

디지털 카메라를 이용한 치아색상 측정

단국대학교 치과대학 치과보존학교실

이문영 · 신동훈

Abstract

NEW EVALUATION TECHNIQUE IN TEETH COLOR USING DIGITAL CAMERA

Moon-Young Lee, Dong-Hoon Shin

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Dankook University

In addition to their function, there is growing interest in esthetics of restorations for teeth from fracture and loss. Because the perception of color depends on a lot of factors such as light source, object, observer and so on. It is difficult to make an objective expression. Therefore the using of mechanical equipment is recommended to exclude these variables and observer's bias. This study was carried out to evaluate the teeth color with a newly developed digital camera and to suggest a way to solve its flaws. After photo-taking and storing the images of normal teeth into a computer, color spaces were examined with an image analysis system, Adobe Photoshop 3.04 and a statistical significance was determined between groups in term of teeth positions and ages.

Results were as follow ;

1. Central incisor looked darker than lateral incisor($p < 0.05$), but lateral incisor and canine showed a similar lightness.
2. Central incisor showed more greenish color than lateral incisor and canine($p < 0.05$).
3. Canine showed higher yellowish value than central and lateral incisors($p < 0.05$).
4. Central incisor and canine showed no difference with aging. But in lateral incisor, teeth in fifth decade were lighter than those of third($p < 0.05$) and teeth in third decade were more reddish and yellowish than those of fourth decade($p < 0.05$).

I. 서 론

치아우식이나 치아파절 등에 의해 손상되거나 상실된 치아의 수복시 그 기능 이외에도 수복물의 심미에 대한 관심도 날로 높아져만 가고 있다. 심미성이란 수복물이 얼마나 자연스러운가에 의해 결정되는데 이는 자연치에 대한 충분한 연구 및 지식, 재현에 의해서만 얻어질 수 있다. 자연치가 가지는 여러 특징중 심미에 특히 영향을 주는 것에는 치아의 색, 질감 및 투과성을 들 수 있다. 예를 들면 개개 치아의 특징과 개성은 치아의 질감에 의해 크게 영향 받는다. 어린 환자의 치아에서는 발육구나 법랑질릉(perikyma) 등이 존재하고 나이든 환자의 경우 마모에 의해 편평한 양상을 보인다. 이런 치아표면의 질감은 빛을 여러 방향으로 굴절시켜 치아의 모양이나 색이 원래의 것과는 다르게 인식되게 한다. 투과성의 정도는 빛이 밖으로 반사되기 전에 얼마나 깊게 치아 또는 수복물을 통과하였는가에 관계되며 치아의 특징적인 심미성을 제공한다¹⁾.

색은 보존적 심미치과영역에서 그 역할이 가장 복잡하고 이해하기 힘든 요소로 알려져 있다. 예전부터 색상을 표현해 왔으나 1660년대 후반에 이르러서야 비로소 색에 대한 과학적인 접근을 할 수 있었다²⁾. 치아에서는 치은에서 절단면쪽으로 갈수록 색이 밝아지는 것을 볼 수 있는데 이것은 법랑질이 점점 두꺼워지기 때문에 나타나는 현상이다. 또한 치아간에도 일반적으로 전치가 중절치나 측절치에 비해 더 어두운 양상을 보인다³⁾. 색상인지는 여러 단계를 거쳐 이루어지게 되는데 광원에서 빛이 나와 사물에 조사되고 반사되어 눈을 통해 시신경에 자극을 주게 되면 대뇌에서 색으로 인식된다고 알려져 있다. 이때 각 단계별로 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 현상이다⁴⁾.

이런 복잡한 색을 표현하는 방법에는 Munsell system, RGB 색체계가 사용되어 왔으며 현재

는 보다 과학적으로 표준화된 C.I.E. $L^*a^*b^*$ 이라는 색체계가 많이 사용되고 있다. 이 방법은 1931년 C.I.E. (Commission Internationale d'Eclairage)라는 국제 기구가 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 빨강, (-)는 초록, b^* 는 (+)는 노랑, (-)는 파랑의 정도를 나타낸다.

