

한국인의 상하악 전치부 색조에 관한 연구

김태진 · 권극록 · 김형섭 · 우이형

경희대학교 치과대학 치과보철학교실, 경희대학교 구강생물학 연구소

연구목적: 본 연구에서는 한국인의 상하악 전치부간의 색조차이를 상하악 치아 순면의 정중부의 색조를 분광측색장치 (Spectrophotometer)를 이용하여 CIE L*a*b* 색체계로 비교분석을 하여, 실제 한국인의 상하악 전치부간의 색조차이에 관하여 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법: 수복물이 없으며 치주적으로 건강한 정상적인 치관부의 형태의 상하악 12전치를 가진 20대, 30대, 40대, 50대 이상 10명씩 남녀 각 40명씩 총80명을 대상으로 색조 측정을 시행하였다.

연구재료: SpectroShade™ MICRO (MHT S.p.A., Italy) 디지털 색조 분석 기구로서 대상 치아의 디지털 영상을 채득하여 이를 기계 내에 포함된 색조 분석시스템을 통해 shade map의 형태로 입력 분석하여 주는 장치이다.

결론: 1. 전치부 상, 하악 치아간 색조차이는 중절치, 측절치, 견치 모두에서 ΔE^* 가 보다 큰 것으로 나타났다.

2. 상, 하악 견치 간 색조차이는 중절치, 측절치 간의 색조차이보다 더 두드러지고 중절치간 측절치간 색조차이 정도는 유사한 것으로 나타났다.

3. 남녀 성별에 따른 상, 하악 치아 간의 색조차이는 그 정도가 유사한 것으로 나타났다.

4. 각 연령대에 따른 상, 하악 치아간 색조차이의 정도는 연령대와 상관없이 유사한 것으로 나타났다. (대한치과보철학회지 2008;46:343-350)

주요단어: 전치부 색조차이, 연령, 성별, 분광측색장치

서론

전치부 수복에 있어서 가장 중요한 사항은 자연스런 심미성의 회복이라 할 수 있다. 이런 심미적인 치아를 위해 중요한 것이 색조선택이며, 대부분의 색조선택은 술자의 경험 및 환자의 요구에 의한 경우가 많다. 그러나 환자들이 요구하는 자연스러움을 만족시키기 위해서는 보다 심도 깊은 접근이 필요하다. 정상교합을 가진 환자의 경우 상악이 하악보다 더 돌출되어 있고 또한 상악 전치부 치아들이 하악 전치부 치아들보다 더 면적이 넓고 크므로 색조선택에 있어서 상하악 치아간에 차이가 발생할 수 있다.¹ 또한 상하악 치아간 색조차이는 각 치아의 상아질 및 법랑질의 두께에 의해서도 차이가 발생하므로 상하악 치아의 색조선택은 보다 과학적인 접근이 필요하다.² 상하악 치아간의 색조차이가 나타난다면 이것이 단순한 시각적인 착각인지 아니면 실제 상하악 치아간에 색조차이가 나타나는지를 분석해봐야 하는 것이

다. 이러한 접근가운데 시각적인 착각에서 발생될 수 있는 요인은 대조효과에 의한 색상차이이다. 대조효과 (contrast effects)는 색의 인지, 색의 평가 능력에 크게 영향을 미치는 시각현상이다.² 이중 상하악치아의 색조차이에 영향을 줄 수 있는 대조효과는 면적대조와 공간대조 두가지이다.² 면적대조 (area contrast)는 대상의 크기가 시각적 색상인지에 영향을 주어서 큰 대상은 동일 대상의 작은 대상보다 밝게 보이고 밝은 대상은 동일한 크기의 어두운 대상보다 크게 보이는 현상이다. 상하악 치아간의 색상차이가 나타나게 되는 이유가 이러한 면적효과에 의한 색조차이인지 아니면 실제 상하악치아간에 색조차이가 나타나는지를 알아볼 필요가 있다. 공간대조 (spatial contrast)는 대상이 관찰자에게 가까울수록 크고 밝게 보이고 후퇴된 경우는 더 작고 어둡게 보이는 현상이다. 이런 현상은 회전되었거나 겹쳐진 치아에서 주로 나타나서 후퇴된 치아가 더욱 어둡게 보인다. 예로 구치부 치아는 어둡게 보여지고 입안의 그림자가 이 현상을

