

# ShadeScan™ System을 이용한 인공치의 색조분석

단국대학교 치과대학 보철학교실

성채련 · 조인호 · 이종혁

## I. 서 론

심미 보철 수복에 관한 많은 연구가 이루어지고 있는 가운데, 자연치와 가장 유사한 수복물 제작을 위해서 치아의 형태 및 기능의 회복과 함께 심미적 관점에서 색의 재현 및 조화에 대한 지식이 더 많이 요구되고 있다.<sup>1-3)</sup>

색이란 광원으로부터 나오는 광선이 물체에 비춰져 반사, 분해, 투과, 굴절, 흡수될 때 안구의 망막과 시신경이 자극을 받아 나타나는 시지각의 일종이다.<sup>4-6)</sup> 색에 대해 보다 과학적인 이론을 처음 전개한 사람은 Newton<sup>7)</sup>이며, 그는 빛은 입자의 흐름이고 그 입자가 눈에 들어가면 색감각이 발생한다고 하였다. Munsell<sup>8)</sup>은 삼차원적으로 색채를 설명하는 먼셀표색계(Munsell color order system)를 고안했으며, Wright는 파장을 빛의 삼원색 즉 적(red), 녹(green), 청(blue)으로 나타내었다.<sup>9)</sup>

색을 객관적으로 표현하기 위한 표색계로는 먼셀표색계와 RGB 표색계, CIE 표색계 등이 있다. 먼셀표색계는 색을 설명하는 가장 보편적인 방법의 하나로 hue(색상), value(명도), chroma(채도)의 3요소로 표현된다.<sup>6,10)</sup> RGB 표색계는, 먼셀표색계와 Ostwald 표색계 등의 현색계(color appearance system)로부터 가볍 혼합함으로써 여러 가지의 색 자극에 대한 등색을 만들 수 있다는 사실을 근거로 하는 표색계이다. 즉, 적(red), 녹(green), 청(blue)의 세 가지 원자극(reference stimuli) 양을 측정하여 색 감각을 수량적으로 나타내는 방법이다.

CIE 표준 표색계(일명 XYZ 표색계)는 분광의 3자극치(Tristimulus Values)를 근거로 한 객관적이고

정량적인 방법이다. 이 방법에서의 x, y, z의 값은 Adams 좌표계의 L\*, a\*, b\* 값으로 표시된다. L은 명도로 0-100의 범위를 나타내며 수치가 높으면 밝음을 나타낸다. a\*는 적색채도로 (+)는 적색의 정도, (-)는 녹색의 정도를 나타내며  $\pm 60$ 의 범위를 갖는다. b\*는 황색채도로 (+)는 황색의 정도, (-)는 청색의 정도를 의미하며  $\pm 60$ 의 범위를 갖는다.<sup>11)</sup>

보철 수복물을 성공적으로 수복하기 위해서는 적절한 색조를 선택<sup>12)</sup>하는 것이 심미적인 측면에서 매우 중요하다.<sup>13)</sup> 특히, 임상에서 인공치의 색조를 선택할 때에는 치과의사가 주관적으로 채택하게 되므로, 이 때 인공치의 색조 선택을 위한 일정한 기준이 필요하다.<sup>14,15)</sup>

실제로 인공치는 여러 회사에서 제작되고 있는데,<sup>16)</sup> 동일한 shade를 갖는 인공치라고 해도 제조 회사에 따라 유의성 있는 색차를 나타낼 수 있으며, 또한 같은 제조 회사에 의해 제작된 경우라도 동일한 shade의 인공치 사이에도 차이가 발생할 수 있다.<sup>17,18)</sup> 일반적으로 임상에서는 shade guide(색견본)을 이용한 육안적인 색조 선택 방법을 많이 사용하고 있다.<sup>9)</sup> 그러나 shade guide 자체의 색조 범위의 제한성, 색조 선택 시 주관의 개입<sup>19)</sup> 및 조건등색효과(metamerism)<sup>20)</sup> 등의 임상적인 요소와 기공적인 요소, 진료실과 기공실에서 색조의 전달 체계와 색조 선택의 불일치에 따른 요소들 등에 의해 치아 색조의 선택과 재현에 어려움이 있다.<sup>21)</sup> 따라서 색을 객관적으로 평가, 분류하기 위해서 색차를 양적으로 분류할 수 있는 체계가 필요하게 되었고,<sup>22-25)</sup> 여기에도 먼셀의 색체계나 CIE 색체계가 사용된다.

그러므로 본 연구에서는 ShadeScan™ System

(Fig.1)을 이용 하여 Vita classical shade guide를 기준으로 각 회사마다, 현재 시판되고 있는 인공치의 색조가 얼마나 잘 재현되고 있는지를 CIE 색체계에 의해 구해진 Total Color Difference( $\Delta E$ )를 이용하여 객관적으로 분석·평가하고자 하였다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### (1) 인공치

각 인공치 한 조의 대표가 되는 중절치를 선택하였다. 선택한 인공치는 다음과 같다.

- EFUCERA (YAMAHACHI, JAPAN):  
#A2, #A3, #A3.5, #B2, #B3
- IVOCLAR (VIVADENT, SWISS):  
#A2, #A3, #A3.5, #B2, #B3
- ENDURA ANTERIO (SHOFU, JAPAN):  
#A2, #A3, #A3.5, #B2, #B3
- TRUBYTE (DENTSPLY TRUBYTE, USA):  
#59, #61, #62, #66, #65
- DURADENT (GC DENTAL PRODUCTS CO, JAPAN):  
#A2, #A3, #A3.5, #B2, #B3
- DURACROSS (MORITA, JAPAN):  
#A2, #A3, #A3.5, #B2, #B3



Fig. 1. ShadeScan™ System

#### (2) ShadeScan™ System (Cynovad, Montreal, Canada)

대상 치아의 디지털 영상을 채득하고 이를 객관적으로 분석하여 부위별 shade를 map의 형태로 나타내 주는 장치이다.

### 2. 실험 방법

#### (1) 실험군의 분류

현재 시판 되는 6종의 인공치 제품- EFUCERA (YAMAHACHI, JAPAN), IVOCLAR (VIVADENT, SWISS), ENDURA ANTERIO (SHOFU, JAPAN), TRUBYTE (DENTSPLY TRUBYTE, USA), DURADENT (GC DENTAL PRODUCT CORP., JAPAN), DURACROSS (MORITA, JAPAN)-을 선택하고, 각각의 제품 중 5개 색조를 실험군으로 하여, 선택된 실험군에 대해 각각 9개씩의 표본을 구하여 총 270개의 인공치를 준비하였다.

#### (2) 시편 제작 및 측정

- ① 준비한 인공치를 가로 5cm, 세로 3cm의 base-plate wax의 중심에 고정시켰다.
- ② 검은 색 배경 하에 ShadeScan™ System으로 각 인공치의 순면에 직각 방향에서 영상을 채득하였다(Fig. 2). 이때 ShadeScan™ System의 렌즈가 인공치의 순면에 접촉하도록 하였다.
- ③ 채득된 영상을 ShadeScan™ System에서 제공하는 software를 이용하여, Vita classical mode의



Fig. 2. Measuring process

shade map을 얻었다(Fig. 3).