치아색을 측정하는 방법에는 여러가지가 있는데 그중 가장 간단한 방법으로는 비색법이 있다. 이는 육안으로 색상을 판정하는 방법으로 간편하지만 비과학적이며 관찰자의 편견이 개입될 가능성이 높다. 기계를 이용한 방법에는 크게 두가지가 있는데 분광광도계를 이용한 방법과 비색계를 이용한 방법이다. 분광광도계는 빛을 사물에 조사하여 반사된 빛의 spectral power distribution을 측정하는 방법이고 비색계를 이용하는 방법은 빛을 사물에 조사하여 반사된 빛을 빨강, 녹색, 파랑 3개의 필터를 통해 색상을 분석하는 방법이다⁵⁾. 이에 Burgt⁶⁾ 등은 분광광도계로, Goodkind 등^{9,10)}은 비색계와 분광광도계를 이용하여 자연치의 색상을 분석한 바 있고 김 등¹¹⁾, 박 등¹²⁾은 비색계를 이용한 실험에서 증령에 따라 명도(L^* 값)가 일정하게 감소하고, 노랑색조(b^* 값)는 증가되는 양상을 보인다고 하였다.

최근 개발된 디지털 카메라는 빛을 전기신호로 바꿔주고 다시 이러한 신호를 ADC(analog-to-digital converter)로 알려진 칩에 의하여 0과 1의 디지털 신호로 전환시켜 현상, 인화 과정을 거치지 않고 물체의 영상을 컴퓨터에 직접 전달할 수 있는 기기이다.

현대과학과 현대인의 삶을 컴퓨터와 분리시킬 수 없을 정도로 밀접한 관계를 갖고 있으며 본 연구와 같은 방식을 이용하면 화상의 영구저장 및 다단계에 의한 변형을 우려하지 않아도 된다는 점을 이용하여 본 연구에서는 심미수복 치료의 성패를 좌우하는 주된 요소인 색상에 대해 디지털 카메라를 이용하여 자연치의 정상색상을 관찰, 치아 및 연령별로 조사하여 향후 이러한 기기를 이용한 색상측정법의 문제점 및

개선방향을 제시코자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

단국대학교 치과병원 보존과에 내원한 환자중 우측 중절치, 측절치 및 견치에 수복물이 없는 정상 치아로 Tetracycline이나 불소에 의한 치아변색 및 부분적인 반점이 없는 남자 환자중 20대 10명, 30대 10명, 40대 6명의 76개 치아를 대상으로 하였다. 환자 내원시 우측 중절치, 측절치 및 견치를 세마제로 세마한 다음 건조시킨 후 Vita shade guide를 이용하여 만든 기구를 구강내에 장착한 다음 디지털 카메라인 DC-40 (Eastman Kodak company, U.S.A.)을 이용하여 사진 촬영한 후 그 이미지를 모니터 (Apple computer, Inc., U.S.A.)와 컴퓨터(Power Macintosh 6100/CD, Apple computer, Inc., U.S.A.)상에 저장하였다. 한편 사진 촬영시 물체의 색상에 영향을 줄 수 있는 광원의 변수를 줄이기 위해 카메라의 앞부분에 특수 제작된 장치를 부착시켜 촬영조건을 표준화시켰다.

Adobe Photoshop 3.04를 이용하여 채득된 각 치아 및 shade guide의 색상을 분석하였으며 분석시 각 치아를 9등분하여 각 부분별로 Z자 모양의 5점을 선택하여 그 점에서의 L*, a*, b*, 값을 얻은 다음 평균치를 산출하여 대표값으로 정하였다. 또한 각 화상이 동일 조건에 의해 채득되었는지를 확인하기 위해 기준점으로 함께 찍은 shade guide의 색상 수치를 먼저 분석한 후 ANOVA 분석을 통해 동일 조건임을 판정하였다. 각 치아간의 유의성과 연령에 따른 통계적 유의성은 ANOVA와 95% 유의수준의 Scheffe's test로 검정하였다.

