

도재전장구조관에 사용되는 도재의 색안정성에 관한 연구

단국대학교 치과대학 치과보철학교실

류소영 · 임주환 · 조인호

I. 서 론

도재는 고대로부터 인류의 생활과 밀접한 재료로써, 문명의 발달과 더불어 그 성질이나 사용범위등이 더욱 다양해졌고¹⁷⁾, 오늘날에는 우주항공과 전자통신기기, 그리고 컴퓨터 산업등에까지 응용되는 첨단 산업재료로 각광받아오고 있다. 도재가 처음으로 치과계에 도입된 시기는 18세기초 Fauchard가 도재를 보철물 제작에 응용하기를 제안한 이후 부터이다⁴⁾. 우수한 심미성과 내마모성, 생체 적합성으로 인해 도재는 치과용 수복재료로 오래전 부터 사용되어 왔다¹⁷⁾.

도재수복물의 역사를 고찰해보면 1886년에 Land가 porcelain jacket crown을 최초로 소개했으며, 1956년 Brecker는 금합금에 융합시켜서 강도를 높임으로써 도재전장구조관(porcelain fused to metal crown)의 사용이 보편화되었다^{17,43)}. 1965년 McLean²²⁾은 Aluminous porcelain 을 개발하였으며 국내에서는 1970년대 부터 PFM의 사용이 임상에 보편화되기 시작했다. 도재전장구조관은 심미적이고 금속 코핑에 의해 강도가 높아져 현재까지도 많이 사용되고 있고 이러한 도재전장구조관의 색조에 영향을 미치는 요인으로는 적절한 도재의 두께와 도재 분말의 종류, 술자의 기술 및 조명, glazing등이 있다^{7,32)}. 도재는 glazing시에 심미성과 강도가 증가되며, 치과용 도재는 일반도재와 달리 구강의 제거능에 적합한 강도 및 자연치아와 유사한 심미성을 함께 갖고 있어야 한다^{2,8)}.

치아의 색은 법랑질, 상아질, 치수의 구조 및 두께에 의해 개인에 따라서 다양함을 보여주었다^{9,11,23,34,43)}. 근대에 이르러 심미에 대한 요구가 더욱 높아져 가면서 이러한 자연치와 유사한 형태와 색과 생물학적 특징을 구현하기 위해서 많은 노력이 있어왔다. 그러나 치과용 도재로 자연치아의 색을 포함한 광학적 현상을 표현해 내기에는 아직도 많은 문제점이 있다^{11,13,14,31,33)}.

색조는 파장에 따라서 인간의 감각에 직접 호소되는 것으로써 이를 계측하고 조정하는 것이 가장 중요시되고 있으며 이에 이용되는 가장 단순한 방법은 미리 정해진 색에 비교 대조하여 사람의 눈감각으로 결정하는 비색법이었고 이것을 치과 임상에서는 이를 색도표준(shade guide)기법이라고한다^{11,15,16,29,40)}. 그러나 이런 방법은 주관적이고 술자에 따라서 동일한 객관성이 없으므로 많은 문제가 되고 있다³⁵⁻³⁸⁾. 성공적인 색조의 선택과 색조조화의 실패는 색조 선택시 오차와 기공과정시에 발생되며 치과의사와 기공사에게 실패의 원인이 되고 환자에게는 불만족의 원인이 된다^{4,28)}.

한물체가 나타내는 색은 물체의 물리적 성질, 물체에 비추지는 입사광의 본질, 다른 색채와의 상호관계, 그리고 관찰자의 주관적 판단 등에의해 영향을 받는다^{4,21)}. 따라서 한 치아는 다른 광원 조건하에서 사람에게 의해 다르게 보일수 있다. Saleski³⁴⁾는 광원을 위한 표준이 자동차나 직물제조와 같은 산업에서 다양하게 이용되었으나 치과 분야에서는 광원에 관한 표준이 없음을 지적한 바 있다.