④ 얻어진 map를 수치로 정량화하기 위해, 측정부위 (치경부, 중앙부, 절단부) 를 정하여 그 부위에 대한 shade guide 값을 읽었다.

먼저 인공치 수직 중심선에서 좌우로 3mm 떨어진 부분(②,④)의 shade를 기록하고, 수평 중심선에서 상하로 6mm 떨어진 부분(①,⑤)의 shade를 기록하였다. 그리고 두 중심선이 만나는 점(③)의 shade도 기록하였다 (Fig. 4).

(3) Data의 분석

본 연구의 목적은 동일 번호의 인공치를 대상으로 색조의 균질성을 검증하는 것이다. 따라서 동일 번호의 인공치 9개 각 지점의 data 사이의 차이를 알기 위하여 data를 각각 행과 열로 둔 9×9 행렬을 만들고, 각 항에는 total color difference 수치를 두었다. 즉, 개별 번호의 인공치마다 81개씩, 총 12,150개의 수치가 얻어졌으며, 이 수치를 가지고 색 분포의 균질성에 대한 통계 처리를 하였다.

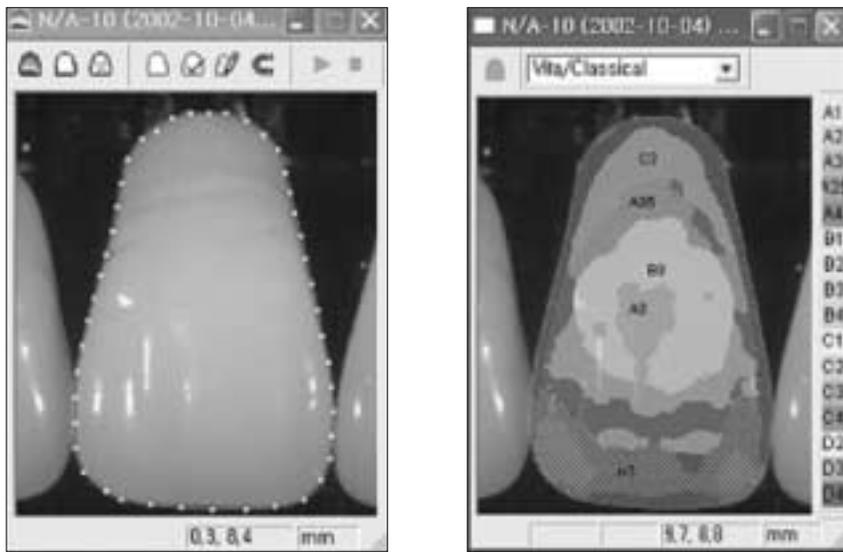


Fig. 3. Shade map

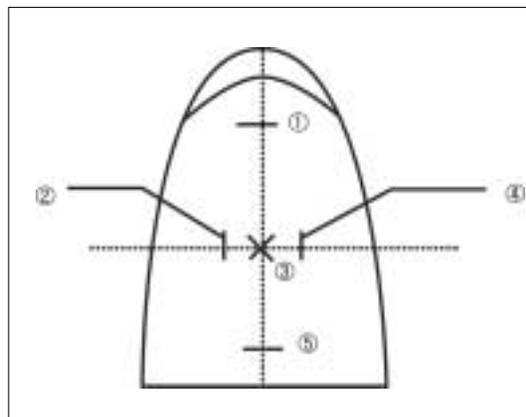


Fig. 4. Measuring points of selected artificial tooth

(4) 통계 처리

본 논문의 통계처리를 위하여 Microsoft Excel을 사용, test of significance를 시행하였으며, 95%의 유의수준으로 검증하였다.

Ⅲ. 실험 결과

ShadeScan™ System을 이용하여 현재 시판되고 인공치들의 색조를 분석한 결과, 치경부와 절단부에서는 식별할 만한 차이를 보였으나 중앙부에서는 인공치의 색조 재현이 비교적 잘 이루어져 있었음을 볼 수 있었다.

1. 각 제조회사 인공치의 영상 채득

각 제조 회사의 인공 증절치를 촬영한 후 얻은 shade map을 근거로 하여 Fig. 4에서 설명한 5개 지점의 shade를 Vita classical mode의 기호로 판독하였다.

2. 측정된 DATA

- (1) EFUCERA 인공치 (Fig. 6-1) : A2에서는 주로 같은 shade인 A2가 주종을 이루었으나 그 외의 A3, A3.5, B2, B3 에서는 다양한 shade가 혼재하여 있는 것이 관찰되었다.
- (2) IVOCLAR 인공치 (Fig. 6-2) : 모든 shade 그룹에서 다양한 색조가 혼재하여 있는 것이 관찰되었다. 그러나 A2, A3 그룹의 중간부 (Body)에서 다른 그룹보다 shade의 재현성이 높은 것을 볼 수 있었다.
- (3) ENDURA 인공치 (Fig. 6-3) : 다른 시스템에 비해 A 그룹에서는 비교적 안정적인 색조를 나타내어 보였다.
- (4) TRUBYTE 인공치 (Fig. 6-4) : 59, 62번의 색조는 Vita Shade Guide의 A2와 유사하였으며, 66번은 A3와 B3의 혼합형태를 나타내었다.
- (5) DURADENT 인공치 (Fig. 6-5) : A2의 인공치에서 A3가 강하게 나타나는 등 다른 인공치

**Table I.** Vita classical shade value of each point of EFUCERA tooth measured with ShadeScan™ System

		Cervical	Body-l	Body-c	Body-r	Incisal								
EFUCERA	A2	A2	A2	A2	A2	A3	B2	A3	A2	A2	A3	A3		
		A3	A2	A2	A2	A3		D3	A3	A2	A2	A3		
		A2	A2	A1	A2	A3		B3	A3	A3	A3	A3	A3	
		A2	A2	A2	A2	A3		B3	A3	A3	A3	A3	A3	
		A2	A2	A2	A2	A3		D3	A3	A3	A3	A3	A3	
		A3	A2	A2	A2	A3		B3	A3	A3	A3	A3	A3	
		A2	A2	A2	A2	A3		B3	A3	A3	A3	A3	A3	
		A2	A2	A2	A2	A3		A3						
		A3	A2	A2	A2	A3		A3						
		A3	A35	B3	A3	B3		A3	B3	D4	D3	D3	D4	A2
			A4	B3	B3	B3		A3		D4	D3	D3	D4	A2
			C3	D3	B3	B3		A3		D4	D3	D3	D4	A2
			B4	D4	B3	C3		A3		C3	D3	D3	D4	A2
			A4	D4	B4	C3		A3		C3	D4	D3	D4	A2
	D4		B3	B3	D4	A3	D4	D3		D3	D4	A2		
	A35		B3	B3	D4	A3	C3	D3		D3	D4	A3		
	A35		B3	A3	B3	A3	C3	D3		D3	D4	A3		
	B3		B3	A3	B3	A2	C3	D4		D3	D4	A2		
	A3.5		D4	B3	B3	B3	A35							
			B4	B3	B3	B3	A35							
			B3	B3	B3	B3	A2							
			A35	B4	B4	B4	A4							
			B4	B3	B3	B3	A35							
		B4	B3	B3	B3	A4								
		A35	B3	B3	B4	A35								
		C3	B4	B4	B4	A4								
		A35	D4	B4	D4	A2								

