

Ceramic Block의 색채측정치에 대한 Polishing과 Glazing의 영향

서울대학교 치과대학 치과보존학교실 전임강사 조병훈

이 연구는 '97년도 서울대학교병원 지정진료연구비(02-97-259) 지원에 의한 결과임

A B S T R A C T

The Effect of Polishing and Glazing on Colorimetric Values of Ceramic Blocks

Byeong-Hoon Cho

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry,
Seoul National University

To evaluate quantitatively the shade of ceramic blocks used in dental CAD/CAM system, 10 specimens (2 mm thickness) per each shade of Vita monochromatic feldspathic blocks were prepared from 7 different shades (Vita Cerec Mark II : #A1, A2, A3, A3.5, & B3, Vita Celay Blank : #A2, & A3). Before and after polishing or glazing, by use of standard C illumination of tristimulus colorimeter (Chroma Meter CR-321, Minolta Co., Japan), L^* , a^* , b^* value and color difference (ΔE^*) were measured on standard photographic 18% gray card (Eastman-Kodak, Rochester, NY) in dark room. Polishing and glazing were done by use of Soflex Finishing/Polishing System(3M Dental Products, St Paul, MN, USA) and glaze of Vita Shading Paste (sp 15, Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Sackingen, Germany).

The results were as follows :

1. With the increase of shade number of ceramic blocks, L^* values decreased and a^* and b^* values increased. ($p < 0.05$)
2. L^* values of Celay Blanks were lower than those of Vita Cerec Mark II blocks of the same shade. ($p < 0.01$)
3. After polishing or glazing, L^* values of ceramic blocks decreased. ($p < 0.01$)
4. Polishing made ceramic blocks more yellow and green, but glazing had little effect on a^* and b^* values.
5. Because of higher ΔE^* , shade changes after polishing could be easily perceived by naked eye, but those after glazing could not.

key words : ceramic block, colorimeter, glazing, polishing

I. 서론

수복치과학의 목적은 손상된 치아를 자연스러운 형태, 기능, 색조로 회복하는 것이라고 할 수 있다. 이를 위해서는 형태, 표면질감, 투명도, 및 색조의 복합적인 조절을 필요로 한다. 그 중에서도 색조의 조절은 일반적으로 shade guide를 이용한 치과의사의 시각적인 평가를 기공사에게 전달함으로써 이루어지고 있으나, 주관적인 판단에 의존하는 바가 크며 표준화가 미흡하여 정확한 색조의 재현에 어려움이 많다.

또한 가장 널리 사용되고 있는 Vita shade tab에 있어서도 각각의 shade tab은 불투명한 배면위에 치경부로부터 절단부까지 다양한 색조를 보이고 있고, 두께에 있어서도 정상적으로 사용되는 도재의 두께인 2 mm보다 훨씬 두꺼운 4 내지 5 mm의 두께를 보여 도재수복물의 색조를 정확하게 예상하기에는 어려움이 많다. 이러한 이유로 치과영역의 심미수복재에 대한 색채연구가 다양하게 진행되어 왔다¹⁻⁴⁾.

임상적으로 적절하며 재현가능한 색조에 대한 정보를 얻기 위해서는 색조측정법은 치아의 광학적인 특성에 근거를 둔 재현가능하고 정확하며 단순한 방법이어야 한다. 따라서 광학적인 기구를 사용하여 치아의 색조를 측정하고, 수치화할 수 있는 방법에 대한 연구가 시도되었고^{5,6)}, 이러한 기구를 이용한 색조측정법은 객관성과 신속함에 있어 시각적인 측정법에 비해 우수한 것으로 보고되고 있다.

임상적으로 적절하고 일반화할 수 있는 정보를 얻기 위해서는 색조측정법은 광학적 특성에 바탕을 두어 CIE 색좌표계로 표현될 수 있어야 하고, 재현가능하며 민감하고 사용이 간편해야 하고, 치아에 손상을 입히지 않아야 한다. 치과영역에서 색을 비교하고 분석하는데는 3자극치 색채계측기

(tristimulus colorimeter)와 분광광도계(spectrophotometer)가 이용되고 있다⁷⁾.

이들 기기에 의한 색측정은 정량화를 위해 Munsell Color Order System이 과거에 널리 사용되었으나 최근에는 CIELAB system이 많이 사용되고 있고, 색차를 나타내는 ΔE^* 값으로 비교되고 있다⁸⁾. 또한 구강내에서 사용할 수 있는 작은 측정부위를 갖는 3자극치 색채계측기가 소개되어 CIELAB system에 의한 치과용 도재의 색차를 측정하여 그 정밀성을 보고하고 있다^{9, 10)}.