근대에 이르러 치과용 도재의 염색에 대한 저항성은 새로운 도재를 평가하는 가장 중요한 임상적 범주로 고려되어 왔었다²²⁾. 모든 도재수복물의 ADA Specification No. 69⁶⁾에 따르면 주관적 인지는 95% ethanol을 용매로하는 methylene blue 포화용액에 24시간 동안 non-glazed 도재를 담근후에 눈으로 보아서 평가하는 것이다. 그러나 주관적 방법은 색의 인지에 따른 개인차이가 있으므로 오차가 많다²⁵⁾. 그러므로 색차이의 객관적 평가방법을 위해서 색의 분류에 대한 체계와 색차를 정량화 할수 있는 기구가 필요하게 되었다^{23,35-37)}. 이러한 기구로는 3자극 색채계(tristimulus colorimeter)와 분광측광측정기(spectrophotometer)가 있다.

또한 색을 객관적으로 표현할 수 있는 표색계에는 Munsell 표색계와 CIE 표색계가 있다. Munsell 표색계는 색을 설명하는 가장 보편적인 방법의 하나이고 색은 hue(색상), value(명도), chroma(채도)로 분류된다⁴⁰⁾. 본 연구에서 사용되는 색분류체계는 1978년 국제조명학회에서 인정한 CIE 표색계^{28,37)}이다. 이것은 색을 L*, a*, b* 로 분류하고 L*은 Munsell 표색계의 명도에 해당되고 100이 완전한 흰색이며 0이 완전한 검은색이다. a*는 green-red 색상을 나타내고, b*는 blue-yellow 색상을 나타낸다. CIE 표색계는 a*, b*를 숫자로 측정하여 전환할 수 있는 장점이 있다. 색을 정량화하는 분광학적 분석(spectrophotometric analysis)은 색을 인지하는 객관적인 지침을 주기 위해서 발달되었다. 1986년 Seghi 등³⁵⁻³⁷⁾은 여러개의 도재중에서 색차를 결정하는 분광학적 분석을 행하였고 분광측광측정기가 도재표면상에서 색을 총체적으로 표현할때 가장 좋은 것을 보여주었다.

Prestone³¹⁾은 도재로 자연치아의 색을 재현하기 위해서는 현재 임상에서 사용되는 도재의 색채에 대한 정확한 이해가 요구된다고 하였고, 물체가 나타내는 색에 영향을 미치는 요소가 관찰자, 물체, 광원이라고 보고하였다. Seghi 등³⁵⁾은 미국에서 사용되는 수종의 도재의 색채에 대한 정량적 측정과 결과를 보고하였고, 한등³⁾은 커피에 의한 의치상 레진의 색변화를 분광측광측정기로 측정시 명도의 감소와 적색방향으로 색이 변함을 보여주었다³⁹⁾. Alejandro 등⁵⁾은 도재의 표면상태는 색상에는 차이를 주지 않는다고 하였으며, Josephine 등²¹⁾은 CIE 표색계와 시각적 인지가 일치함을 보고하였다.

치과 도재수복물의 glazing 은 도재표면의 거칠기를 감소시켜서 착색을 최소화한다고 알려져 있다^{5,21)}. 그러나 교합면 마모나 부적절하게 도재를 적용시킬 경우에는 착색을 촉진하는 non-glazing 표면이 노출되어 도재의 색안정성을 낮추게 될 것이다²¹⁾.

Thermocycling(구강내와 유사한 조건을 만들기 위해서)은 구강내에서 볼 수 있는 한계적 온냉의 상태를 모방하여 온도변화에 따른 재료의 물성을 평가하는 방법이다¹⁾. 구강내의 온도범위에 대해서 Nelsen 등²⁷⁾은 9°C에서 52°C, Peterson 등³⁰⁾은 15~45°C, Michalesco 등²⁴⁾은 18.8°C에서 48.4°C라고 하였다. Thermocycling의 계류시간은 대개 30초 이내이고 온도범위는 최저 4~5°C, 최고 50~60°C 범위내에서 연구되고 있다¹⁾.