교신저자: 우이형

130-701 서울 동대문구 회기동 1 경희대학교 치과대학 치과보철학교실 02-958-9340: e-mail, yhwoo@khu.ac.kr

원고접수일: 2008년 2월 25일 / 원고최종수정일: 2008년 4월 30일 / 원고채택일: 2008년 8월 18일

더 두드러지게 한다. 정상교합에서 상악치아는 위치적으로 하악치아에 비해 돌출이 되어 있어 실제 이러한 공간효과에 의해 상하악치아간의 색조차이가 나타나는지 아니면 실제 상하악치아간의 색조차이가 나타나는지를 알아볼 필요가 있다.

색을 측정하는 방법에는 시각적 측정 방법인 정성적 방법과 기계에 의해 측정 하는 정량적 방법이 있다.³⁶ 가장 많이 사용하는 기존의 기성 shade guide를 기준으로 술자가 비교 대조하여 선택하는 방법은 주관적이며, 조건 등색현상 (metamerism) 등의 영향을 받을 수 있다. 따라서 색 차이의 객관적 평가를 위하여 색차이를 정량화할 수 있는 3자극색체계 (tristimuluscolorimeter)와 분광측색장치 (spectrophotometer)가 개발되었다.^{3,7,9} Paul 등은 육안에 의한 색조 평가의 재현성이 26.6%인데 반하여 분광측색장치를 이용한 색조의 평가시 재현성이 83.3%로 더 높다고 하였다.^{10,11} CIE 표준 표색계 (일명 XYZ 표색계)는 분광 3자극치 (Tristimulus Values)를 근거로 한 객관적이고 정량적인 방법이다.^{12,13}

본 연구에서는 한국인의 상하악 전치부간의 색조차이를 상하악 치아 순면의 정중부의 색조를 분광측색장치 (Spectrophotometer)를 이용하여 CIE L*a*b* 색체계로 비교분석을 하여, 실제 한국인의 상하악 전치부간의 색조차이에 관하여 알아보하고자 하였다.

연구재료 및 방법

1. 연구 대상

수복물이 없으며 치주적으로 건강한 정상적인 치관부의 형태의 상하악 12전치를 가진 20대, 30대, 40대, 50대 이상 10명씩 남녀 각 40명씩 총 80명을 대상으로 색조 측정을 시행하였다.

2. 연구 재료

(1) SpectroShade™ MICRO (MHT S.p.A., Italy)

디지털 색조 분석 기구로서 대상 치아의 디지털 영상을 채득하여 이를 기계 내에 포함된 색조 분석시스템을 통해 shade map의 형태로 입력 분석하여 주는 장치이다 (Fig. 1).

3. 연구 방법

(1) 치면세마

피검자에게 잇솔질을 시행하게 한 후 rubber cup과 pumice로 상하악 12전치의 순면을 연마하였다.

(2) 대상 치아의 영상 채득

SpectroShade™를 이용하여 피검자 80명의 상하악 좌우 중절치, 측절치 및 견치의 영상을 채득하였다 (Fig. 2). 영상 채득 전 SpectroShade™를 Base Unit에 장착하여 제조사의 지시대로 white와 green calibration을 시행하였다. 영상



Fig. 1. SpectroShade™ Micro taking (MHT S.p.A., Italy).



Fig. 2. Digital tooth image.

채득은 SpectroShade™를 대상 치아의 순면에 직각으로 접촉한 상태로 영상을 채득하였다. 영상 채득시에는 SpectroShade™에서 빛에 의한 굴절이 최소화되어 영상이 바르게 채득 되었을 때 표시되는 green색이 나타난 영상만을 사용하였다. 채득된 영상 정보는 Compact flash memory card인 ShadeDisk™에 저장하였다.