한편 치과용 CAD/CAM을 이용한 도재수복술식이 소개되면서 도재를 이용한 심미치과치료의 임상예의 적용범위가 확대되고 있다^{11, 12)}. 도재를 이용한 인레이, 온레이, 및 라미네이트등의 심미수복술에서는 먼저 정확한 치아색조의 측정을 통한 적절한 색조의 도재괴(ceramic block)의 선택이 필수적이다.

그러나 절삭작업을 통해 수복물을 제작하는 CAD/CAM술식의 특성으로 인하여 단일색조의 도재괴를 사용함으로써 자연치에서 나타나는 치경부로부터 절단부까지 다양한 색조의 변화를 재현하기에는 한계가 있다. 또한 54 μm 또는 64 μm 의 입자를 갖는 절삭기구^{13, 14)}를 사용함으로써 최종적인 연마 또는 glazing과정을 거치게 되어 임상적으로 수복물의 색조의 변화를 인지할 수 있다.

따라서 본 연구는 치과용 CAD/CAM system에서 사용되는 도재괴의 연마 또는 glazing후의 색조변화를 조사하기 위하여 도재괴의 색조와 연마 또는 glazing후의 색변화를 정량적인 방법으로 측정할 수 있는 3자극치 색채계측기를 이용하여 CIELAB 색채계의 값을 측정, 비교하여 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구에서는 치과용 CAD/CAM system에서 사용되는 도재괴의 연마 또는 glazing전후의 색차를 정량적으로 비교하기 위하여 도재괴를 Isomet diamond saw로 절단하여 두께 2mm의 시편을 제작하여 3자극치 색채계측기(Chroma Meter CR-321, Minolta Co., Japan)를 이용하여 CIELAB값을 측정하였다.

도재괴는 Vita Cerec Mark II(18 size, Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co, KG, Sackingen, Germany)의 #A1, A2, A3, A3.5, 및 B3색조와 Vita Celay Blank(직경 9 mm, Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co, KG, Sackingen, Germany)의 #A2, 및 A3색조등 7종을 이용하였고, 연마는 Soflex Finishing/Polishing System(3M Dental Products, St Paul, MN, USA)을 이용하였으며, glazing은 Vita Shading Paste의 glaze(sp 15, Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co, KG, Sackingen, Germany)를 이용하였다.

2. 연구방법

1) 시편제작

각각 색조가 다른 5종의 Vita Cerec Mark II 도재괴(18 size)와 2종의 Vita Celay Blank 도재괴(직경 9 mm)등 총 7종의 도재괴를 선택하여 diamond saw를 이용하여 절단하여 두께 2mm의 시편을 각각 10개씩 모두 70개의 시편을 제작하였다.

먼저 자동연마기구(LotoPol-V & Pedemat, Struers Co., Glasgow, Scotland)으로 Celay system과 Cerec system에서 사용되는 절삭기구의 diamond입자의 크기(Celay : 54 또는 64 μm , Cerec : 64 μm)에 해당하는 SiC #220(European FEPA standard)으로 시편을 연마하여 절삭기구인 disk로 절삭한 것과 같은 도재면의 표면거칠기를 부여하였다.

2) 색측정

각 색조당 10개의 시편을 3자극치 색채계측기로 색측정을 시행하여 각 군의 CIELAB 값의 평균과 표준편차를 구하였다. 이때 모든 색측정은 주위의 광선과 배경색의 영향을 배제하기 위하여 암실에서 standard photographic 18% gray card(Eastman-Kodak, Rochester, NY)²⁾를 배경으로 사용하여 측정하였고, CIE 표준 C광원(C : representative of overcast whole sky illumination)을 이용하였다.

색측정은 백색교정판에서 색채계측기를 보정하고, 시편을 gray card에 올려놓고 색채계측기의 측정부(직경 3 mm)가 시편에 밀착되게 위치시킨 후 각 시편마다 5부위에서 실시하였고, 매 측정은 계측기의 multi-measure기능을 이용하여 3회 측정하여 3회 측정치의 평균을 그 부위의 측정치로 취하

였다. 이와 같은 방법으로 7종의 도재에 대하여, 각각 10개의 시편을, 각 시편당 5회씩 multi-measure하여 총 350회의 측정을 시행하고, 7종 각각의 10개의 시편을 다시 5개씩 2군으로 나누어 1군은 Soflex Finishing/Polishing System을 이용하여 연마하고, 2군은 glazing을 한 후 상기와 같은 측정을 반복하여 도재면의 연마 또는 glazing-후의 CIELAB값을 얻은 후 연마 또는 glazing-전의 측정치와의 색차를 비교하였다.