본 논문의 연구목적은 현재 국내에서 도재전장주조관의 도재로 널리 사용되는 3종의 도재인, Vintage® (Shofu Inc., Japan), VMK 95® (Vita Zahnfabrik, Germany), CERAMCO II® (Ceramco Inc., U.S.A.) 간의 색안정성의 비교와 glazing과 non-glazing, thermocycling 여부에 따른 색안정성의 비교, 그리고 염색액 methylene blue, distilled water에 의한 색안정성을 비교연구 하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하고자 하는 바이다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서는 다음과 같은 재료를 사용하였다.

(1) 도재

- 1) Vintage® (Shofu Inc., Japan)
- 2) VMK 95® (Vita Zahnfabrik, Germany)
- 3) CERAMCO II® (Ceramco Inc., U.S.A.)
: Shade A1 도재 분말을 사용하였다 (Fig. 1).

(2) 염색액

- 1) 95% ethanol을 용매로하는 methylene blue 포화용액
- 2) 증류수
: ADA specification No. 69에 따라서 염색액으로 이용.

(3) Spectrophotometer(Model Tc-6FX, Denshoku Co., Japan) (Fig. 2).

도재시편 염색후 사용하는 색측정기구이며 X, Y, Z 필터방식의 C광원을 사용하였고 측정경은 3mm였다. 3자극치를 수학적으로 변형시켜서 컴퓨터를 통해서 색공간 좌표인 L*, a*, b*값 및 ΔE*를 구한다.

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

$$\Delta L^* = L_1 - L_0 \quad L_1 = \text{처리후의 값} \quad L_0 = \text{처리전의 값}$$

$$\Delta a^* = a_1 - a_0 \quad a_1 = \text{처리후의 값} \quad a_0 = \text{처리전의 값}$$

$$\Delta b^* = b_1 - b_0 \quad b_1 = \text{처리후의 값} \quad b_0 = \text{처리전의 값}$$

(4) Thermocycling machine(Typek 178, Japan)

(5) Green stone bur

(6) Sandpaper : Grit 240, 300, 420, 600

2. 실험방법

(1) 시편제작

제조사의 지시대로 각 도재분말을 혼합후, 직경 20mm, 길이 2mm의 금속주형(Fig. 3, 4)을 이용하여 각 도재당 32개, 총 96개의 시편을 제조회사의 지시대로 진공 소성하고 green stone bur와 sandpaper를 사용하여 균일한 표면을 얻었다.

2) 도재 표면의 처리

위 시편중 48개는 1,200°F 에서 60°F/분의 속도로 1,750°F까지 온도를 상 승시킨후 진공이 아닌 상태로 1분간 그 온도를 유지하는 방법으로 self-glazing 하였고 나머지 48개는 non-glazing 상태로 두었다.

Glazing, non-glazing 시편을 각각 절반씩 나누어

도재 시편의 1/2에 30초 간격으로 1,500회 교대 침수 시켜 thermocycling을 시행한군과 시행하지 않은 군으로 나누었다. 95% ethanol 용액에 methylene blue 포화용액을 만들어 각 시편의 1/2을 염색하고 나머지 1/2은 distilled water에 24시간 동안 담궈 두었다 (Table 1, 2) (Fig. 5, 6).

이와같이 하여 총 96개의 시편을 제작하였다

3) 색도 측정 및 관찰

그후 각 시편을 증류수에서 2분간 초음파 세척한 후에 Spectrophotometer(Model Tc-6FX, Denshoku Co., Japan) 로 착색전후의 색을 측정하여 ΔE값을 구하였다 (Fig. 7).

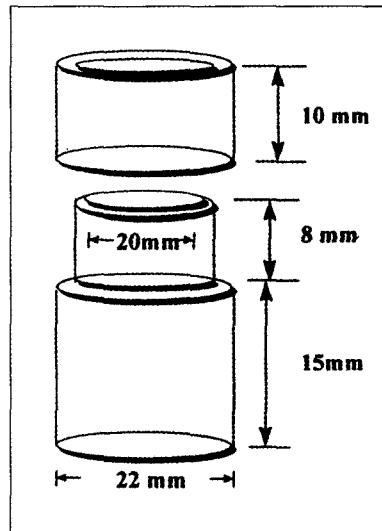


Fig. 3. ADA Specification No. 69 metal mold for porcelain specimen.