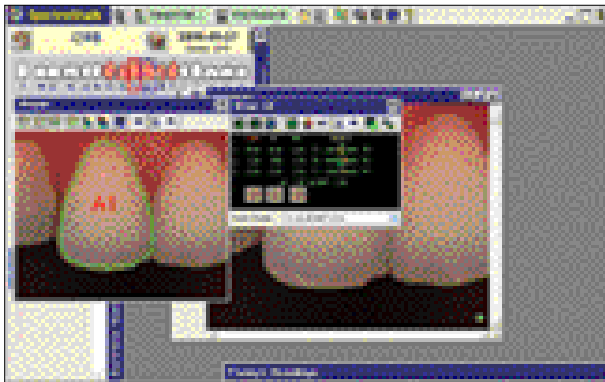


Fig. 3. A Sample of Digital shade map.

(3) Shade map 채득

Compact flash memory card에 저장된 대상치아의 영상을 컴퓨터상에 옮겨 SpectroShade™ Software인 Vita/Classical mode로 처리하여 shade map을 얻었다 (Fig. 3).

4. 각 치아의 L*a*b* 기록

본 연구에서는 상하악 전치부간의 색조차이를 분석하기 위해 전체 연구대상자 80명 전체의 상하악 전치간의 색조차이와 남녀 성별에 따른 상하악 전치부간의 색조차이 및 연령대에 따른 상하악전치부간의 색조차이를 CIE L*a*b* 색체계로 분석하고자 하였다.

각각의 L*a*b* 값을 통하여 ΔE*값을 얻었으며 색조차이인 ΔE*값의 산출 공식은 다음과 같다.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Table I. Mean L* of examined people

	N	Mean	SD	t	P
Canine	80	72.68	2.02	2.03	0.945
Lateral incisor	80	74.01	1.368	1.932	0.780
Central incisor	80	75.23	1.964	-3.012	0.897

Table II. Mean a* of examined people

	N	Mean	SD	t	P
Canine	80	6.56	1.035	1.333	0.849
Lateral incisor	80	4.26	1.098	1.932	0.698
Central incisor	80	4.23	1.113	2.543	0.756

Table III. Mean b* of examined people

	N	Mean	SD	t	P
Canine	80	23.56	0.987	0.633	0.901
Lateral incisor	80	16.26	0.256	0.193	0.879
Central incisor	80	14.23	0.869	1.043	0.858

Table IV. Qualifying examination of all examined people ΔE^* value

	N	Mean	SD	t	P
Canine	80	2.561	1.634	1.633	0.949
Lateral incisor	80	2.268	1.518	-2.932	0.998
Central incisor	80	2.238	1.309	-3.543	1.000

Table V. Mean ΔE^* value between genders

	gender	N	Mean	SD	P
Canine	Male	40	2.121	1.252	0.059
	Female	40	3.139	1.921	
Lateral incisor	Male	40	2.260	1.582	0.972
	Female	40	2.278	1.481	
Central incisor	Male	40	2.306	1.290	0.722
	Female	40	2.148	1.370	

Table VI. Mean ΔE^* in order of years grade

ages	20s	30s	40s	50s	P
Canine	2.754	3.128	2.588	2.859	0.122
Lateral incisor	2.313	2.186	2.574	2.851	0.812
Central incisor	2.711	2.751	2.894	3.157	0.62

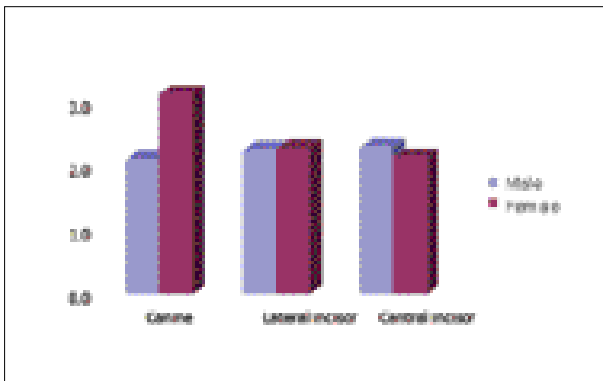


Fig. 5. Graph ΔE^* value between genders.