이때 연마는 제조자의 지시에 따라 4단계를 순서대로 시행하고, 각 단계는 가벼운 압력을 가하면서 원형으로 연마하였고 5개의 시편을 연마 후 버리고 새것을 사용하였다.

3) 자료처리

색측정 결과 얻어진 자료는 7종의 도재피에 대하여 각 도재의 고유의 CIELAB값을 얻은 후, 각 도재의 연마 또는 glazing 전·후의 L*, a*, b*값을 상호 비교하여 연마 또는 glazing에 의한 L*, a*, b*값의 차이인 색차(color difference ΔE^*)를 계산하여 Knispel²⁾이 언급한 눈으로 인지가능한 색차인 $\Delta E^*=2$ 와 비교하였다. 자료의 처리는 Jandel사의 통계 프로그램인 Sigmastat을 이용하여 t-test와 Mann-Whitney rank sum test를 시행하였다.

III. 연구성적

CAD/CAM system인 CEREC system(Siemens, Germany)과 copy-milling machine인 Celay system(Mikrona, Switzerland)에서 사용되는 Vita사의 장식도재를 3자극치 색체계측기인 Chroma Meter CR-321(Minolta Co., Japan)을 이용하여 색채 측정을 시행하여 표 1과 같은 CIELAB값을 얻었다.

표 1. CIELAB values of ceramic blocks after grinding with SiC #220 (n=10)

Shade		L* (SD)	a* (SD)	b* (SD)
CEREC Mark II	#A1	59.07 (0.35)	-2.89 (1.72)	4.03 (0.90)
	#A2	58.35 (0.38)	-1.49 (1.56)	4.22 (0.81)
	#A3	57.88 (0.68)	0.75 (1.74)	7.19 (1.65)
	#A3.5	57.70 (0.75)	0.79 (1.73)	11.64 (1.94)
	#B3	57.83 (0.76)	0.22 (1.72)	7.99 (1.74)
Celay Blank	#A2	56.90 (0.65)	0.93 (1.72)	-0.10 (1.68)
	#A3	56.29 (0.64)	0.74 (1.70)	7.34 (1.46)

그림 1. Mean L* values of ceramic blocks

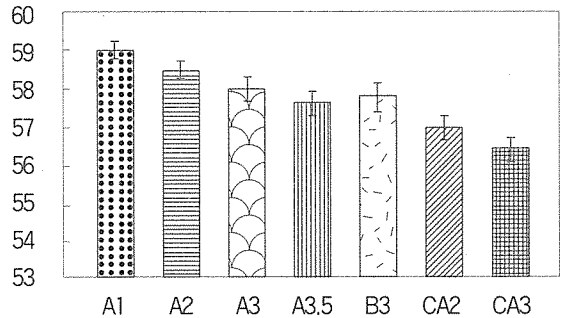


그림 2. Mean a* values of ceramic blocks

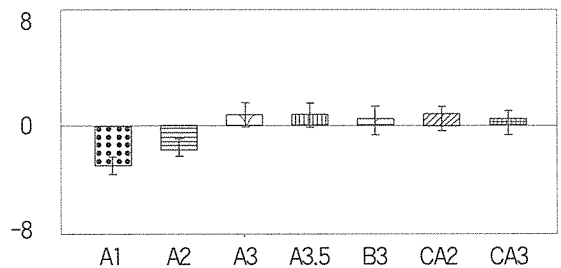
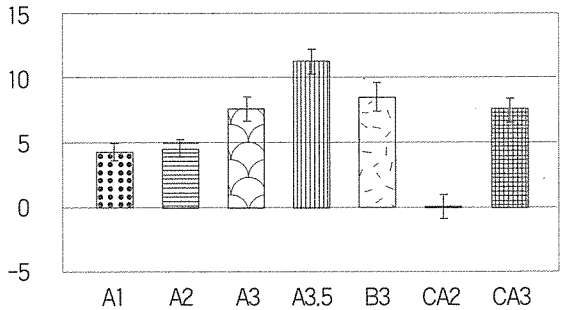


그림 3. Mean b* values of ceramic blocks



각 system에서 사용되는 도재피는 색조에 있어 #A1에서 #A3.5로 색조번호가 증가할수록 L*값은 감소되어 명도는 감소하고, a*값과 b*값은 증가되어 적색 및 황색으로 치우치는 경향을 알 수 있었다. Celay Blank는 같은 색조의 Vita Cerec Mark II block에 비해 L*값이 낮으나, #A2색조에 있어서는 a*값은 증가되어 적색조가 증가되나, b*값은 감소되어 청색조가 증가되었다(p<0.01). 반면에 #A3색조에 있어서는 a*값과 b*값에 있어 Vita Cerec Mark II block과 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(그림 1, 2, 3).