Table 1. Classification of experimental groups according to surface treatment

Group	Surface Treatment
I	Non-glazing + non-thermocycling + distilled water
II	Non-glazing + non-thermocycling + methylene blue
III	Non-glazing + thermocycling + distilled water
IV	Non-glazing + thermocycling + methylene blue
V	Glazing + non-thermocycling + distilled water
VI	Glazing + non-thermocycling + methylene blue
VII	Glazing + thermocycling + distilled water
VIII	Glazing + thermocycling + methylene blue

Table 2. Classification of experimental specimens according to porcelain materials, glazing, thermocycling and stain.

			Vintage®	VMK 95®	CERAMCO II®	Subtotal
Non-glazing	Non-thermocycling	Distilled water	N=4	N=4	N=4	N=12
		Methylene blue	N=4	N=4	N=4	N=12
	Thermocycling	Distilled water	N=4	N=4	N=4	N=12
		Methylene blue	N=4	N=4	N=4	N=12
	Non-thermocycling	Distilled water	N=4	N=4	N=4	N=12
		Methylene blue	N=4	N=4	N=4	N=12
Thermocycling	Distilled water	N=4	N=4	N=4	N=12	
	Methylene blue	N=4	N=4	N=4	N=12	
Total						N=96

색도 측정을 위해서 광학부에 흡광통을 놓고 영점 조정을 한후 표준 백색판(standard white reflector plate)을 background로 사용하고 표준조정을 하였다. 기기의 영점조정과 표준조정이 끝난후 시편에 광학부를 밀착시킨후 색도 측정을 하였다. 각군당 4개씩의 시편은 각각 3회씩 서로 다른 3부위를 측정하여 L*, a*, b*를 구하고 ΔE^* 값을 계산하였다

3. 통계처리

본 논문의 통계처리에는 SPSS V5.02 for Win (SPSS Inc., U.S.A.)을 사용하여 ANOVA test, one-way ANOVA test 및 multiple range test와 independent t-test를 이용하여 95% 유의수준으로 검증하였다⁸⁾.

III. 실험결과

1. 실험군에 따른 평균 ΔE^* 값은 아래와 같다

Non-glazing군중 methylene blue에 염색된군인 II군에서 평균 ΔE^* 는 7.80이었고 IV군에서는 7.61로

서 큰 ΔE^* 값을 보여주었고 나머지 군에서는 1이하였다(Table 3).

2. 도재의 종류

glazing, thermocycling, stain에 따른 ANOVA test의 결과는 Table 4와 같다.

3. 도재의 종류에 따른 결과

도재 종류간의 ΔE^* 값의 one-way ANOVA test와 Duncan's multiple range test결과 도재의 종류간에 유의성 있는 차이를 보이지 않았고, 색안정성의 순서는 VMK 95®(2.1634), Vintage®(2.5578), CERAMCO II®(2.8375)의 순으로 감소하였다(Table 5).

4. Glazing에 따른 결과

Glazing에 따른 ΔE^* 값의 independent t-test 결과 glazing시에 색안정성이 증가함을 볼수 있었고 유의한 차이를 보였다

Table 3. Results for ΔE^* according to experimental groups

Group	Vintage®	VMK 95®	CERAMCO II®
I	0.47	0.58	0.88
	0.89	0.60	0.75
	0.68	0.69	0.89
	0.85	0.58	0.79
II	6.44	7.32	6.88
	9.88	6.66	9.77
	7.79	6.71	8.03
	8.76	5.34	9.98
III	0.91	0.66	0.71
	0.87	0.75	1.21
	0.78	0.61	1.11
	0.75	0.87	1.22
IV	7.23	6.45	9.56
	6.76	8.03	8.22
	7.84	5.58	7.98
	7.95	6.33	9.35
V	0.64	0.58	0.89
	0.75	0.66	0.91
	0.72	0.57	0.90
	0.87	0.69	1.10
VI	0.91	0.66	0.71
	0.87	0.75	1.21
	0.78	0.61	1.11
	0.75	0.87	1.22
VII	0.66	0.67	0.88
	0.68	0.75	0.64
	0.48	0.77	0.69
	0.82	0.83	0.79
VIII	0.81	0.68	0.88
	0.85	0.53	0.81
	0.77	0.66	0.92
	0.61	0.58	0.88

(Table 6)($p < 0.05$).