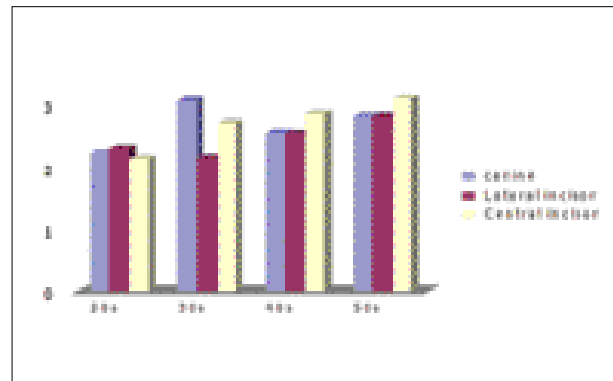


Fig. 6. Graph ΔE^* in order of years grade.

5. 통계 분석

각각의 L*a*b* 값을 통하여 ΔE^* 값을 얻었으며 색조 차이인 ΔE^* 값의 통계처리에는 SPSS V10.0 for Win. (SPSS Inc., IL, USA)을 사용하여 one-way ANOVA test,

Scheffe multiple range test를 시행하였으며 95%유의수준으로 검증하였다.

결과

1. 전체 연구대상자 ΔE^* 값 비교

전체 연구대상자 80명에 대해 연구대상자 각 사람의 치아 $L^*a^*b^*$ 값을 얻었으며 이에 대한 평균치를 나타내었다 (Table I, II, III). 이를 바탕으로 상악중절치는 하악 중절치와 비교하는 식으로 상하 중절치는 중절치끼리 측절치는 측절치끼리 견치는 견치끼리 색조차이를 분석하였다. 구하여진 $L^*a^*b^*$ 값을 색차 방정식에 대입하여 ΔE^* 값을 얻었으며 그 평균치를 얻었다 (Table IV). 이를 분석해보면 연구대상자 80명 전체의 상하 대합치끼리 색조차이를 나타내는 ΔE^* 값의 평균치는 기준치 2.0 보다 높게 나타났다. 상하악 견치간의 색조차이는 그 평균치가 2.561로 상하악 중절치끼리나 측절치끼리 색조차이의 평균치는 2.268, 2.238보다 더 높게 나타났다.

2. 남녀 성별에 따른 ΔE^* 값 비교

남녀 40명씩 상하악 치아끼리 색조차이를 비교해 봤을 때 견치에서는 남자가 2.12 여자는 3.13 나타났다. 측절치에서는 남녀간의 색조차이가 2.26, 2.27로 거의 유사하였으며 중절치에서도 남녀간의 색조 차이가 거의 나타나지 않았다 (Table V). 견치에서만 남녀간의 색조차이가 났었으나 (Fig. 5), 통계학적 유의성 검증에서 중절치 측절치 견치 모두에서 유의수준이 $P > .05$ 로 남녀 성별에 따른 ΔE^* 값의 차이는 없었다 (Table V).

3. 연령대에 따른 ΔE^* 값 비교

각 연령대별로 상하악 중절치간, 측절치간, 견치간 색조차이값 ΔE^* 값을 분석하여 그 평균값을 나타내었다 (Fig. 6). 이 경우 중절치, 측절치, 견치에서 상하악전치부 치아간 색조차이는 견치에서는 20대에서 2.754 50대에서는 2.859등으로 나타났다. 또한 중절치에서는 20대에서 2.711 50대에서 3.157로 나타났다 (Table VI). 유의성 검증에서는 전체 80명 수준에서 t-검정시 유의수준 0.05보다 크게 나타나 연령대별 ΔE^* 값의 차이는 존재하지 않는 것으로 나타났다 ($P > .05$) (Table VI).

총괄 및 고안

일반적으로 사용되는 표색계 (color order system)에는 Munsell 시스템과 CIE $L^*a^*b^*$ 시스템이 있다.¹⁵ Munsell 시

스템은 미국의 미술교사인 A.H. Munsell에 의해 창안된 것으로 색상, 명도, 채도의 3가지 변수에 의해 3차원 좌표로 표현해 색을 정의한다. 이는 표준화된 색을 이용하여 육안적으로 색을 규명하는 것이다.^{12,13} 1978년에 국제 조명 위원회 (Commission Internationale de J' Eclairage)에 의해 채택된 CIE system은 측정의 결과를 $L^*a^*b^*$ 로 나타낸다. L^* 은 명도로 0-100의 범위를 나타내며 수치가 높으면 밝음을 나타낸다. a^* 는 적색채도로 (+)는 적색의 정도, (-)는 녹색의 정도를 나타내며 ± 60 의 범위를 갖는다. b^* 는 황색채도로 (+)는 황색의 정도, (-)는 청색의 정도를 의미하며 ± 60 의 범위를 갖는다.