각 색조의 도재시편에서 10개의 시편을 5개씩 2개의 군으로 나누어 1군은 Soflex Finishing/Polishing System으로 연마하고, 2군은 Vita Shading Paste의 sp15 glaze로 glazing하여 CIELAB 값을 측정한 결과 표 2와 같은 결과를 얻었다.

표 2. CIELAB values before and after polishing or glazing (n=5)

		before polishing or glazing			after polishing or glazing			
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	
Cerec Mark II	#A1	polishing	58.96	-4.48	4.81	58.36	2.08	0.00
		glazing	59.17	-1.30	3.26	57.44	-1.31	3.67
	#A2	polishing	58.38	-1.50	5.01	57.86	-1.42	3.75
		glazing	58.33	-1.49	3.43	56.53	-1.42	4.05
	#A3	polishing	57.36	2.48	5.58	56.69	-0.88	9.51
		glazing	58.40	-0.97	8.67	56.51	-0.91	9.66
	#A3.5	polishing	57.37	2.49	9.80	56.03	-0.89	14.50
		glazing	58.03	-0.92	13.49	56.09	-0.88	14.60
	#B3	polishing	57.70	1.92	6.30	55.84	-1.58	6.30
		glazing	57.96	-1.48	9.68	55.36	-1.54	11.33
Celay Blank	#A2	polishing	56.67	2.63	-1.75	54.81	-0.70	2.29
		glazing	57.13	-0.78	1.55	54.19	-0.68	2.45
	#A3	polishing	56.26	2.42	5.93	54.14	-1.01	10.65
		glazing	56.31	-0.93	8.74	53.80	-0.97	10.39

그림 4. Changes of L* values before and after polishing or glazing (n=5)

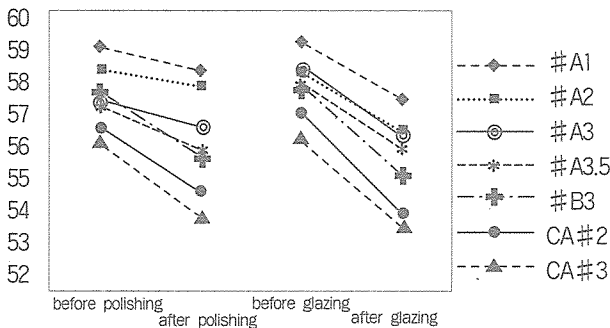


그림 5. Changes of a* values before and after polishing or glazing (n=5)

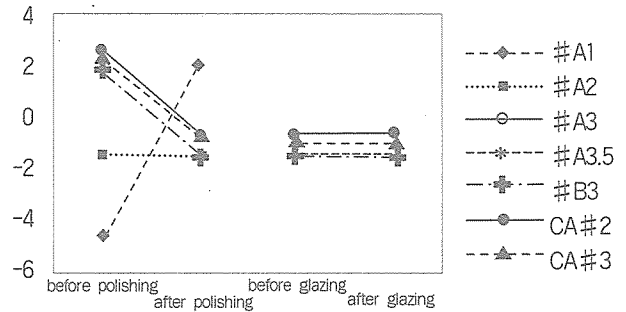
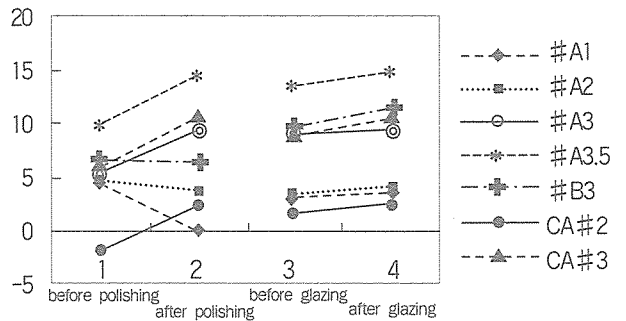


그림 6. Changes of b* values before and after polishing or glazing (n=5)



이것을 색변화량으로 표시하기 위하여 색차인 ΔE*로 표시하면 표 3과 같았다. 따라서 연마에 의한 색조의 변화는 눈으로 인지가 가능한 ΔE*=2보다 월등히 크므로 쉽게 눈으로 인지가 가능하고, glazing에 의한 색조의 변화는 ΔE*=2에 가까