III. 실험 성적

1) 각 치아간 색상 차이

치아별 L*, a*, b* 값의 평균치와 치아간 유의성은 표 1, 2, 3에 나타난 바와 같다. 견치를 비교한 결과 중절치에 비해 측절치와 견치가 밝게 나타났으며(p<0.05), 붉은 색조가 덜한(p<0.05) 양상을 보였다. 또한 견치가

표 1. 치아별 L* 값 및 치아간 유의성

평 균	군	중 절 치	측 절 치	견 치
52.5	중 절 치			
63.5	측 절 치	*		
62.2	견 치	*		

* : p<0.05

표 2. 치아별 a* 값 및 치아간 유의성

평 균	군	중 절 치	측 절 치	견 치
8.8	중 절 치			
10.8	측 절 치	*		
12.1	견 치	*		

* : p<0.05

표 3. 치아별 b* 값 및 치아간 유의성

평 균	군	중 절 치	측 절 치	견 치
23.0	중 절 치			
22.5	측 절 치			
27.3	견 치	*	*	

* : p<0.05

중절치 및 측절치에 비해 더 진한($p < 0.05$) 노랑 색조를 띠었다.

IV. 총괄 및 고안

심미성 수복재의 사용 증가와 더불어 심미성을 재현해 주기 위한 노력이 부단히 경주되어 왔으며 이를 위해서는 치아색에 대한 이해가 필수라고 인식되어 왔다. 그러나 색상인지란 주관적으로 인식되고 표현되는 객관적인 현상이며 복합적인 요인들이 관여되어 산출된 결과이기 때문에 다양한 연구가 있어 왔지만 실제 임상에 응용하기에는 부족한 실정이다. 이러한 색상에 대해 Preston 등¹³⁾은 구강내에서 인접 자연치의 색과 조화되도록 수복물의 색상을 회복시켜 주는 것이 심미적인 관점에서 매우

2) 각 연령별 색상 차이

연령에 따른 각 치아별 L*, a*, b* 값의 평균치와 연령별 유의성은 표 4, 5, 6에 나타난 바와 같다. L*, a*, b* 수치 공히 측절치에서만 연령에 따른 차이를 보였으며 중절치와 견치에서는 20대부터 40대까지의 연령 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다. 측절치의 경우, 20대가 40대에 비해 어두웠고, 20대가 30대에 비해 더 진한($p < 0.05$) 붉은 색과 노랑 색조를 띠었다.

표 4. 연령별 L* 값 및 유의성

평 균			중 절 치			측 절 치			견 치		
			20대	30대	40대	20대	30대	40대	20대	30대	40대
57.2	중절치	20대									
56.6		30대									
54.1		40대									
61.6	측절치	20대						*			
63.9		30대									
65.2		40대									
64.8	견 치	20대									
62.2		30대									
63.5		40대									

* : $p < 0.05$

표 5. 연령별 a* 값 및 유의성

평 균			중 절 치			측 절 치			견 치		
			20대	30대	40대	20대	30대	40대	20대	30대	40대
9.4	중절치	20대									
8.0		30대									
8.4		40대									
12.0	측절치	20대					*				
9.5		30대									
10.3		40대									
12.4	견 치	20대									
11.4		30대									
12.2		40대									

* : $p < 0.05$

표 6. 연령별 b* 값 및 유의성

평 균		중 절 치			측 절 치			건 치		
		20대	30대	40대	20대	30대	40대	20대	30대	40대
22.8	중절치	20대								
23.0		30대								
23.5		40대								
24.0	측절치	20대				*				
21.5		30대								
21.9		40대								
27.3	건 치	20대								
27.1		30대								
27.8		40대								