두 물체간의 색차의 정도는 ΔE^* 값을 통해 나타낸다. Johnston 등은¹⁶ 색차가 3.7 이하이면 치과 수복재료로 임상에서 허용 가능하다고 하였다. O' Brien 등은¹⁷ ΔE^* 값이 1 이하일 경우 색의 일치가 우수하고, 2 이하일 경우 임상적으로 허용 가능하며, 3.7 이상일 경우 임상적으로 확연히 구별 된다고 하였다. 그러나 이런 많은 연구에도 불구하고, 임상적 지침으로 확립된 ΔE^* 값에 대해 언급하기는 어려운 실정이다. 미국 치과의사 협회 (ADA)는 ΔE^* 값이 2일 때, 색 차이를 인지할 수 있는 기준값으로 정하였다.¹⁸ 본 연구에서 사용한 ΔE^* 값은 미국 치과의사 협회 (ADA)의 기준에 의한 것이며 기준값 2.0보다 큰 경우에 색조차이가 존재하는 것으로 규정하였다.

치아의 색조는 사람마다 주관적인 관점을 가지고 있고 또한 치아의 색조 자체가 빛에 의한 굴절과 여러 복합적인 현상으로 인해 한가지 색으로 구분지을 수 없는 경우가 많다. O' Brien과 Hemmendinger¹⁷는 발견된 전치부의 색조를 CIE $L^*a^*b^*$ 색체계로 분석한 결과 절단면, 중앙부, 치은연 부위의 색조가 차이를 보임을 보고하였다. 따라서 여러 사람마다에게 나타나는 색조 인식의 차이를 없애고 객관화시킬 수 있는 장치의 사용이 필요하다.

본 연구에서 사용한 분광측색장치 (Spectrophotometer)는 전체 가시광선 스펙트럼에서 나타나는 명암 채도 색상을 각각 한번의 하나의 파장으로 물체에 반사되거나 투과되는 가시광선 에너지의 양을 측정하고 기록한다. 분광측색장치에서 얻은 막대한 자료는 처리과정이 필요하며 자료를 축소해서 자료를 유용한 것 예를 들면 스펙트럼 곡선으로 전환시켜야 한다.¹⁹ 치과 연구와 임상적 사용에서 분광측색장치의 광범위한 사용은 장비가 비싸고 복잡하여 지체되어 왔으며 최근까지도 이 기계를 사용하여 치아 색을 측정하기는 어려웠다. 구형과학이라고 불리우는 분광측색장치의 사용에 대한 연구는 물체를 분광측색장치안에 넣고 수많은 다른 각과 방향의 빛에 노출시키는 것이다. 이것은 물체의 반사 성질의 가장 정

확하고 자세한 스펙트럼한 분석을 제공한다. 하지만 치과영역에서의 분광측색장치는 360도 빛 노출을 할 수 없다. 치아를 장치안에 넣을 수 없기 때문이다. 대신 빛을 치아 표면에 조사할 수 있다. 이번실험에 사용된 분광측색장치가 기존 분광측색장치와 다른 점은 사용되는 두 광학 빛 설정값이 있다. 조명을 0도로 하고 45도에서 관찰하거나 조명을 45도로 하고 관찰을 0도에서 하는 것이다.¹⁹ 구강에서의 제한된 접근 때문에 조명을 45도 0도에서 관찰하는 것만이 임상적 사용에 적합하다. 임상에 사용하기 위해 개발된 분광측색장치는 MHT의 SpectroShade™이다. 이 SpectroShade™ 시스템은 치아의 색을 측정하기 위해 분광측색장치에 광학섬유를 통해 연결된 두개의 디지털 카메라를 사용한다. 치아를 조명하고 투과도와 반사도를 읽기 위해 쌍으로 된 빛 메커니즘을 사용한다. SpectroShade™는 보다 진보한 색 그래프로 색상을 표현하는 능력을 지니고 있다.¹⁹