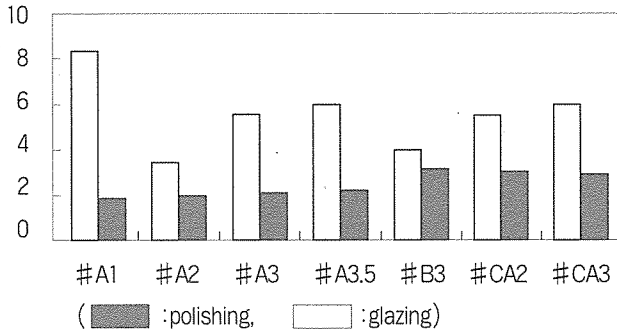
표 2, 그림 4, 5, 6, 표 3, 뒷장 그림 7

Soflex Finishing/Polishing System으로 연마한 1군에서는 L*값은 감소되고, 특히 Vita Cerec Mark II 도재피에서는 색조변화가 증가됨에 따라 L*값의 감소가 커지고, Celay Blank에서의 L*값의 감소는 Vita Cerec Mark II도재피에서 보다 크게 나타났다(p<0.01)(그림 4). a*값은 감소되는 경향을 보이며, b*값은 증가되는 경향을 보였다(p<0.01)(그림 5, 6). Vita Shading Paste의 sp15 glaze로 glazing한 2군에서는 L*값은 연마의 경우보다 더 크게 감소되고(그림 4), a*, b*값은 거의 변화가 없음을 관찰할 수 있다. 특히 #A1, A3.5, B3 및 CA3에서는 유의성이 있는 차이를 관찰할 수 없었다(p>0.05)(그림 5, 6). 따라서 연마 또는 glazing에 의해 도재의 명도가 감소되고, 연마에 의해서 녹색조 및 황색조가 증가되나, glazing에 의해서는 거의 변화가 없음을 알 수 있었다.

표 3. Mean color differences (ΔE* values) before and after polishing or glazing (n=5)

			Mean ΔE* (SD)
Cerec Mark II	#A1	polishing	8.12 (0.12)
		glazing	1.78 (0.73)
	#A2	polishing	3.45 (0.06)
		glazing	1.91 (0.24)
	#A3	polishing	5.23 (0.31)
		glazing	2.16 (0.16)
	#A3.5	5polishing	5.96 (0.66)
		glazing	2.27 (0.56)
#B3	polishing	3.97 (0.20)	
	glazing	3.08 (0.34)	
Celay Blank	#A2	polishing	5.56 (0.24)
		glazing	3.09 (0.75)
	#A3	polishing	6.23 (0.58)
		glazing	3.01 (0.70)

그림 7. Mean color differences (ΔE^* values) before and after polishing or glazing (n=5)



IV. 총괄 및 고찰

중전의 Lost-wax technique을 대체하여 보다 신속하고 심미적인 수복물을 제작하기 위한 노력의 결과로 1980년대 후반에 CAD/CAM system인 CEREC system과 copy-milling machine인 Celay system이 소개되었다^{11, 12)}.

이들 system은 수복물 제작방법으로 milling machine을 적용하여 단일 색조의 도재괴(monochromatic block)를 절삭하여 수복물을 제작한다. 다만 CAD/CAM system인 CEREC system에서는 컴퓨터를 이용하여 수복물을 설계하고 CAM software를 이용하여 NC(Numerically-controlled) milling machine을 구동하는 반면에, copy-milling machine인 Celay system은 광중합레진을 이용하여 수복물의 주형(pattern)을 제작하고 이것을 수동으로 탐침하여 milling machine을 구동하는 점에서 차이가 있을 뿐이다. 또한 두 system은 모두 단일 색조의 도재괴를 절삭하여 수복물을 제작하는 점에서는 공통점을 가지고 있으나, CEREC system에서는 Dicor사의 Glass ceramic인 Dicor MGC와 Vita사의 장식도재(feldspathic porcelain)인 Vita Cerec Mark II block을 사용할 수 있고, Celay system에서는 Vita사의 장식도재인 Vita Celay Blank만을 사용한다. 이들은 모두 단일 색조의 도재괴로서 공장에서 엄정한 공정을 거쳐 제작되어 내부의 공극과 응력을 최소화하여 물리적성질과 심미성이 우수한 재료로 알려져 있다^{11, 12)}.

실제로 biaxial flexural strength에 있어서 다른 장식도재, 즉 Excelco(55 MPa), Ceramco II(61 MPa), Mirage(70 MPa)에 비해 Vita Cerec Mark II(78 MPa), Dicor MGC(184 MPa), Vita Celay Blank(148 MPa)등의 절삭용 도재괴에서

크게 증가되어 있고, refractive index도 Dicor MGC 1.52, Vita Celay Blank 1.49로 대단히 투명한 재료로 평가된다^{11, 15)}. 따라서 내부의 치질의 색조를 그대로 반영할 수 있어 심미적으로 우수한 재료로 판단되나, 단일 색조이므로 치아의 복잡한 색조변화를 제대로 표현하기에는 어려움이 있다. 그러므로 임상적으로는 단일 색조의 도재괴를 실제 치아보다 밝은 것 또는 어두운 것을 사용하거나, tint를 사용하여 특정색을 부여하기도 한다.