**Table II.** Vita classical shade value of each point of IVOCLAR tooth measured with ShadeScan™ System

IVOCLAR	A2	A3	D3	A3	D3	A3	B2	D3	D2	C1	D3	A3
		A3	C1	A2	D3	A3		D3	D2	C1	D3	A3
		A3	A3	A2	D3	A4		A3	D2	C1	D2	A3
		A3	D3	A2	D3	A3		D3	D2	C1	A3	A3
		A3	C1	A2	D3	A3		D3	D2	A2	D2	A3
		A3	D3	A2	D3	A4		D3	D2	A3	D3	A3
		A3	D2	A2	D3	A3		D3	D2	A2	D3	A35
	A3	A3	A3	A2	D3	A3	D3	D2	C1	D3	A3	
		A3	D3	A3	D3	A3	D3	D2	A3	D3	A3	
		D4	D3	A3	D3	A4	B3	A4	C3	A35	C3	A35
		B3	D4	B3	D4	A35		A4	C3	A35	A4	A35
		D4	D3	B3	D4	A35		A4	C3	A35	A4	A4
		D4	D3	A3	D4	A4		A4	C3	A35	A4	A4
		B3	D4	A3	D4	A35		A4	C3	A35	C3	A4
		B3	D4	A3	D4	A35		A4	C3	A35	C3	A4
		B3	D3	A3	D3	A4		C3	C3	A35	C3	A4
		B3	D4	A3	D4	A35		A4	C3	A4	C3	A4
	B3	D4	A3	D4	A35	A4		C3	A4	C3	A35	
	B3	D4	A3	D4	A35	A4		C3	A4	C3	A35	
	A3.5	B4	A35	B4	C3	A4						
		A35	D4	B4	D4	A4						
		A35	D4	B4	D4	A4						
		A4	D4	B4	D4	A4						
		B4	A35	B4	A35	A4						
		A4	C3	B4	C3	A4						
		C3	A35	B4	A35	A4						
		B4	A35	B4	A35	A4						
		A35	A35	B4	A35	A4						
		A35	A35	B4	A35	A4						

**Table III.** Vita classical shade value of each point of ENDURA tooth measured with ShadeScan™ System

ENDURA	A2	A3	C1	A2	A3	A3	B2	A3	C1	C1	C1	A3
		A3	C1	A2	C1	A3		A3	C1	C1	C1	A3
		A3	C1	A3	A3	A3		A3	C1	C1	C1	A2
		D3	C1	A2	C1	A3		A3	C1	C1	C1	A2
		A3	C1	A3	A2	A3		A3	C1	C1	C1	A3
		A3	C1	A2	A3	A3		A3	D2	C1	D3	A2
		A3	C1	A2	A3	A3		A3	C1	C1	C1	A3
	A3	D3	C1	A3	A3	A3	A3	C1	C1	C1	A3	
		D3	C1	A2	A3	A3	A3	D2	C1	D3	A2	
		A3	A3	A3	A3	A3	B3	B4	D4	B4	A35	A4
		B3	C1	A3	A3	A3		A35	C3	B4	C3	A4
		B3	A3	A3	A3	A3		B4	C3	B4	C3	A4
		B3	A3	A3	A3	A3		A35	D4	B4	A35	A4
		B3	D2	A3	A3	A3		A35	D4	B4	A35	A4
		B3	D2	A3	A3	A3		A35	D4	B4	A35	A4
		D4	D3	A3	A4	A3		B4	A35	B4	A35	A4
		A3	A3	A3	A3	A3		B4	D4	B4	A35	A4
	A3	A3	A3	A3	A3	B4		A35	B4	A35	A4	
	A3	A3	A3	A3	A3	B4		A35	B4	A35	A4	
	A3.5	A35	C3	A35	C3	A3						
		B4	D4	A35	C3	A35						
		B4	C3	A35	C3	A4						
		A35	A35	A35	C3	A4						
		A35	A35	A35	A35	A35						
		A35	D4	A35	C3	A35						
		B4	D4	A35	C3	A4						
		A35	D4	A35	C3	A35						
		B4	A35	A35	A35	A4						
		B4	A35	A35	A35	A4						

**Table IV.** Vita classical shade value of each point of TRUBYTE tooth measured with ShadeScan™ System

TRUBYTE	59	A2	A2	A2	A2	A3	65	A35	B3	B3	A35	C3
		A3	A2	A2	A2	A3		B4	B3	A35	A35	C3
		A2	A2	A1	A2	A3		B4	B4	B3	A35	A4
		A2	A2	A2	A2	A3		A35	B4	A35	A35	A4
		A2	A2	A2	A2	A3		A35	B4	A35	A35	C3
		A3	A2	A2	A2	A3		B4	B3	A35	A35	C3
		A2	A2	A2	A2	A3		A35	B3	B3	A35	C3
	61	A2	A2	A2	A2	A3	A35	B4	A35	A35	C3	
		A3	A2	A2	A2	A3	A4	B4	A35	A35	C3	
		D3	B2	B1	B2	A3	66	B3	A3	A3	B3	A3
		D3	B2	B1	B2	D3		B3	A3	A3	B3	A3
		A3	B2	B1	B2	B3		B3	A3	A3	B3	D4
		D3	B1	B1	B1	B3		B3	A3	A3	B3	A3
		D3	B1	B1	B1	D3		B4	B3	B3	B3	A35
	D3	B2	B1	B2	B3	B3		A3	A3	B3	A3	
	D3	B1	B1	B1	B3	B3		B3	A3	B3	A35	
	62	D3	B1	B2	B1	A3	B3	A3	A3	B3	A4	
		D3	B2	B1	B2	A3	B3	B3	B3	B3	C3	
		A2	A3	A2	A3	A4						
		A3	A2	A2	A3	D3						
		A3	A3	A2	A3	D3						
		A3	A2	A2	A3	D3						
		A3	A2	A2	A3	D3						
		A3	A2	A2	A3	D3						
		A2	A3	A2	A3	D3						
		A3	A2	A2	A3	D3						