* : p<0.05

중요하다 하였으며 Clark¹⁴⁾, Hayash¹⁵⁾는 치아의 색상선택시 색, 명도 및 채도 등을 고려하여야 한다고 하였다. 그러나 Sproull^{16,17)}에 의하면 색은 관찰자, 물체, 광원 등의 요소에 의해 영향을 받으며 이외에도 주변색, 관찰자가 사물을 보는 각도, 빛과 어둠의 적응, 시야 등에 의해 많은 변화가 있어 색의 선택 및 측정에 어려움이 있다고 하였다. 이처럼 다양한 변수가 작용하는데 광원의 경우에는 광원에 따라 색온도가 다르다는 문제가 있다. 다시 말해 조사되는 에너지가 다르다는 것으로 촛불은 1,000°K, 평균적인 태양광은 5,000°K, 매우 밝은 날의 태양광은 10,000°K의 색온도를 갖게 되어 다른 색감을 유발시키게 된다. 사물은 종류와 재질 등에 따라 다양하게 빛을 흡수, 반사 및 굴절시키게 되며 인식하는 사람의 경험, 기억, 사용하는 단어, 의사소통에 의해 동일한 색상도 각기 다르게 인식되고 표현되는 것이다. 이에 광원에 의한 문제를 해결하기 위해 C.I.E.는 4가지의 표준광원을 정하였는데 A는 백열등(2854°K), B는 오후의 태양광(2870°K), C는 밝은 날의 평균적인 태양광(6770°K), D는 평균적인 태양광(6500°K)을 의미한다¹⁸⁾. 또한 Sproull은 사물의 표면이 각기 다름에 의해 생기는 문제는 분광광도계의 사용으로 해결할 수 있다고 하였다¹⁷⁾.

이처럼 복잡한 색을 표현하기 위해 Munsell system이 사용되었다. 이는 Munsell에 의해

1905년 발표된 것으로 색상을 Hue, Value, Chroma를 이용하여 표현하였다. Hue란 다른 색들 중에서 한가지 색을 구별할 수 있게 해주는 성질로 파랑이나 보라에서 녹색을 구별하게 해준다. Munsell의 color wheel에서는 각각 Hue의 첫글자를 따 R은 빨강, YR은 노랑-빨강, Y는 노랑을 나타내며 바퀴모양으로 배열된다. Value는 밝음의 정도를 나타내는 것으로 검은 색은 "0", 흰색은 "10"으로 표현된다. Chroma는 색의 진함을 의미하며 Hue의 양을 뜻하고 1-10의 숫자로 나타내진다. Hue, Value 및 Chroma는 H V/C의 형태로 나타내지는데 예를 들면 5R 7/8이나 5R 4/8등으로 표시된다¹⁹⁾. 이러한 Munsell system의에도 RGB 색체계가 있는데 이는 빛의 가산 혼합 원리를 바탕으로 색상을 표현하는 방법이다. 즉, 빛의 삼원색을 바탕으로 각 색은 256단계의 명도값을 가지고 삼원색의 혼합으로 색상을 표현한다. 그외 널리 사용되는 방법으로 C.I.E. L*a*b*라는 색체계가 있다. 이는 L*, a*, b*라는 값으로 색상을 정의하여 L*은 명도, a*는 (+)는 빨강, (-)는 초록, b*는 (+)는 노랑, (-)는 파랑의 정도를 나타내며 L*은 0~100 사이의 숫자로 표현되고²⁰⁾ 두 색상간의 차이는 $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 로 표현되며 인간의 눈은 0.3~0.5의 차이를 구별할 수 있다고 하였다²¹⁾. 1987년 ADA는 두 색상간의 차이를 결정하기 위해 C.I.E. L*a*b*에 기초한 ΔE 의 사용을

제안한 바도 있다⁶⁾.

한편 Macentee 등⁷⁾은 이처럼 복잡한 색의 측정 방법으로 술자의 시각에 의존하여 결정되는 정성적인 분석방법과 기계를 이용한 정량적인 분석방법이 있는데 술자의 시각에 의한 방법은 미세한 색 변화량을 감지하기 어려운 점이 있다 하였다. 현재 임상에서 사용되고 있는 치아의 색상 선택법은 제조회사에 의해 미리 제작된 색도표준(shade guide)을 이용하여 술자의 시각에 의존하여 비교 선택하는 비색법^{20, 21, 22)}이 가장 널리 사용되고 있다. 그러나 이러한 방법은 치과 의사 또는 치과기공사의 색지각 차이에 의한 주관적인 실수와 제조회사에 의해 제작된 색도표준의 색도범위가 너무 제한되고 그 간격이 너무 커서 치아색 선택시 어려움이 따르며 두 물체의 색이 어떤 광원에서는 동일하나 다른 광원에서는 다르게 보이는 현상등의 결점 또한 가지고 있다^{16, 23, 24)}. 그러므로 치아색 선택시 이런 결점을 해결해 줄 수 있는 정량적인 방법이 요구되는 실정이다²⁵⁾. 보다 과학적인 기계를 이용한 방법에는 분광광도계를 이용한 방법과 비색계를 이용한 방법이 있으며 Burgt⁸⁾ 등이 분광광도계로, Goodkind 등^{9, 10)}이 비색계와 분광광도계를 이용하여 자연치의 색상을 분석한 바 있다. 그러나 이러한 방법들은 고가의 장비를 요하고 화상의 저장에 불가능하다는 단점이 있으며 실제 임상에서 사용하기 위해서는 aperture가 맞아야 한다는 문제점 등이 있다. 이에 본 연구에서는 최근 개발된 디지털 카메라인 DC-40을 이용하여 상기 문제점들을 해소하고 정상 자연치를 대상으로 구강내에서 직접 치아색을 정량적으로 측정, 분석하여 치아별, 연령별로 치아색의 변화를 비교하고자 하였다. 또한 이런 새로운 방법의 운용시 발생할 수 있는 문제점 및 그의 해결책을 제시하고자 하였다.