본 연구에서는 MHT의 SpectroShade™를 사용하여 치아의 색을 측정하였으며 치아의 절단면, 중앙부, 치은연 세부위중 중앙부의 색을 측정하여 사용하였으며, 채득시에는 환자에게 스키텔링 및 pumice를 사용하여 치아색조 측정 준비를 하였다. 치아색조 측정시에는 제조사의 지시대로 white, green calibration을 시행하였으며 채득시에 녹색으로 표시된 shade map만을 선택하여 연구에 사용하였다.

자연치의 색조를 객관화시켜 판단하기 위한 많은 노력들이 여러 학자들에 의해 시도되어져 왔다. 박과 정²⁰은 한국인의 자연치를 정량적으로 분석, 조사하여 치아의 명도 및 채도는 성별에 따른 차이를 보이지 않았으나 증령에 따라 명도는 감소하고 황색채도는 증가한다고 보고하였다. Yeh는^{14,21,25} 치아의 색은 법랑질, 상아질, 치수의 구조 및 두께에 의하여 개인에 따라 다양하다 하였으며, Clark^{22,23,24} 등은 치아고유의 색은 치아 표면에서 직접 반사되는 빛과 상아질로부터 반사되어 내부에서 반사와 굴절을 한 빛, 이 두가지가 합쳐져서 나타나므로 광선은 법랑질의 두께와 투명도에 따라 변화한다 하였다. Campos²¹는 정상적인 법랑질은 Bluish-grey인 반면 상아질은 brownish-yellow이며 상아질의 색이 법랑질을 통해서 내미쳐 보인다고 하였다. 치경부로 갈수록 yellow가 강해지며 절단부로 갈수록 gray가 강해진다고 하였다. 두께가 얇은 부위는 많은 빛이 투과 하기 때문에 더 어둡게 보이며 두께가 두꺼운 부위는 많은 빛의 반사로 인하여 밝게 보인다고 Campos, Clark 등은 보고하였다.²¹⁻²⁵ 상악 중절치의 경우 순면의 법랑질 두께는 0.72 - 0.75 mm인 반면 하

악 중절치 및 측절치의 경우 0.68 - 0.73 mm 으로 그 두께가 상악중절치보다 약간 얇은 것으로 보고되고 있다.⁴ 치아별 색을 고려할 때 McLean²⁶은 견치는 전치 및 소구치에 비해 높은 채도를 갖고 있으므로 색조 선택시 기준이 된다 하였는데 본 연구에서도 상악전치가 상악중절치 및 상악측절치에 비해 a* 및 b*는 높게 나타났다 (Table II, III).

본 연구에서 상하악 전치부 치아간의 색조차이가 나타난 것은 이들 사항을 고려해볼 때 상악전치부치아에 비해 하악전치부 치아의 순면의 법랑질의 두께가 얇아 빛의 투과량에 의한 차이로 생각되어지지만 법랑질의 두께가 현격히 차이가 나는 것은 아니라 쉽게 단정하기는 어렵고 이에 대한 연구가 뒷받침이 되어져야 할 것으로 보인다. 또 박과 정²⁰의 연구에서 상하악 남녀간의 평균 L*, a*, b*값을 비교해보면 남녀간의 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타났으며, 오히려 개인에 따라 더욱 다양한 색의 보여주고 있다고 언급하였는데 본 연구에서도 남녀간의 상하악전치부 치아간의 색조차이는 나타나지 않는 것으로 나타났다. 이는 남녀간의 치아크기의 차이나 조직학적인 상아질과 백악질의 두께 차이가 현격하게 차이가 나지 않고 상하악전치부 치아 모두에서 색조변화가 나타나기 때문에 남녀간의 상하악치아간 색조차이도 나타나지 않는 것으로 여겨진다.²⁰