**Table V.** Vita classical shade value of each point of DURADENT tooth measured with ShadeScan™ System

DURADENT	A2	B3	D4	A3	B3	A3	B2	C1	D3	C1	D3	A2
		D4	D3	A3	D4	A3		C1	D3	B2	D3	A2
		D3	D3	A3	D3	A3		D3	D3	B2	D3	A2
		D4	D3	A3	D3	A3		C1	D3	B2	D3	A2
		D3	D3	A3	D3	A3		C1	D3	B2	C1	A2
		D4	D3	A3	B3	A3		C1	D3	B2	C1	A2
		D4	D4	A3	D4	A3		C1	D3	B2	D3	A2
	A3	D3	D3	A3	B3	A3	C1	C1	B2	C1	A2	
		D4	D3	A3	D3	A3	C1	D4	B2	D4	A2	
		A2	A3	A2	A2	A3	B3	C3	C3	B3	D4	A35
		C1	D3	A2	A3	A3		D4	D4	B3	D4	A3
		C1	C1	A2	C1	A3		C3	C3	B3	C3	A3
		C1	C1	A2	C1	A3		C3	D4	B3	D4	A3
		C1	C1	A2	A2	A3		C3	C3	B3	D4	A3
	A2	D3	A2	A3	A2	D4		C3	B3	C3	A3	
	C1	C1	A2	C1	A3	D4		C3	B3	C3	A35	
	A3.5	C1	C1	A2	C1	A3	C3	C3	B3	C3	A3	
		A3	C1	A2	A3	A3	D4	D4	B3	D4	A35	
		A4	A4	C3	A4	A35						
		A4	A4	A35	A4	A35						
		A4	C4	A4	C3	A35						
		A4	A4	A35	A4	A35						
		A4	A4	A35	A4	A35						
		A4	A4	A35	A35	A35						
		A4	A4	A35	C3	A35						
		A4	C4	A35	A4	A35						
		A4	A4	A35	A4	A35						

시스템에 비하여 한 단계 높은 색조를 나타내는 경향이 있었다.

- (6) DURACROSS (Fig. 6-6) : A2의 인공치에서 A3가 강하게 나타나는 등 다른 인공치 시스템에 비하여 한 단계 높은 색조를 나타내는 경향이 보였다.

### 3. DATA의 분석

- (1) Total Color Difference( $\Delta E$ ) 값을 이용하여, 각각의 point 에 대한 측정치 간의 차이를 수치화 하였다. 즉, 동일 번호의 인공치 간의 균질성을 검증해 보는 것이다. 이 때  $\Delta E$ 의 수치는

**Table VI.** Vita classical shade value of each point of DURACROSS tooth measured with ShadeScan™ System

DURCROSSA	A2	A3	D3	D2	D3	A2	B2	A3	A2	D2	A2	A2
		D3	D3	A3	D3	A2		A3	A2	D2	A2	A2
		A3	D3	D2	D3	A2		A35	A35	D3	A2	A2
		D3	D3	D2	D3	A2		A35	A3	D3	A2	A3
		A3	D3	A3	D3	A2		A3	A3	D3	A2	A3
		D3	D3	A3	D3	A2		A3	A3	D3	A2	A35
		D3	D3	A3	D3	A2		A35	A3	D3	A2	A35
		A3	D3	D2	D3	A2		A35	A35	D3	A2	A35
	A3	A3	D3	D2	D3	A2	B3	A3	A3	D3	A2	A2
		D3	D3	A3	D3	A2		C3	C3	A35	C3	A2
		D3	D4	A3	D4	A2		C3	C3	B4	C3	A3
		D3	D4	B3	A3	A2		D4	C3	B4	C4	A35
		C3	A3	B3	A3	A2		D4	C3	B3	C4	A35
		D3	D3	D3	D3	A2		D2	C3	B3	C4	A3
		D3	A3	A3	A3	A2		C3	C3	A3?	C3	A3
		C3	A3	A3	A3	A2		C3	C3	A3	C3	A2
		D3	A3	A3	A3	A2		C3	C3	A3	C3	A3
	A3.5	D3	A3	A3	A3	A2		C3	C3	A35	C3	A3
		C3	C3	A35	C3	A2						
		A4	C3	B4	C3	A2						
		C3	C3	A35	C3	A2						
		C3	C3	A35	C3	A2						
		C3	C3	A35	C3	A2						
		A4	C3	A3?	C3	A2						
		A4	C3	B4	C3	A2						
		A4	C3	B4	C3	A2						
		A4	C3	B4	C3	A2						
		A4	C3	B4	C3	A2						

**Table VII.** Total Color Difference( $\Delta E$ ) among the pairs of the samples of the Vita "Lumin Vacuum" Shade Guide (Paravina, 1999)

	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3
A2	4.08														
A3	5.53	1.5													
A3.5	9.53	5.6	4.1												
A4	11.6	7.8	6.2	2.95											
B1	1.46	4.5	5.8	9.87	12										
B2	4.24	2.2	3.3	6.64	9.2	5.2									
B3	8.66	4.9	3.9	2.87	5.8	9.4	4.9								
B4	9.72	5.9	4.9	3.01	5.7	10	5.9	1.07							
C1	4.38	2.5	2.9	6.48	7.8	4	4.5	6.72	7.7						
C2	7.32	3.8	2.5	3.67	4.6	7.2	5.7	4.98	5.7	3.3					
C3	9.53	6.1	4.8	4.03	3.2	9.3	8	6.33	6.74	5.3	2.38				
C4	12.8	9.3	7.8	5.16	2.3	13	11	7.96	7.94	8.7	5.66	3.5			
D2	5	3.8	4	7.17	8.1	4.3	5.8	7.8	8.74	1.3	3.74	5.3	8.69		
D3	6.9	4	3.1	4.84	5.4	6.6	6.1	6.18	6.96	2.7	1.38	2.7	6.1	2.68	
D4	7.28	3.2	1.8	2.75	5	7.6	4.3	2.75	3.56	4.3	2.39	4.2	6.79	5.29	3.61

실험 대상이 되는 모든 표본 쌍에 대하여, 다음의 식으로부터 구해졌다

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

(L : 명도, 수치가 높을수록 밝음)

a : 적색채도, (+)는 적색의 정도 (-)는 녹색의 정도  
b : 황색채도, (+)는 황색의 정도 (-)는 청색의 정도)

(2) 측정된 DATA 에 ΔE를 대입하였다.

: 개별 sample에서 각각의 point에 대한 값 (9개)을 상호 비교, 81개의 수치가 나오도록 하였다.