5. Thermocycling에 따른 결과

Thermocycling여부에 따른 ΔE^* 값의 independent t-test 결과 thermocycling 자체는 색안정성에 큰영향을 미치지않았으나 thermocycling시에 색안정성이 떨어졌으며 유의한 차이는 없었다(Table 7).

6. Stain에 대한 결과.

Stain에 따른 ΔE^* 값의 independent t-test 결과 methylene blue에서의 ΔE^* 값이 distilled water에서 보다 유의성있게 크게 나타났다

(Table 8)($p < 0.05$).

Table 4. Results of ANOVA test for ΔE^* according to ceramic, glaze, thermocycling, stain.

Source of variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Main Effects	595.585	5	119.117	379.167	.000
Ceramic	7.346	2	3.673	11.692	.000
Glaze	301.502	1	301.502	959.726	.000
Stain	286.454	1	286.454	911.825	.000
Thermo	.283	1	.283	.900	.346
2-Way Interactions	296.677	9	32.964	104.930	.000
Ceramic Glaze	3.967	2	1.984	6.314	.003
Ceramic Stain	4.586	2	2.293	7.299	.001
Ceramic Thermo	.948	2	.474	1.510	.228
Glaze Stain	286.731	1	286.731	912.705	.000
Glaze Thermo	.178	1	.178	.566	.454
Stain Thermo	.268	1	.268	.852	.359
3-Way Interactions	6.029	7	.861	2.742	.014
Ceramic Glaze Stain	3.927	2	1.964	6.251	.003
Ceramic Glaze Thermo	.910	2	.455	1.448	.242
Ceramic Stain Thermo	.777	2	.389	1.237	.296
Glaze Stain Thermo	.415	1	.415	1.320	.254
Explained	899.291	23	39.100	124.460	.000
Residual	22.619	72	.314		
Total	921.910	95	.9704		

Table 5. Results of one-way ANOVA test for ΔE^* according to variable ceramics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F prob
Between Group	2	7.3463	3.6731	.3735	.6893
Within Group	93	914.5636	9.8340		
Total	95	921.9099			

Table 6. Mean and standard deviation and results of independent t-test for ΔE^* according to glazing.

	Glaze	Non-glaze	p Value
ΔE	0.75±0.13	4.29±3.63	.000

Table 7. Mean and standard deviation and results of independent t-test for ΔE^* according to thermocycling

	Non-thermocycling	Thermocycling	p Value
ΔE	3.02±2.47	3.24±2.57	.866

Table 8. Mean and standard deviation and results of independent t-test for ΔE^* according to stain

