, 1997.
 9. Dozic A, Kleverlaan CJ, Aartman IH, Feilzer AJ : Relation in color of three regions of vital human incisors. *Dent Mater*, 20:832-838, 2004.
 10. Balakrishnan A, Sudhan M : The Ideal Shade of Composite for Primary Dentition. *J Pharm Sci Res*, 9:35-36, 2017.
 11. Meera R, Shieh J, Muthu MS : In vivo evaluation of the color of anterior primary teeth. *J Dent Child (Chic)*, 78:154-158, 2011.
 12. 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*, 33:429-437, 2006.
 13. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH : Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res*, 81:578-582, 2002.
 14. Paravina RD, Majkic G, Imai FH, Powers JM : Optimization of tooth color and shade guide design. *J Prosthodont*, 16:269-276, 2007.
 15. Nalbant D, Babaç YG, Nalbant L : Examination of Natural Tooth Color Distribution Using Visual and Instrumental Shade Selection Methods. *Balk J Dent Med*, 20:104-110, 2016.
 16. Hyun HK, Lee YK, Lee SH, et al. : Color Distribution of Maxillary Primary Incisors in Korean Children. *Color Res Appl*, 35:153-158, 2010.
 17. Clark P, Powers JM, Johnson R, et al. : Primary teeth color in African-American, Caucasian, and Hispanic patients. *J Dent Res*, 78:231, 1999.
 18. Karamouzos A, Papadopoulos MA, Kolokithas G, Athanasiou AE : Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *J Oral Rehabil*, 34:613-621, 2007.
 19. Paravina RD, Majkic G, Chen JW : Development of a model shade guide for primary teeth. *Eur Arch Paediatr Dent*, 9:74-78, 2008.
 20. Hugo B, Witzel T, Klaiiber B : Comparison of in vivo visual and computer-aided tooth shade determination. *Clin Oral Investig*, 9:244-250, 2005.
 21. Price RB, Murphy DG, Dérand T : Light energy transmission through cured resin composite and human dentin. *Quintessence Int*, 9:659-667, 2000.

국문초록

분광광도계를 이용한 상악 유중절치의 부위에 따른 색조 분포 연구

이석순 · 장지혜 · 이대우 · 양연미 · 김재곤

전북대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실 및 구강생체과학연구소

이 연구의 목적은 상악 유중절치를 절단, 중간, 치경부로 나누어 각 부위의 색조 분포 및 각 부위 색조 사이의 관계를 분석하는 것이었다. 3세에서 6세 어린이의 건전한 상악 유중절치의 색조를 분광광도계를 이용하여 측정하였다. CIE L^* , a^* , b^* , C^* , h^* 및 이에 가장 잘 맞는 shade가 각 부위와 전체 순면에 대해 얻어졌다. 각 부위 및 전체 순면에 대해 CIE L^* , a^* , b^* 는 유의한 차이가 있었고($p < 0.05$) 각 부위 사이의 색조 차이는 임상 허용의 한계치 보다 컸다. 각 부위의 색조 사이의 관계를 L^* , a^* , b^* 값 사이의 관계로 정리하면 한 부위의 색조로 다른 부위의 색조를 예상하거나 유치의 색조에 더 잘 부합하는 수복 재료 및 보철물을 제작하기 위한 자료로 활용할 수 있다.