**Table VIII.** The result of EFUCERA A3 artificial teeth

A3	A35	A4	C3	B4	A4	D4	A35	A35	B3	
Cervical	A35	0	2.95	4.03	3.01	2.95	2.75	0	0	2.87
	A4	2.95	0	3.16	5.69	0	5.01	2.95	2.95	5.76
	C3	4.03	3.16	0	6.74	3.16	4.21	4.03	4.03	6.33
	B4	3.01	5.69	6.74	0	5.69	3.56	3.01	3.01	1.07
	A4	2.95	0	3.16	5.69	0	5.01	2.95	2.95	5.76
	D4	2.75	5.01	4.21	3.56	5.01	0	2.75	2.75	2.75
	A35	0	2.95	4.03	3.01	2.95	2.75	0	0	2.87
	A35	0	2.95	4.03	3.01	2.95	2.75	0	0	2.87
	B3	2.87	5.76	6.33	1.07	5.76	2.75	2.87	2.87	0
A3	B3	B3	B3	D3	D4	D4	B3	B3	B3	B3
BODY-L	B3	0	0	6.18	2.75	2.75	0	0	0	0
	B3	0	0	6.18	2.75	2.75	0	0	0	0
	D3	6.18	6.18	0	3.61	3.61	6.18	6.18	6.18	6.18
	D4	2.75	2.75	3.61	0	0	2.75	2.75	2.75	2.75
	D4	2.75	2.75	3.61	0	0	2.75	2.75	2.75	2.75
	B3	0	0	6.18	2.75	2.75	0	0	0	0
	B3	0	0	6.18	2.75	2.75	0	0	0	0
	B3	0	0	6.18	2.75	2.75	0	0	0	0
	B3	0	0	6.18	2.75	2.75	0	0	0	0
A3	A3	B3	B3	B3	B4	B3	B3	A3	A3	
BODY-C	A3	0	3.89	3.89	3.89	4.89	3.89	3.89	0	0
	B3	3.89	0	0	0	1.07	0	0	3.89	3.89
	B3	3.89	0	0	0	1.07	0	0	3.89	3.89
	B3	3.89	0	0	0	1.07	0	0	3.89	3.89
	B4	4.89	1.07	1.07	1.07	0	1.07	1.07	4.89	4.89
	B3	3.89	0	0	0	1.07	0	0	3.89	3.89
	B3	3.89	0	0	0	1.07	0	0	3.89	3.89
	A3	0	3.89	3.89	3.89	4.89	3.89	3.89	0	0
	A3	0	3.89	3.89	3.89	4.89	3.89	3.89	0	0
A3	B3	B3	B3	C3	C3	D4	D4	B3	B3	
BODY-R	B3	0	0	6.33	6.33	2.75	2.75	0	0	
	B3	0	0	6.33	6.33	2.75	2.75	0	0	
	B3	0	0	6.33	6.33	2.75	2.75	0	0	
	C3	6.33	6.33	6.33	0	0	4.21	4.21	6.33	6.33
	C3	6.33	6.33	6.33	0	0	4.21	4.21	6.33	6.33
	D4	2.75	2.75	2.75	4.21	4.21	0	0	2.75	2.75
	D4	2.75	2.75	2.75	4.21	4.21	0	0	2.75	2.75
	B3	0	0	0	6.33	6.33	2.75	2.75	0	0
	B3	0	0	0	6.33	6.33	2.75	2.75	0	0
A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A2	
INCISAL	A3	0	0	0	0	0	0	0	1.52	
	A3	0	0	0	0	0	0	0	1.52	
	A3	0	0	0	0	0	0	0	1.52	
	A3	0	0	0	0	0	0	0	1.52	
	A3	0	0	0	0	0	0	0	1.52	
	A3	0	0	0	0	0	0	0	1.52	
	A3	0	0	0	0	0	0	0	1.52	
	A3	0	0	0	0	0	0	0	1.52	
	A2	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	0	

#### 4. 통계 분석

(1) 81개씩의 값을 갖는 각각의 표본에 대하여, test of significance를 실시하였다. (유의수준 5%)

$$H_0 : \Delta E < 3 \quad H_1 : \Delta E \geq 3$$

로 가설을 세웠다. 이는 50% 이상의 관찰자에서  $\Delta E=1$  일 때 눈으로 차이를 식별할 수 없었고,  $\Delta E=2$  일 때에는 임상에서 받아들일만한 차이라고 할 수 있었으며,  $\Delta E$ 가 3 이상일 때에는 poor match 를 나타내었던 것에 기인한 기준이다.<sup>26)</sup>

$$P = P\{ \bar{X} \leq 3 \mid \mu = 3 \} \\ = P\left\{ \frac{\bar{X} - 3}{\frac{\sigma}{\sqrt{N}}} \leq \frac{\bar{x} - 3}{\frac{\sigma}{\sqrt{N}}} \mid \mu = 3 \right\}$$

(P : 관측값 3 이하의 표본평균이 나올 확률  
X : 표본평균  $\mu$  : 모평균  $\bar{x}$  : 81개 수치들의 평균

$\sigma$  : 표준편차 N : 표본의 크기)

위의 공식을 이용하여 P-Value를 구하였다.

(2) 5%의 유의수준으로 검정했을 때, P-Value 값은 0.05에 대응되는 값, 즉 -1.65를 기준으로 하여 설명될 수 있었다. Table IX에서의 P-Value 가 -1.65 보다 큰 값을 가졌을 때, 이는 곧 유의수준을 만족시키지 못했다는 것을 의미하며, 결국 각 표준화된 제품들 사이에 인정할 만한 편차가 존재하여 육안으로 shade의 차이를 구분할 수 있었음을 뜻한다.

귀무가설에 대한 검증에 의해 통계적으로 계산한 값이 -1.65보다 크다는 것은 5%의 유의수준에 못 미친다는 것을 의미한다. 즉, P-value가 5% 이상으로  $\Delta E$ 가 3 이상이라는 것이다. 이것은 같은 회사 내의 같은 종류의 인공치 사이에도 차이가 존재함을 뜻한다.

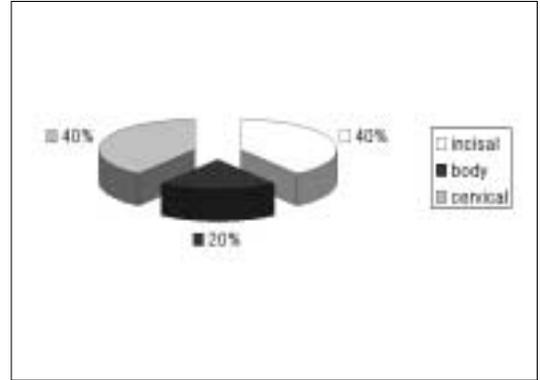
치경부와 절단부의 각각 30개 표본 중 검정 통계량 수치가 유효하지 않은 표본이 각 6개로 20%를

**Table IX.** The Verification about Null hypothesis

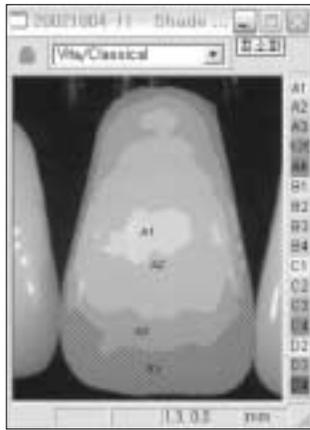
		Cervical	body-l	body-c	body-r	incisal
EFUCERA	A2	-17.793	-9.9999	-7.30114	-9.9999	-9.9999
	A3	1.1186	-2.25631	-2.52539	-0.02365	-24.9237
	A3.5	-0.40453	-10.0926	-27.2582	-9.6609	1.106106
	B2	0.494961	-70.0526	-19.2324	-24.9237	-9.9999
	B3	-1.86962	-5.36559	-9.9999	-9.9999	-19.2324
IVICLAR	A2	-9.9999	-3.79562	-19.2324	-9.9999	-1.12501
	A3	-6.99173	-3.27971	-4.63967	-9.9999	-6.11662
	A3.5	0.771997	-3.42606	-9.9999	-1.72972	-9.9999
	B2	-10.6809	-9.9999	-6.42845	-3.44077	-7.22477
	B3	-10.3475	-9.9999	-7.62189	-5.31698	-6.11662
ENDURA	A2	-5.5344	-9.9999	-17.4369	-6.73019	-9.9999
	A3	-2.88787	-2.88451	-9.9999	-3.67919	-9.9999
	A3.5	-5.25195	-1.68441	-9.9999	-4.31455	-1.59127
	B2	-9.9999	-23.2858	-9.9999	-8.91612	-16.8841
	B3	-5.23398	-2.06005	-9.9999	-4.31455	-99999
TRUBYTE	59	-17.793	-99999	-7.30114	-99999	-99999
	61	-10.6089	-0.2544	-5.04748	-0.2544	0.494961
	62	-19.2324	-17.4369	-99999	-99999	-4.7288
	65	-2.89136	-26.7666	-6.45203	-99999	-6.80174
	66	-36.7356	-3.54312	-4.63967	-99999	0.694979
DURADENT	A2	-1.88091	-0.17241	-99999	0.752296	-99999
	A3	-7.39302	-6.27674	-99999	-6.19569	-24.9237
	A3.5	-99999	-11.1788	-5.31301	-4.11031	-99999
	B2	-27.5848	-6.04016	-6.26173	-3.70586	-99999
	B3	-1.55107	-2.68442	-99999	-1.86962	-2.72053
DURACROSS	A2	-4.90744	-99999	-2.38251	-99999	-99999
	A3	-8.66545	-5.45486	-2.45912	-5.93237	-99999
	A3.5	-4.68867	-99999	-2.22682	-9999	-99999
	B2	-2.07605	-2.41788	-8.86523	-99999	-0.20621
	B3	-1.05445	-99999	-0.3061	-4.31345	-2.41788