	Methylene blue	Distilled water	p Value
ΔE	4.25±3.67	0.79±0.15	.000

IV. 총괄 및 고안

Billmeyer와 Saltzman¹⁰⁾에 의하면, 색이란 광원으로로부터 나오는 광선이 물체에 비추어 반사, 분해, 투과, 굴절, 흡수될 때에 안구의 망막과 여기에 따르는 시지각기가 자극됨으로써 나타나는 시지각의 일종이라고 하였다. 근대에는 산업영역 뿐 아니라 사회의 여러분야에서 문화의 발전에 따라서 사람들의 색채에 대한 감각이 높아짐으로써 색채의 조절이 중요하게 되었다^{17,18)}. 색채를 조절하기 위해서는 정확한 색의 측정이 필수적이다. 색의 측정에는 주관적인 시각적 측정법과 객관적인 기계적 측정법이 있는데 대개가 표준화된 기계적 측정법을 채택하고 있다^{19,33)}. 기계적 색 측정법에 사용되는 것은 3자극색채계(tristimulus colorimeter)와 분광측광측정기(spectrophotometer)가 있다. 3자극색채계는 CIE(국제조명위원회)²¹⁾에서 규정한 표준광원(standard light source)을 조사시켜서 반사광을 3개의 여과기, 즉 RGB(red, green, blue) value 를 사용하여 색을 측정하는 기구으로써 시편간의 근소한 색차를 측정하는데 사용된다. 또 다른 기구인 분광측광측정기는 빛을 사물에 조사하여 전가시영역에 걸쳐서 각각의 파장에 따른 분광 반사율(spectral reflectance), 분광 투과율(spectral transmittance)을 측정하여 시편 색좌표(color coordinance)의 절대치를 얻을 수 있는 것으로 3자극색채계 보다 정확한 기계이다^{23,35,36~38)}.

치과용 도재를 성공적으로 수복하기 위해서는 치과의사가 자연치열과 조화를 이루는 수복물의 색을 만드는 것이 중요하다. 조화를 위해서는 기본적인 색의 성질을 이해하는 것이 필요하고 그것은 색상(hue), 명도(value), 채도(chroma)이며, 그중 명도가 가장 중요하다^{2,10,19)}. 명도가 일정하다면 색상과 채도에서의 미세한 변화는 자연치열과 도재수복물이 조화를 이루는데 방해가 되지않을 것이다. 색상과 채도에서의 큰 변화는 수복물을 어둡게 하거나 명도를 감소시킬 것이다²²⁾.

표준광원으로는 A, B, C, D가 있으며 A는 백열등(2854 °K), B는 오후의 태양광(2879 °K), C는 맑은 날의 평균적인 태양광(6770 °K), D는 평균적인 태양광(6500 °K)을 의미한다¹⁹⁾. 본 논문에서는 C광원을 사용하였다. O'Brien 등⁴²⁾은 분광측광측정기가 시편 색좌표의 절대치를 얻을 수 있는 가장 정확한

기기라고 하였다. 그러므로 이것을 이용하여 치아, 도재, 복합레진 등의 광학적 현상과 색안정성을 연구한 많은 연구들이 있다^{12,36)}.

본 연구에서는 분광측광측정기(Model Tc-6FX, Tokyo Denshoku Co., Japan)를 이용하여 색조를 평가하였다. 이러한 색측정방법의 단점은, 삼자극치의 측정시에 물체에 의해 반사된 빛이 3~4개의 여과기를 통과시에 측정자의 광학적 설계에 따른 오차가 수반될 수 있으며 표준광원중 C광원으로 근사 시켰으므로 조건 등색 현상(metamerism)^{3,20)}을 나타낼 수 있다는 것이다. 조건 등색 현상이란 유사한 두가지 색을 특정조명하에서 볼 때는 동일하게 보일 수 있는 현상을 말한다.

표색계는 국제 조명위원회에서 인정한 CIE 표색계를 사용하였다. CIE 표색계는 1931년 CIE(Commission Internationale d'Eclairage) 국제기구가 개발한 것을 1976년 보다 발전시킨 것으로서, L*, a*, b*수치를 측정하여, ΔE^* 를 구하였고, 그것을 색안정성의 기준으로 하였으며, ΔE^* 가 증가하면 색안정성은 감소하는 것이다. 치과 수복재를 평가시에 ΔE^* 가 1이상이면 눈으로 색변화를 인지할 수 있는 수치이고, ΔE^* 가 3.3이하이면 수용가능한 수치이며, 3.7이상일 때는 육안판별이 가능할 정도여서 문제가 된다고 하였다. 그러나 임상적으로 받아들일 만한 ΔE^* 값에 대해서는 아직 확립이 되어있지 않다²¹⁾.