DC-40은 35만 화소(756 X 504 pixel)를 가진 CCD array를 채택한 디지털 카메라로 24 bit의 색을 표현할 수 있다. 촬영속도는 flash를 사용할 경우 매 8초마다, flash를 사용하지 않은 경우 매 5초마다 1장씩 촬영할 수 있으며 자체에 4MB의 메모리를 가지고 있어 48장까지 저장할

수 있다. 치아의 접사 촬영을 위해 37mm → 52 mm 변환기(Matrin company, Japan)를 이용하여 +4, +4, +2의 close up lens(King company, Japan) 3개를 이용하였다. Flash는 자체 내장된 것을 사용하였으며 색온도는 6000°K이다²⁶⁾. 많은 디지털 카메라들이 현재 시판되고 있으나 거의 대부분이 천만원 이상의 고가이고 보급형으로 만들어진 디지털 카메라는 그리 많지 않았고 자체 flash가 본 연구에 적합하지 않은 것이 대부분 이었다. 또한 일정한 조건을 만들기 위해서 아크릴판을 이용한 상자를 만들어 디지털 카메라 앞부분에 부착시켜 외부의 광원에 영향받지 않는 상태로 만들었다. 한편 색상 분석은 Adobe Photoshop 3.04를 이용하였다. 이는 색분석만을 위한 전용 프로그램이 아니므로 개개 치아의 색상을 판별하기 위해 치아를 9등분한 후 부분당 5개 부위를 별도로 측정하여 평균 수치를 대표치화해야 하며 일일이 수치를 별도의 프로그램내로 입력시켜야 하는 등의 많은 문제점들을 안고 있다.

치아의 색상에 대해 Yeh²⁷⁾는 법랑질, 상아질, 치수의 구조 및 두께에 의해 개인에 따라 다양하다 하였으며 Clark^{14, 28, 29)}는 치아 고유의 색은 치아 표면에서 직접 반사되는 빛과 상아질로부터 반사되어 내부에서 이미 반사와 굴절을 한 빛, 이 두가지가 합쳐져 나타나므로 상아질은 치아색을 나타내는 주요 출처이며 법랑질을 통해 들어와서 반사되는 광선은 법랑질의 두께와 투명도에 따라 변화한다 하였다. Campos³⁰⁾는 정상적인 법랑질은 청녹색인 반면 상아질은 갈황색이며 이 상아질의 색이 법랑질을 통해 내비쳐 보인다고 하였다.