또한 임상적으로 도재수복물을 레진시멘트로 합착하기 전에 glazing한 경우나 합착한 후 연마단계를 거친 경우에서 색조의 변화를 경험하게 되는데 이와 같은 색조의 변화는 임상가를 당황하게 하는 경우도 있다. 따라서 본 연구에서는 라미네이트 또는 도재전장관에 이용되는 단일 색조의 도재괴의 색조를 정량화하기 위해 CEREC system과 Celay system에서 사용되는 색조가 서로 다른 7종의 도재괴의 CIELAB값을 측정하고, 연마 또는 glazing한 후의 색조의 변화를 측정하여 연마 또는 glazing전,후의 색차를 비교함으로써 최종수복물의 색조를 예상할 수 있는 기준을 찾고자 하였다. 치과영역에서 색을 비교하고 분석하는데는 3자극치 색채계측기(tristimulus colorimeter)와 분광광도계(spectrophotometer)가 이용되고 있다. 3자극치 색채계측기는 인간의 눈에 있는 수용기와 같은 특징을 갖고 있는 3색여광기(filter)를 이용하여 반사된 빛의 적, 녹, 청색에 대한 값을 분석하는 기기이고, 분광광도계는 반사된 빛 중 가시광선 파장범위의 분광력의 분포(spectral power distribution)를 측정하는 기기이다. 즉 400 - 700 nm의 가시광선 파장범위내에서 시편의 분광력(Illumination spectrum S)과 반사능(reflective property R)의 함수값($R \times S$)을 구하고^{7, 16)}, 이것을 청, 녹, 및 적색분으로 여광하여 3자극치값으로 불리는 X, Y, Z로 구분하여 특정색의 명도, 채도, 색상으로 구분한다. 이것을 수학적 변환을 거쳐 L^* , a^* , b^* 좌표계에 의한 CIELAB system의 색좌표값으로 얻을 수 있다. 이 좌표계에서의 두 색의 차이를 나타내는 좌표계상의 두 점의 거리를 색차(color difference, ΔE^*)라고 하고, 인간의 눈은 일반적으로 ΔE^* 값 0.3 내지 0.5의 차이만을 인지할 수 있는 것으로 알려져있으며, 1.0 내지 2.0의 값차이는 같은 것으로 인지한다고 한다⁷⁾.

또한 Seghi 등¹⁰⁾은 이상적인 관찰환경하에서 치과용 도재를 관찰하여 ΔE^* 값이 2 이상의 차이를 보이는 경우는 대부

본의 관찰자에 의해 구분되었으나, 1 이하의 차이를 보이는 경우는 구분할 수 없었다고 보고하였다. 그러나 임상에서 일반적으로 사용되는 색조측정에 있어서의 시각적인 방법은 제조사에서 shade tab을 제공하는 일부 복합레진의 경우를 제외하고는 일반적으로 Vita shade guide가 가장 많이 이용된다. 그러나 Vita shade tab은 불투명한 배면(opaque backing)위에 치경부, 중앙부, 및 절단부의 색이 구분되어 있고, 일반적으로 사용되는 도재의 두께 2 mm보다 두꺼운 4-5 mm의 두께를 가지고 있어 수복물의 색조를 예상하기가 쉽지 않다²⁾. 따라서 본 실험에서는 색측정을 정량적으로 할 수 있고, 구강내에서 사용할 수 있도록 측정부를 작게 고안한 Minolta사의 3자극치 색체계측기인 CR-321 모델을 이용하여 측정하였으며, 이 기기는 45° 환조명 수직수광방식을 채택하고 있다. 그러나 예비실험에서 Vita shade tab의 중앙에서 색측정을 하기 위해 IAD (Intraoral alignment device)를 제작하여 각 shade tab의 일정부위에서 색측정을 하였으나, 각 계열에서의 색조번호에 따른 편차가 도재피의 편차에 비해 지나치게 컸으며, Schwabacher와 Goodkind¹⁷⁾도 shade tab은 일정한 색을 갖고 있지 않으며, 포장에 따라서도 다르고 측정방법에 있어서도 어려움이 많다고 하였고, Ryther 등¹⁸⁾은 Vita Lumin shade guide의 경우 측정부위에 따라 상아질과 법랑질에 해당하는 두께가 달라지므로 CIELAB값은 크게 차이가 난다고 하여 측정치간의 색차가 크다고 하였다.