현재 임상에서 사용되는 치아의 색상 선택법은 제조회사에 의해 미리 제작된 색도표준(shade guide)을 이용하여 술자의 시각에 의존하여 비교선택하는 비색법이 가장 널리 사용되고 있다. 그러나 이러한 방법은 치과의사 또는 치과기공사의 색지각 차이에 의한 주관적인 실수와 제조회사에 의해 제작된 색도표준의 색도범위가 너무 제한되고 그 간격이 너무 커서 도재의 색을 선택시 어려움이 따르며 두 물체의 색이 어떤 광원에서는 동일하나 다른광원에서는 다르게 보이는 현상같은 결점이 있다.

도재의 변색(discoloration)에 영향을 미치는 요인은 색소의 침투와 부착, 커피, 차, 니코틴, 음료수, 색소용매에 의한 것과 관련되며^{3,21)} 본 연구는 이러한 것에 대한 색안정성을 평가하고자 하였다. 여기에 사용된 염색액은 methylene blue이고 이것은 임상적으로 커피, 차, 그리고 담배의 타르와 비교될 수 있다²¹⁾.

이 연구에서 볼 때 glazed, nonglazed 도재 시편들

을 증류수에 담글때에는 평균 ΔE^* 의 범위가 1이하의 범위이었다. 이것을 볼때에 증류수는 도재의 색 변화에 영향을 미치지 않았음을 알수 있었다. Table 3에서 보면 non-glazed 시편들을 methylene blue에 담근것은 5.58~9.88의 범위에 있었으며, glazed시편을 methylene blue에 담근 것은 1이하의 범위에 있었다. 그러므로 도재들은 모두 glazing된 표면이 완전히 남아있다면, 염색에 저항성이 있었다. Non-glazing 도재수복물의 경우에는 도재의 표면 결손부의 구멍을 통하여 염색액이 침투하여 들어감으로써 변색이 잘 된다는 연구가 있었다^{26,38,41)}. 그러므로 도재수복물을 glazing없이 장착한다면 도재의 변색을 일으킬 것이다.

구강내의 환경을 묘사하는 thermocycling의 유, 무는 ΔE^* 값에 유의성있는 영향을 주지는 않았으나 thermocycling한 것이 안한 것보다는 색안정성이 감소하였다.

세가지 종류의 색안정성이 낮았고 Vintage, VMK 95, 순으로 색안정성이 증가하였고 도재도 서로간에는 유의한 차이가 없었고 glazing 된 경우에는 착색에 모두 저항성이 있었으며 CERAMCO II[®]가 가장 색안정성이 낮았고 Vintage[®], VMK 95[®]순으로 증가하였다.

결론적으로, 구강내에 도재수복물을 시적시나 장착시와 구강내 장착후에도 부주의로 인한 파절이나 교합면 마모 등에 의해서 non-glazing표면이 없도록 주의해서 도재수복물을 사용해야 착색이 없이 도재의 원래의 색을 유지할 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 Vintage[®], VMK 95[®], CERAMCO II[®]도재를 사용하여 시편제작한 후에 glazing과 non-glazing으로 시편을 분류하고 다시 이것을 thermocycling여부에 따라 분류한 후 methylene blue와 증류수에서의 색변화를 spectrophotometer로 측정하고 ΔE^* 를 구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 도재 종류간의 ΔE^* 는 VMK 95, Vintage, CERAMCO II의 순으로 증가 하였으며 서로간에 유의한 차이는 없었다.
2. Glazing시 ΔE^* 는 감소하여 색안정성이 증가함을 볼 수 있었고 glazing군과 non-glazing군 사이에