측정부위별 색을 고려할 때 Clark¹⁴⁾, McLean²²⁾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 등¹⁰⁾은 치경부는 절단 및 중간 1/3부위보다 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 중절치의 측정값이 $L^* : 52.5 \pm 4.2$, $a^* : 8.8 \pm 2.9$, $b^* : 12.1 \pm 3.0$, 견치 $L^* : 62.2 \pm 4.1$, $a^* : 12.1 \pm 3.0$, $b^* : 27.3 \pm 3.5$ 로 박 등¹²⁾의 연구 결과인 중절치 $L^* : 35.71 \pm 3.70$, $a^* : -0.76 \pm 0.58$, $b^* : -0.04 \pm 2.28$, 견치 $L^* : 35.40 \pm 3.00$, $a^* : -0.32 \pm 0.67$, $b^* : 1.70 \pm 2.40$, 김 등¹¹⁾의 연구 결과인 중절치 $L^* : 34.75 \pm 2.11$, $a^* : -0.91 \pm 2.03$, $b^* : 0.41 \pm 1.96$, 견치 $L^* : 34.7 \pm 2.30$, $a^* : -0.23 \pm 1.44$, $b^* : 2.14 \pm 1.89$ 와 비교하여 높은 수치가 나왔다. 이런 현상은 디지털 카메라가 갖는 기계적인 특성으로 생각되며 본 연구의 결과는 비색계나 분광광도계와의 비교를 하지 않았기 때문에 상대적인 수치이지 절대적인 수치는 아니라고 생각되며 향후 이런 차이점에 대한 연구가 보강되어야 한다고 사료된다.

치아별 색을 고려할 때 McLean²²⁾은 견치는 전치 및 소구치에 비해 높은 채도를 갖고 있으므로 색조선택시 기준이 된다 하였다. 본 연구에서도 견치가 중절치와 측절치에 비해 L^* , a^* , b^* 값에서 유의한 정도로 크게 나왔으며 김 등¹¹⁾, 박 등¹²⁾의 연구와 동일한 결과를 얻었다.

증령에 따른 치아색의 변화에 대해 젊은 사람은 밝은 색의 치아를 갖게 되며 나이가 들어감에 따라 어둡게 변한다고 알려져 있고 이러한 변화는 일생을 통해 끊임없이 진행된다고 보고되었다^{11, 23)}. Goodkind 등¹⁰⁾은 35세 이상에서 2차 상아질의 형성으로 치아가 어둡게 보인다고 하였다. 김 등¹¹⁾, 박 등¹²⁾의 연구에서도 증령에 따라 유의한 정도로 L^* 은 감소하고 b^* 는 커지는 현상을 보고하였으나 본 연구에서는 측절치에서만 L^* , a^* , b^* 모두에서 유의한 차이를 보였고 다른 치아에서는 그렇지 않은 결과를 보였다. 즉, 측절치에서 L^* 은 20대와 40대에서 a^* , b^* 는 20대와 30대에서 유의한 차이를 보였다.

본 연구에서 사용된 디지털 카메라는 개발 초기 단계로 아직까지 개선되어야 할 점이 많은 것으로 생각된다. 예를 들면 다른 기기들을

사용한 실험 성적과 비교해 볼 때 상이한 수치 및 결과가 나오고 있다는 점이다. 이의 원인으로서는 표준 광원이 아닌 flash를 사용하였고 방향 또한 편측에서만 비춰지는 양태로 되어 있으며 기본적으로는 사진을 통한 색분석이기 때문에 직접 사물에 대고 측정하는 방법과는 다른 결과를 초래한 것으로 보인다. 향후 flash 등의 문제점들을 해결하고 다른 방법상의 문제점을 개선하면서 이미 연구 발표된 여러 방법들과 혼합 사용한다면 색상 분석 및 임상 적용시 많은 오차를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

치아 우식이나 치아 파절 등에 의해 손상되거나 상실된 치아의 수복시 기능 뿐만 아니라 수복물의 심미에 대한 관심도 날로 늘고 있다. 그러나 색상 인지에는 광원, 사물, 관찰자 등의 다양한 인자들이 복합적으로 작용하여 객관적인 표현이 어려우므로 기계를 이용한 색상 측정법이 권장되고 있다. 본 연구에서는 새로이 개발된 디지털 카메라를 이용하여 치아 색을 분석하고 이런 새로운 방법의 문제점과 개선책을 제시하고자 컴퓨터에 정상 치아의 이미지를 저장한 다음 Adobe Photoshop 3.04로 색상을 분석하고 이를 치아별, 연령별로 유의성 검정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 중절치가 측절치보다 어두웠으나($p < 0.05$), 측절치와 견치는 유사하였다.
2. 중절치가 측절치와 견치보다 적색조를 덜 띠었다($p < 0.05$).
3. 견치가 중절치와 측절치보다 더 많은 노랑색을 띠었다($p < 0.05$).
4. 연령의 변화에 따라 중절치와 측절치에서는 유의성이 없었으나 측절치에서는 20대가 40대보다 어두웠으며($p < 0.05$), 20대가 30대보다 적색조 및 노랑색이 진한 양상을 보였다($p < 0.05$).