따라서 3자극치 색체계측기의 민감성에 비추어 임상에서 매번의 측정을 위한 다수의 IAD를 제작하는 것은 현실성이 없다고 판단되어 도재피와 Vita shade tab간의 색측정치의 비교는 제외하였다. 도재시편의 투명도가 높으므로 만약 하부에 상아질색에 해당되는 도재층을 부여하면 shade guide에서의 같이 색측정치의 분포가 넓어질 것으로 추측된다. 두께에 관하여는 도재시편의 두께를 2.0 mm로 균일하게 제작하여 색측정을 하였을 때 흑색 또는 백색의 배경색에 의한 영향은 투명한 재료이므로 배경색이 반영되어 백색배경의 경우 흑색배경에 비해 L*, a*, b*값이 모두 크게 나타났다.

그러나 같은 shade내에서 시편의 두께를 달리한 경우 흑색배경의 경우 두께의 차이에 의한 영향이 거의 없는데 반해 백색배경의 경우에는 두께가 두꺼워지면 L*값이 크게 감소함을 관찰할 수 있었다. 이와 같이 배경색의 영향을 표준화하기 위해 Goodkind 등¹⁹⁾은 neutral background로 Poly-Doh

를 이용하였고, Swift 등²⁰⁾은 standard photographic 18% gray card를 배경으로 사용하였다. 따라서 두께의 영향을 최소화하기 위하여 흑색배경에 가까운 standard photographic 18% gray card를 배경으로 사용하여 시편을 올려놓고 그위에 계측기의 측정부를 밀착시켜서 측정하였고, 3자극치 색체계측기는 표준 C광원을 사용하므로 주위의 자연광의 영향이 거의 없을 것으로 예상되나 주위환경의 영향을 가급적 배제하기 위하여 모든 측정은 암실에서 시행하였다.

CAD/CAM system인 CEREC system과 copy-milling machine인 Celay system에서 사용되는 Vita사의 장식도재의 색조를 측정하여 CIELAB색채값을 얻었다. 그 결과 각 system에서 사용되는 도재피는 색조에 있어 #A1에서 #A3.5로 색조번호가 증가할수록 L*값은 감소되어 명도는 감소하고, a*값과 b*값은 증가되어 적색 및 황색으로 치우치는 경향을 알 수 있고, Celay Blank는 같은 색조의 Vita Cerec Mark II block에 비해 L*값이 낮으나, #A2색조에 있어서는 a*값은 증가되어 적색조가 증가되나, b*값은 감소되어 청색조가 증가되며 #A3색조에 있어서는 Vita Cerec Mark II block과 거의 비슷한 a*값과 b*값을 보임을 알 수 있다. Vita Cerec Mark II block과 Celay Blank는 같은 제조사의 같은 장식도재임에도 불구하고 다른 색조를 보여 제조자가 의도적으로 색조를 달리 하였거나 같은 공정에서도 일정한 색조를 보이지 않는 것을 알 수 있다. 또한 각 색조의 도재피내에서도 10개의 시편을 연마 또는 glazing의 두군으로 나누었을 때 연마 또는 glazing전의 각각 5개씩의 시편의 L*, a*, b*값의 평균에 차이가 있는 것으로 보아 같은 회사의 같은 제품임에도 불구하고 일정한 품질의 도재피가 생산되지 않음을 알 수 있다. 연마 또는 glazing에 의한 색변화량에 관하여는 연마 또는 glazing후에 도재의 명도가 감소됨을 알 수 있고, 연마에 의해서 녹색조 및 황색조가 증가되나, glazing에 의해서는 거의 변화가 없었다.

이때 연마에 의한 ΔE*값의 변화는 주로 a*값과 b*값의 변화에 의해 생기고, glazing에 의한 ΔE*값의 변화는 주로 L*값의 변화에 기인함을 알 수 있다. 이와 같이 연마의 경우 glazing에 비해 L*값의 변화가 적음에도 불구하고 ΔE*값의 변화가 크게 나타나는 이유는 연마시에 사용한 Soflex Finishing/Polishing disk에서 유래된 입자의 영향에 의한 a*값과 b*값의 변화에 의한 것으로 추측되며, glazing은 도재의

a*값과 b*값을 거의 변화시키지 않음을 알 수 있다. 다만 glaze는 예비실험으로 행한 표면조도평가지 연마의 경우보다 표면의 거칠기를 크게 증가시켜 빛의 산란을 초래하여 L*값이 더 크게 감소되는 것으로 해석된다. 이는 도재의 표면거칠기가 증가되면 명도가 감소한다는 Obregon 등²⁰⁾의 보고와도 일치되는 결과이다. 따라서 연마에 의한 색조의 변화는 눈으로 인지가 가능한 $\Delta E^*=2$ 보다 월등히 크므로 쉽게 눈으로 인지가능하고, glazing에 의한 색조의 변화는 $\Delta E^*=2$ 에 가까운 값을 보여 쉽게 눈으로 인지하기는 어려울 것으로 해석된다.