**Table X.** The samples that P-value was over -1.65

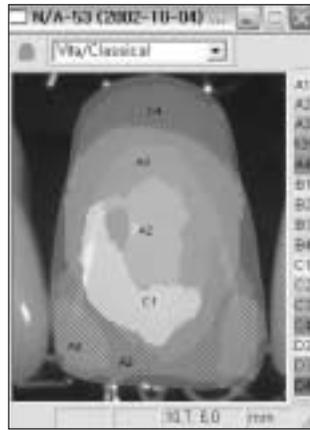
EFUCERA	A3	cervical	1.1186
EFUCERA	A3	body	-0.02365
EFUCERA	A3.5	cervical	-0.40453
EFUCERA	A3.5	incisal	1.106106
EFUCERA	B2	cervical	0.494961
IVOCLAR	A2	incisal	-1.11502
IVOCLAR	A3.5	cervical	0.771997
ENDURA	A3.5	incisal	-1.59127
TRUBYTE	66	incisal	0.694979
TRUBYTE	61	body-l	-0.2544
TRUBYTE	61	incisal	0.494961
DURADENT	A2	body	-0.31724
DURADENT	B3	cervical	-1.55107
DURACROSS	B2	incisal	-0.20921
DURACROSS	B3	cervical	-1.05445



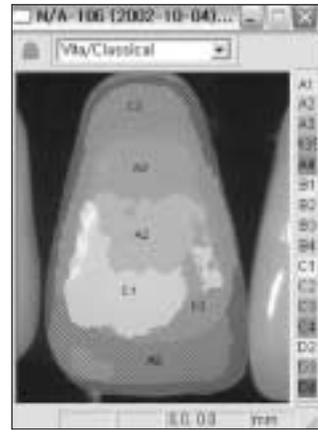
**Fig. 5.** Ratio of each point of artificial teeth of which p-value was over -1.65



**Fig. 6-1.** Shade map of EFUCERA (A2)



**Fig. 6-2.** Shade map of IVOCLAR (A2)



**Fig. 6-3.** Shade map of ENDURA (A2)



**Fig. 6-4.** Shade map of TRUBYTE (59)



**Fig. 6-5.** Shade map of DURADENT (A2)



**Fig. 6-6.** Shade map of DURACROSS (A2)

나타낸 것은, 눈으로 색조의 차이를 식별 할 만큼 편차가 크다는 것을 의미한다. 반면, 중앙부에서는 90개의 표본 중 유효하지 않은 표본이 3개(3.3%)였다. 이것은 인공치 색조가 잘 재현되었음을 의미한다.

#### IV. 총괄 및 고안

보철물을 성공적으로 수복하기 위해서는, 치아의 형태나 기능을 회복하는 것은 물론 자연치와 같은 색조를 재현하는 것이 매우 중요하다.<sup>1,13,27)</sup> 치아의 색조는 형태와 더불어 가장 중요한 인자이지만 색조가 색상, 명도, 채도 3가지 요소로 성립되어 있는<sup>28)</sup> 등 그 자체가 매우 복잡하고, 치아마다 색이 다르며, 또한 한 개의 치아 내에서도 절단부와 치경부의 색이 다르기 때문에 색을 객관적으로 파악하기가 어렵다.<sup>7,29,30)</sup> 그러나 이 같은 요인을 고려하여 색조를 가능한 한 정확하게 파악했다고 하더라도, 실제 보철물을 제작하는 경우에는 또 다른 어려움이 생긴다.<sup>5)</sup> 즉, 색 대비가 어렵고 광원의 종류<sup>31)</sup>에 따라 색이 다르게 보이며,<sup>20)</sup> 빛이 투과되는 정도도 다르고 치아의 두께에도 한계가 있기 때문에 충분한 색을 그대로 재현하는 것이 매우 힘들어지는 것이다.<sup>4,10,23,33)</sup> 또한 색을 선택하는 사람과 제작하는 사람이 다른 경우, 색조의 정보가 정확하게 전달되어야 하는데 이 과정에도 역시 어려움이 따른다.<sup>34,35)</sup>

상악 전치 순면을 대상으로 하여 치아의 색조를 측색기로 측정된 연구 결과를 보면, 치아 별로 볼 때 중절치와 측절치는 명도, 색상, 채도 모두가 매우 비슷하다.<sup>36,37)</sup> 그러나 전치는 명도가 낮으며, 색상은 동일해도 채도가 높은 경향을 보인다. 또한 치아의 부위 별로 볼 때 치경부 근처는 절단부보다 명도와 채도가 모두 높게 나타나며, 연령 별 경향을 볼 때<sup>38)</sup> 중년과 노년층에서는 명도가 낮아지며, 채도가 높아진다.<sup>39)</sup> 이러한 사전 지식은, 보다 효율적인 색조의 선택에 도움을 줄 수 있다.<sup>40-43)</sup>

색조를 선택하는 방법에는 비색법(比色法)과 측색법(測色法)이 있는데, 비색법은 주관적인 시각적 색 측정법이고,<sup>8)</sup> 측색법은 객관적인 기계적 색 측정법이다.<sup>22-25)</sup> 현재는 shade guide<sup>11,44,45)</sup>와 자연치 색을 비교하는 비색법을 주로 이용한다.<sup>9)</sup> 비색법을 이용할 때에는 가능한 한 단시간 내에 색을 결정하는 것이

중요한데, 이 때 실제 구강의 조건과 일치시키기 위해 표면을 물로 적신 상태에서 보는 것이 필요하다. shade guide에는 여러 종류가 있는데, CIE 표색계의 원리를 응용한 Vita Lumin Vacumn shade guide가 가장 널리 보급되어 있다.