또한 증령에 따른 자연치 색의 변화에서는 젊은 사람은 밝은 색의 치아를 가지며 연령이 증가함에 따라 어두운 치아를 갖게 되는데,^{23,27} 이러한 변화는 일생을 제2차 상아질 형성에 의한 상아질의 형태적인 변화 및 치수강의 협착, 외부로부터의 착색 치아의 교모 및 마모 등으로 인하여 야기된다고 하였다.²⁷

본 연구에서도 연령에 따른 상하악 전치부 치아간의 색조차이는 크게 나타나지 않은 것으로 나타났는데, 이는 젊은 사람의 밝은 색의 치아가 연령이 증가함에 따라 상하악 모두에서 어두운 색의 치아로 변화하기 때문에 젊은 사람이나 나이든 늙은이 모두에서 상하악 전치부 치아간에 색조차이가 존재하지 않는 것이 나타난 것으로 보이나, 이에 대한 더욱 깊은 연구들이 뒷받침이 되어져야 할 것으로 생각된다.

환자들의 보다 자연스러운 보철수복물의 요구에 맞춰 디지털색조분석에 대한 연구는 보다 필요할 것으로 생각되며 이에 대한 색조 재현에 관한 연구는 더욱 필요하리라 생각된다.

결론

본 연구에서는 한국인 상하악 전치부 색조차이를 CIE L*a*b* 색체계와 SpectroShade™를 이용하여 비교분석하였다. 정상적인 치관부의 형태인 수복물이 없으며 치주적으로 건강한 상하악 12전치를 가진 남녀별로 20대, 30대, 40대, 50대 이상 각각 10명씩 총 80명의 연구대상자의 색조측정을 시행하였다. 상하악 전치부간의 색조차이와 남녀 성별에 따른 상하악 전치부간의 색조차이 및 연령대에 따른 상하악전치부간의 색조차이 세 가지로 나누어 비교분석하였으며 다음과 같은 결론을 내렸다.

1. 전치부 상, 하악 치아간 색조차이는 중절치, 측절치, 견치 모두에서 ΔE^* 가 2보다 큰 것으로 나타났다.
2. 상, 하악 견치 간 색조차이는 중절치, 측절치 간의 색조차이보다 더 두드러 지고 중절치간 측절치간 색조차이 정도는 유사한 것으로 나타났다.
3. 남녀 성별에 따른 상, 하악 치아 간의 색조차이는 그 정도가 유사한 것으로 나타났다.
4. 각 연령대에 따른 상, 하악 치아간 색조차이의 정도는 연령대와 상관없이 유사한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Okeson JP. Management of temporomandibular disorders and occlusion *Gomun* 1994;62-85.
2. Choi YH. Study of color. *Mijin*. 1985;11.
3. Pae AR, Woo YH, Kim HS, Choi DG. Spectrophotometric analysis of the influence of zirconia on the color of ceramic. *J Kor Acad Prosthodont* 2005;8:466-77.
4. Price RB, Murphy DG, Derand T. Light energy transmission through cured resin composite and human dentin. *Quintessence Int* 2000;31:659-67.
5. James LR, Femaree RG, Wolf G. Estimating within-group inter-rater reliability with and without bias. *J Applied Psychology* 1984;69:85-98.
6. Seghi RR. Effects of instrumental-measuring geometry on colorimetric assessments of dental porcelains. *J Dent Res* 1990;69:1180-3.
7. Jorgensen MW, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of five porcelains relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *J Prosthet Dent* 1979;2:96-105.
8. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessment of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 1989;68:1760-4.
9. Van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmit WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent* 1990;63:155-62.
10. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002;81:578-82.
11. Bangston LK, Goodkind RJ. The conversion of chromascan designations to CIE tristimulus values. *J Prosthet Dent* 1982;47:610-7.
12. Kim YH. Study on the color stability of veneer resin. *J Kor Acad Conservative Dent* 1991;16:1-5.
13. Kim HE, Cho IH, Lim JH, Lim HS. Shade analysis of anterior teeth using digital shade analysis system. *J Kor Acad Prosthodont* 2003;41:565-81.
14. Munsell AH. Color Notation. 2nd. Munsell color company. Inc. 1961:15-20.
15. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989;68:819-22.
16. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small-color-difference equation for dental shades. *J Dent Res* 1990;69:1762-4.
17. Wozniak WT. Proposed guidelines for the acceptance program for dental shade guides. *J American dental Ass. Chicago*. 1987;1-2.
18. Chu SJ, Devigus A. Fundamentals of color shade matching and communication in esthetic dentistry. 2005;85-90. *Mater Res* 1993;27:729-34.
19. Park HK, Chung CH. A Study on the Color of Korean Natural Teeth. *J Kor Acad Prosthodont* 1988;26:185-96.
20. Campos EP, Tincoines Y. Coloraciones De las Piezas Dentarias. *An Espan Odonto Stomat Mac-Pherson* 1970;29:519-29.
21. Clark EB. An Analysis of tooth color. *J Amer Dent Ass* 1931;18:2093-103.
22. Clark EB. Selection of tooth color for edentulous patient. *J Prosth Dent* 1947;35:787-93.
23. Clark EB. Tooth color selection. *J Amer Dent Ass* 1933;20:1065-73.
24. Yeh CL. The color and optical properties of shade composites. Thesis Univ. of Michigan, 1945.
25. McLean JW. The Science and art of dental ceramics. Chicago. Quintessence Publishing Co. Vol. 1, 1979.
26. Gustafson G. Age determinations of teeth. *J Am Dent Assoc* 1950;41:45-54.