참 고 문 헌

1. Clifford M. Sturdevant : The art and science of operative dentistry 3rd edition, Mosby-Year book, 1995
2. 정 병건 : 포토샵의 마스터 1판, 성안당, 1994
3. Swepston JH : Esthetic matching, J. Prothet. Dent. 54 : 623-625 ; 1985
4. Sproull RC : Color marching in Dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color, J. Prosthet. Dent. 29 : 416-424 ; 1973
5. Knispel G : Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth, Quint. Int. 22 ; 525-531 ; 1991
6. Wozniak WT : Proposed Guidelines for the Acceptance Program for Dental Shade Guides, Chicago : American Dental Association, pp. 1-2 ; 1987
7. 채 미진 : 필름이 필요없는 카메라 그것이 알고 싶다, 맥마당 96-6 : 212-219 ; 1996
8. 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
9. 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
10. 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
11. 김 기석, 김 경환, 장 감성과 김 석훈 : 증령에 따른 치아 색조 변화에 관한 연구, 구강미생물학 77-92 ; 1986
12. 박 해균, 정재현 : 한국인 자연치의 색에 관한 연구, 대한치과보철학회지 26 : 185-195 ; 1988
13. Preston JD, Bergen SF : "Color Science and Dental Art" The C.V Mosby Clmp., St. Louis, 1980
14. Clark EB : Tooth Color Selection, J. Amer. Dent. Ass. 20 : 1065-1073,1933
15. Hayash T : Medical Color Standard. V. Tooth Crown, Tokyo, Japan Color Research Institute, 1967
16. Sproull RC : Color Matching in Dentistry, Part I. J. Prothet. Dent. 29 : 556-566 : 1973
17. Sproull RC : Color Matching in Dentistry, Part I. Color Control, J. Prothet. Dent. 31 : 146-153 : 1973
18. Goodkind RJ, Bangtson LK : The conversion of Chromascan designations to CIE tristimulus values, J. Prosthet. Dent. 48 : 610-617 : 1982
19. Macentee M, Lakowski R : Instrumental Color Measurement of Vital and Extracted Teeth, J. Oral. Rehab. 8 : 203-208,1981
20. Bazola FN, Malone WF : A Customized Shade Guide for Vacuum fired Porcelain-gold Combination Crowns, J. Amer. Dent. Ass. 74 : 114-118,1967
21. Korson DL : The Simulation of Natural Tooth Colors in the Ceramometal System with Highly Chromatized Dentin Powders, Quint. Dent. Tech. 9 : 453-456,1984
22. McLean JW : The Science and Art of Dental Ceramics, Chicago, Quint. Publishing Co, Vol. 1, 1979 & Vol. II, 1980
23. Preston JD : Current Status of Shade Selection and Color Matching, Quint. Inter. 16 : 47-58,1985
24. Shotwell JL, Johnston WM, Swarts RG : Color Comparisons of Denture Teeth and Shade Guides, J. Prosthet. Dent. 56 : 31-40, 1986
25. Kerosuo E, Kolehmainen L : The Relationship between Past Caries Experience and Tooth Color Determined by an Optoelec-

- tronic Method Act Odontol Scand 40 : 451
-457,1982
26. User's Guide Kodak Digital Camera 40
Eastman Kodak Company Rochester, New
York 14653
27. Yeh CL : The Color and Optical Proper-
ties of Shade Composites, Thesis Univ of
Michigan, 1975
28. Clark EB : An Analysis of Tooth Color,
J. Amer. Dent. Ass. 18 : 2093-2103, 19
31
29. Clark EB : Selection of Tooth Color for
the Edentulous Patient, J. Prosthet. Dent.
35 : 787-793,1947
30. Campos EP : Tinciones Y Coloracines De
Las Piezas Dentarias, An Espan Odonto
Stomat 29 : 513-529,1970