CIE (국제조명위원회)에서 결정된 CIE 표색계는 균일한 3차원의 색 공간의 배열을 중요한 특징으로 갖는다. 이 색 공간은 측색기로부터 계측된 3차원치 X, Y, Z의 3개 값으로부터 산출된  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  값에 의한 3차원 직교좌표틀을 이용하는데 이 색 공간을 이용한 표색계를 CIELAB 표색계라 한다. 3차원치 중에서 X는 적색과장을 나타내며, Y는 녹색과장을, Z는 청색과장을 나타낸다. CIELAB 표색계는 Munsell 표색계와 유사한 방법으로 배열되어 있다.  $L^*$ 은 Munsell 표색계의 명도와 유사하게 관련되어 있으며  $a^*$ 와  $b^*$ 는 채도를 나타내지만, 기존에 잘 알려진 색조나 채도의 특성과는 직접적인 상관관계가 없다.  $a^*$ 는 Munsell 색 공간에서 red-purple-blue-green 축과 연관되는데, (+) $a^*$ 는 주로 red-purple color와 관계있고, (-) $a^*$ 는 주로 blue-green color를 나타낸다. 마찬가지로  $b^*$ 는 yellow-purple-blue축과 연관된다.  $L^*$  값의 차이는 명도에서의 차이를 나타낸다.

치과에서 측색기를 이용했다는 보고는 1970년대부터 나타나며, 종류로는 치관색 분석계(dental color analyzer NS-100, Nagagawa Morita 공급), 직독 측색 색체계(스가실험기), 측색색차계(ND-DP101, 일본전색공업) 등이 있었다. 초기에 사용된 측색기기는 측정 수치의 신뢰성이 높다고는 할 수 없었으나, 그 후 1990년대에는 측정수치를 shade guide cord에 대응시킨 실용적 치아 색체계 측색기로 개량된 ShadeEye(Shofu)가 등장했다. 이 후 비슷한 측색기가 계속 개발었으며, 그 예로 덴탈 스펙트로 포토 미터, 피키오 (메디칼 하이 테크놀로지) 등이 있다.

본 연구에서는 현재 시판되는 6종의 인공치 제품(상악 우측 중절치- EFUCERA, IVOCLAR, ENDURA ANTERIO, TRUBYTE, DURADENT, DURACROSS)을 선택하고, 업체 별로 5가지의 색조군을 선택하여 각 9개씩 45개, 총 270개의 인공치를 실험군으로사용하였으며, Canada의 Cynovad사에서 최근 개발한 ShadeScan™ System으로 색조 분

석을 하였다. ShadeScan™ System은 대상 치아의 디지털 영상을 채득하고 이를 객관적으로 분석하여 부위별 Shade를 Map의 형태로 나타내 주는 장치이다.

ShadeScan™ System에서 제공하는 자료에 따르면, 인공치의 영상은 Vita Classical, Vita 3-D Master, Ivoclar Chromascop 등의 shade guide에 대응되어, shade guide number를 수치로 표시될 수 있었다. 본 연구에서는 Vita Classical shade guide를 이용하였다.

각 인공치들의 영상을 채득한 후 ShadeScan™ System을 이용하여 얻은 shade map 위에, 치경부, 중앙부, 절단부를 대표하는 5개의 point를 정한 후 각각의 point의 shade를 기록하였으며, 이렇게 얻어진 자료들을 통계 처리하였다.

본 연구의 목적은, 인공치들의 색조가 동일 색조군 내에서 얼마나 정확히 재현되고 있는지를 알고자 하는 것이었다. 각각의 shade 자료들은, total color difference인  $\Delta E^{36)}$  값을 이용하여 수치화·정량화되었는데, shade의 차이가 눈으로 식별 가능한 ' $\Delta E > 3$ '과 비교하여 유의성 검정을 시행하였다( $p=0.05$ ). 이는 50% 이상의 관찰자에서  $\Delta E=1$  일 때 눈으로 차이를 식별할 수 없었고,  $\Delta E=2$  일 때는 임상에서 받아들일만한 차이라고 할 수 있었으며,  $\Delta E$ 가 3 이상일 때는 poor match를 나타낸다고 하였던 기존의 연구결과에 기인한 기준이다.

인공치의 Shade를 분석한 결과를 살펴보면, 우선 치경부와 절단부에서는 variation이 크게 나온 경우가 다수 있었으며, 따라서 이 경우에는 검정통계량 수치도 유효하지 않았다. 이것은 환자의 자연치와 비교하여 가장 유사한 인공치<sup>40,41)</sup>를 제공받았음에도 불구하고, 치경부와 절단부에서 식별할 만한 차이를 보인다는 뜻이다.

다음으로 중앙부에서의 결과를 보면, 그 variation이 크지 않고, 검정통계량도 유효하다. 그러므로 인공치의 색조 결정에서 가장 중요한 요인이 중앙부라는 점을 감안할 때, 현재 시판되는 인공치의 색조의 재현은 비교적 잘 이루어져있다고 할 수 있겠다. 다만, 좀 더 완벽한 재현을 위한 치경부와 절단부에서의 시정이 필요하다고 하겠다.

## V. 결 론

ShadeScan™ System을 이용하여 인공치의 색조를 측정하여 나온 data를 분석한 결과를 살펴보면,

1. 치경부의 30개 표본 중, 검정통계량 수치가 유효하지 않은 표본은 6개였다(20%). 이것은 환자의 자연치와 비교하여 가장 유사한 인공치를 제공받았음에도 불구하고, 치경부에서 눈으로 그 색조 차이를 식별할 만큼 편차가 컸다는 뜻이다.
2. 중앙부에서의 결과를 보면, 그 variation이 크지 않고, 검정통계량도 유효한 경우가 대부분이었다. 90개의 표본 중, 검정통계량 수치가 유효하지 않은 표본이 3개였다(3.3%). 즉, 인공치 shade의 중앙부에서의 재현은 비교적 잘 이루어져있다고 할 수 있겠다.
3. 절단부의 30개 표본 중, 검정통계량 수치가 유효하지 않은 표본은 6개였다(20%). 즉, 치경부에서와 마찬가지로, 절단부에서도 색조의 차이를 식별할 만큼 편차가 크게 나타났다는 것이다. 이상의 결과로 볼 때, 인공치의 색조 결정에서 가장 지배적인 요인이 중앙부라는 점을 감안하면 현재 시판되고 있는 인공치의 색조 재현은 비교적 잘 이루어져 있다고 할 수 있다. 다만, 좀 더 완벽한 재현을 위하여 치경부와 중앙부에서의 시정이 필요하다고 사료된다.