A Study of the shade of between maxillary and mandibular anterior teeth in the Korean

Tae-Jin Kim, DMD, Kung-Rock Kwon, DMD, MSD, PhD,

Hyeong-Seob Kim, DMD, MSD, PhD, Yi-Hyung Woo, DMD, MSD, PhD

Department of Prosthodontics and Institute of Oral Biology, School of Dentistry, Kyung-Hee University

Purpose: The purpose of this study was to spectrophotometrically evaluate the shade difference between of maxillary and mandibular anterior teeth in the Korean by the standard of vita classical shade guide using SpectroShade™. **Material and methods:** In this study, the shades of healthy anterior teeth were examined and analyzed using the digital shade analysis of SpectroShade™. This study examined 80 individuals in their twenties, thirties, forties, fifties ages and 40 males and 40 females, presenting 12 healthy, unrestored maxillary and mandibular anterior teeth. Tooth brushing and oral prophylaxis were performed prior to evaluation. The SpectroShade™ was used to acquire images of the 12 maxillary and mandibular anterior teeth. These images were analyzed using SpectroShade™ Software, and shade maps of each tooth were acquired. The shade difference of upper and lower, and gender differences and ages difference were investigated and analyzed with CIE L*a*b* color order system. One-Way ANOVA test was used to find out if there were significant differences between groups tested and Sheffe multiple comparison was used to identify where the differences were. **Results:** 1. Shade differences were significant ($P < .05$) between maxillary and mandibular central incisor, lateral incisor, canine. 2. No significant differences in shade distribution were seen between lateral incisors and central incisors. 3. Canine's shade difference were more significant than central incisor's and lateral incisors's. 4. No significant differences in shade distribution were seen between genders in maxillary and mandibular central incisor, lateral incisor, canine. 5. No significant differences in shade distribution were seen in order of years in maxillary and mandibular central incisor, lateral incisor, canine. **Conclusions:** The results of this study show that 1. Shade difference was founded in maxillary and mandibular anterior teeth and ΔE^* value was more than 2.0. 2. Canine's shade difference were more significant than central incisor's and lateral incisors's and between central incisors and lateral incisors shade differences were no significant. 3. No significant differences in shade distribution were seen between genders in maxillary and mandibular anterior teeth. 4. No significant differences in shade distribution were seen in order of years grade in maxillary and mandibular anterior teeth.

Key words: Spectrophotometer, Shade, Genders

Corresponding Author: Yi-Hyung Woo

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung-Hee University

#1, Hoegi-Dong, Dongdaemun-Gu, Seoul, 130-701, Korea

+82 2 958 9340: e-mail, yhwoo@khu.ac.kr

Received February 25, 2008; Last Revision April 30, 2008; Accepted August 18, 2008.