V. 결론

치과용 CAD/CAM system에서 사용되는 도재괴의 색조선택기준을 조사하기 위하여 CEREC system과 Celay system에서 사용되는 Vita사의 색조가 서로 다른 7종의 단일색조의 장식도재괴를 Isomet diamond saw로 절단하여 두께 2 mm의 시편을 제작한 후 암실에서 standard photographic 18% gray card (Eastman-Kodak, Rochester, NY)를 배경으로 Minolta사의 3자극치 색채계측기(Chroma Meter CR-321, Minolta Co., Japan)를 이용하여 CIE 표준 C광원하에서 CIELAB값으로 정량화하고, 연마 또는 glazing 전, 후의 색차(ΔE^*)를 t-test와 Mann-Whitney rank sum test로 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 도재괴는 색조번호가 증가할수록 L*값은 감소되고 a*값과 b*값은 증가되어, 명도는 감소되었고 적색 및 황색으로 치우치는 경향을 보였다($p<0.05$).
2. Celay Blank는 같은 색조의 Vita Cerec Mark II block에 비해 L*값이 낮았다($p<0.01$).
3. 연마 또는 glazing에 의해 도재의 L*값은 감소되었다($p<0.01$).
4. 연마에 의해서 녹색조 및 황색조가 증가되었으나, glazing에 의해서는 거의 변화가 없었다.
5. 연마에 의한 색조의 변화는 눈으로 인지가 가능한 $\Delta E^*=2$ 보다 월등히 크므로 쉽게 눈으로 인지가능하였고, glazing에 의한 색조의 변화는 쉽게 눈으로 인지하기는 어려웠다.

참고문헌

1. van der Burgt T P, ten Bosch J J, Borsboom P C F, and Kortsmit W J P M. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent* 1990;63:155-162
2. Swift E J, Hammel S A, and Lund P S. Colorimetric evaluation of Vita shade resin composites. *Int J Prosthodont* 1994;7:356-361
3. Rinke S, Haas A, and Kettler M J. Colorimetric analysis as a means of quality control for dental ceramic materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1996;4(3):105-110
4. Kim H S and Um C M. Color differences between resin composites and shade guides. *Quint Int* 1996;27:559-567
5. Sproull R C. Color matching in dentistry. Part II: practical applications for the organization of color. *J Prosthet Dent* 1973;29:556-566
6. McEntee M and Lakowaski R. Instrumental color measurement of vital and extracted human teeth. *J Oral Rehabil* 1981;8:203-208
7. Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. *Quint Int* 1991;22:525-531
8. O'Brien W J, Groh C L, and Boenke K M. A new, small-color-difference equation for dental shades. *J Dent Res* 1990;69(11):1762-1764
9. Seghi R R, Johnston W M, O'Brien W J. The accuracy and precision of two Minolta Colorimeters on dental porcelains. *J Dent Res* 1986;65:230 Abst No 543
10. Seghi R R, Hewlett E R, and Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences of translucent dental porcelain. *J Dent Res* 1989;68:1760-1764
11. Jedynakiewicz N and Martin N. CAD/CAM in restorative dentistry: The Cerec Method. 3rd ed. Liverpool Univ Press, 1993.
12. Eidenbenz S, Lehner C R, and Scherer P. Copy milling ceramic inlays from resin analogs: A practicable approach with the Celay system. *Int J Prosthodont* 1994;7(2):134-142
13. Range of milling tools for Celay. Mikrona Technologie AG, Celay News 1995;1/95:7
14. Pfeiffer J. The Character of CEREC 2. In Mormann ed., CAD/CIM in Aesthetic Dentistry. CEREC 10 year anniversary symposium. Quintessence Publishing Co., 1996;p255-265
15. O'Brien W J. Dental materials and their selection. 2nd ed. Quintessence Publishing Co., 1997.
16. 구대희, 이응근, 손호현, 임미경. 레진 강화형 글라스아이오노머의 색 안정성에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 1997;22(1):358-373
17. Schwabacher W B and Goodkind R J. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *J Prosthet Dent* 1990;64:425-431
18. Ryther J S, Lund P S, and Aquilino S A. Colorimetric evaluation of shade guide variability. *J Dent Res* 1993;72:215, Abst #890
19. Goodkind R J, Keenan K M, and Schwabacher W B. A comparison of Chromascan and spectrophotometric color measurements of 100 natural teeth. *J Prosthet Dent* 1985;53:105-109
20. Obregon A, Goodkind R J, and Schwabacher W B. Effects of opaque and porcelain surface texture on the color of ceramometal restorations. *J Prosthet Dent* 1981;46:330-340