## 참고문헌

1. 김혜진, 김광준, 조혜원, 진태호. 수중 복합레진의 색안정성에 관한 연구. 대한치과보철학회지 2002;40:79-87.
2. 류소영, 임주환, 조인호. 도재 전장주조관에서 사용되는 도재의 색안정성에 관한 연구. 대한치과보철학회지 2000;38:73-84.
3. 박성호, 임주환, 조인호. 온성 방법에 따른 수중의 임시 수복용 레진의 착색시의 색안정성에 관한 연구. 대한약기능교합학회지 2000;16:2-111.
4. Bergen SF. Color in esthetics. N Y State Dent J 1985;51:470-471 5. 5. Sellen P, Jagger D, Harrison A. Methods Used to

- Select Artificial Anterior Teeth for the Edentulous Patient: A Historical Overview Vol. 12, No. 1, 1999.
6. Sproull RC. Color matching in dentistry Part I : The three dimensional name of color. J Prosthet Dent 1973;29:416-424.
  7. 박해균, 정재현. 한국인 자연치의 색에 관한 연구. 대한치과보철학회지 1988;26:(1):185-196.
  8. Munsell AH. A color notation, Baltimore, Munsell Color Co., Inc.1961;11:15-16.
  9. Van der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Plasschaert AJM. A new method for matching tooth colors with color standards. J Dent Res 1985;64:837-841.
  10. Sproull RC. Color matching in dentistry Part II : Practical application for the organization of color. J Prosthet Dent 1973 29:556-566.
  11. Asano S, Yamamoto M. Optimal tooth shade verification technique. QDT. 2002; 5(7):30-57.
  12. Davision SP, Myslinski NR. Shade selection by color vision-detective dental personnel. J Prosthet Dent 1990;63:97-101.
  13. Paravina RD, Evaluation of a Newly Developed Visual shade-Matching Apparatus. Int J Prosthodont 2002;15:528-534.
  14. R.Liberman, E.C. Combe,V. Piddock & D.C. Watts: Colour changes in acrylic teeth comparison of an objective and subjective method.
  15. Rosentritt M, Esch J, Behr M, Leibrock A, Handel G. In vivo color stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures. Quintessence International.
  16. Bell, R.A.: The geometric theory of selection of artificial teeth: is it valid? J. Am. Dent. Assoc.1978; 97(4):637-640.
  17. Bindra B, Basker B, Besford J. A Study of the Use of Photographs for Denture Tooth Selection. Vol. 14, No. 2, 2001.
  18. Brewer, A.: Selection of denture teeth for esthetics and function, J.Prosthet. Dent. 1970; 23:368-373.
  19. Krikor, The science of communicating the art of esthetic dentistry.Part III : Precise shade communication. J Esthet Restor Dent 2001;13(3):154-162.
  20. John WM, O'Brien WJ. Color analysis of dental modifying porcelains. J Dent Res 1982;61:484-488.
  21. McPhee ER. Light and color in dentistry. Part I-nature and perception. J Mich Dental Assoc. 1978;60:565-572.
  22. Goodkind RJ, Schwabacher WB. Use of fibero-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth J Prosthet Dent 1987;58:535-542.
  23. Goodkine RJ, Keenam KM, Schwabacher WB. A comparison of chromascan and spectrophotometric color measurements of 100 natural teeth. J Prosthet Dent 1985;53:105-109.
  24. Jorgenson MW, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of five porcelain shades relatives to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. J Prosthet Dent 1979;42:96-105.
  25. Seghi RR, Johnson WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. J Dent Res 1989;68:1775-1779.
  26. Instrumental color matching methods in dentistry, Rade D.Paravina, DDS, MS, PhD,1999:57-110.
  27. Preston JD. Current status of shade selection and color matching. Quintessence Int 1985;16:47-58.
  28. Hayasth T. Medical color standard. V. Tooth crown. Tokyo : Japan Color Institute, 1967.
  29. 김창섭, 임장섭, 전영찬, 정창모. 수종의 상아

- 질색도계의 색 차이에 대한 연구. 대한치과보철학회지 1999;37:425-432.
30. 최근배, 박찬운, 송창용, 고석민. 가시광선영역에서 shade guide에 따른 광투과도 특성 연구. 대한치과보철학회지 2000;38:147-159.
  31. Seleski CG. Color, light, and shade matching, J Prosthet. Dent 1972;27:263-268.
  32. Billmeyer FW, Saltzman M. Principles of color technology, ed 2. New York. John Wiley, 1981:56-54, 85-89, 101-105.
  33. Hunter RS. The measurement of appearance. New York. John Wiley;1975. p.3-74.
  34. Judd DB Wyszecki G. Color in business science and industry. 3rd ed. New York. John Wiley 1975; p.5-90.
  35. Miller LL. Scientific approach to shade matching. Chicago : Quintessence, 1988: 193.
  36. Wyszecki G, Stiles WS. Color Science : concepts and methods, quantitative and formulae. New York. John Wiley 1975; 83-173.
  37. Yeh CL. The color and optical properties of shade composites. Thesis, Univ. of Michigan, 1975.
  38. 김기석. 증령에 따른 치아 색조변화에 관한 연구. 구강생물학 연구 1986;10:77-92.
  39. Gustafson G. Age determinations of teeth J Amer Dent Ass 1950;41:45-54.
  40. Cary Behle. Shade selection techniques: Part three-principles for stratification. 2000;13(2):717-720.
  41. Clark EB An analysis of tooth color. J Am Dent Assoc 1981;18:2093-2095.
  42. Clark EB. The color problem in dentistry. Part I. Dent Digest 1931;37: 499-509.
  43. Clark EB. Tooth color selection. J Am Dent Assoc. 1933;20:1065-1073.
  44. Askinas, S.W., Kaiser, D.A.. Technique for making a customized shade guide, J.Prosthet. Dent.1979; 42:234-235.
  45. Barna, G.J., Taylor, J.W., King, G.E., and Pelleu, G.B.:The influence of selected light intensities on color perception within the color range of natural teeth, J.Prosthet. Dent.1981; 46:450-453.

---

**Reprint request to:**

In-Ho Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.  
 Department of Prosthodontics, College of Dentistry,  
 Dankook University 7-1, Shinbu-dong, Chunan, Chungnam, 330-716, Korea  
 cho8511@dku.edu

ABSTRACT

## SHADE ANALYSIS OF ARTIFICIAL TEETH USING SHADE SCAN™ SYSTEM

Chai-Ryun Sung, D.D.S.,M.S.D., In-Ho Cho, D.D.S.,M.S.D.,Ph.D.,  
Jong-Hyuk Lee, D.D.S.,M.S.D.

*Department of Prosthodontics, Graduate School, Dankook University*

**Purpose:** The purpose of this study was to analyze and estimate whether each company may produce the color of artificial teeth as it stands, in the standard of vita classical shade guide using ShadeScan™ System.

**Material and methods:** we chose the products of 6 companies –EFUCERA, IVOCLAR, ENDURA, TRUBYTE, DURADENT, and DURACROSS– estimated the shade value of each fixed point(cervical, body, and incisal area) of artificial tooth, and verified the equality among the samples from the same company.

**Results:** First, the variation appeared significant at cervical and incisal area. It means that there were significant differences between cervical and incisal area although the most similar artificial teeth to the patients' natural teeth were provided.

Second, the results in the body area showed that the variation between artificial and natural teeth was finite( $p < 0.05$ ) in that area.

**Conclusion:** it shows that the reproduction of colors of artificial teeth might be successful regarding the body is the most important part for a determination of the color of artificial teeth. However, more complements are necessary for the better reproduction of the color of artificial teeth between cervical and incisal area.

---

**Key words :** ShadeScan™ System, Artificial teeth, Shade