유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

3. Thermocycling시 ΔE^* 는 증가하여 색안정성이 감소하였으나 유의한 차이를 보이지는 않았다.
4. Stain에 따른 ΔE^* 는 증류수에서 보다 methylene blue에서 유의할 만한 증가를 보였다($p < 0.05$). 이상의 결과로 보아 도재의 색안정성은 도재의 종류간에는 유의차가 없고 glazing시에는 증가하며 구강내 온도변화를 나타내는 thermocycling 은 색안정성에는 영향을 주지 않는 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Kang GG, Chung KH, Choi JH, Ahn SG, Song KY, Park CW.: The effect of thermocycling on bond strength between metal and resin cement, J Korean Acad Prosthodont 1996; 34:223.
2. Lee KW, Lee HY.: An experimental comparative study of porcelain color related to the various alloys in ceramo-metal crown, The Journal of Yon-Sei University 1983;2:304.
3. Han SK, Dong JK, Jin TH.: Study on the color change of resin by coffee, J Korean Acad Prosthodont 1993;31:523.
4. Choi BB, Woo YH.: Fundamentals of Fixed Prosthodontics 1995:492.
5. Alejandro O, Richard JG, William BS, Chem B.: Effects of opaque and porcelain surface texture on the color of ceramometal restorations. Research and education. 1981;46:330.
6. American National Standard/American Dental Association. Specification No. 69 Dental Ceramic. Chicago : Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. 1991.
7. Barghi N, Joseph TR.: A study of various factors influencing shade of bonded porcelain. J Prosthet Dent. 1978;39:282.
8. Barghi N.: Color and glaze: Effects of repeated firings. J Prosthet Dent. 47:393, 1982.
9. Barghi N.: Optimum thickness of opaque and body porcelain. J Prosthet Dent. 48:429,

- 1983.
10. Billmeyer FW, Jr. Saltzman M.:Principles of color technology. John Wiley & Sons, Inc., 20, 1966.
 11. Brodbelt RHW, O' Brien WJ, Fan PL, Frazer JG.:Translucency of human dental enamel. *J Dent Res.* 1981;60:1749.
 12. Buyukyilmaz S, Ruyter IE.:Color stability of denture base polymers. *Int J Prosthodont.* 1994;7:372.
 13. Clark EB.:An analysis of toothcolor. *J Am Dent Assoc.* 1981;18:2093.
 14. Craig R. : Restorative Dental Materials. St Louis. Mosby Year Book, 1993:428.
 15. Culpepper WD.:A Comparision study of shade-matching procedures. *J Prosthet Dent.* 1983;24:166.
 16. Darison SP, Myslinski NR.:Shade selection by color vision-difference dental personnel. *J Prosthet Dent.* 1983;53:790.
 17. Derek W, Ceram FI.:Development of ceramics. *Dental Clinics of North America.* 1985;29:44.
 18. Goldstein GR, George WS. : Repeatability of a specially designed intraoral colorimeter. *J Prosthet Dent.* 1993;69:616.
 19. Goodkind RJ, Banghston LK.:The conversion of chromascan designation to CIE tristimulus values. *J Prosthet Dent* 1982;48:610.
 20. Johnstan WM, O' Brien WJ.:Color analysis of dental modifying porcelains. *J Dent Res.* 1982;61:484.
 21. Josephine FE, John Chai, Wayne TW.: Color stability of low-fusing porcelains for titanium. *Int J Prosthodont.* 1995;8:479.
 22. Mclean JW.:The Science and Art of Dental Ceramics. Chicago Quintessence Publishing Co., Inc. Vol. I. 1979.
 23. Michael WJ, Richard JG.:Spectrophometric study of five porcelains relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *J Prosthet Dent.* 1979;2:96.
 24. Michalesco PM, Grieve AR, Abadie MJM.: An in vivo recording of variations in oral temperature during meals. *J Prosthet Dent.* 1995;715:214.
 25. Miller L. : Organizing color in dentistry. *J Am Dent Assoc.* 26, 1987.
 26. Miyagowa Y, Powers JM, O' Brien WJ.: Optical properties of direct restorative materials. *J Dent Res.* 1981;60:890.
 27. Nelsen RJ, Wolcott RB, Paffenbarger GC. : Fluid exchange at the margin of dental restorations. *J Am Dent Assoc.* 1952;44:288.
 28. O' Brien WJ.:Double Layer effect and other optical phenomenon. *Dental Clinics of North America.* 1985;29:667.
 29. O' Brien WJ, Kenneth MB, Carole LG.: Coverage errors of two shade guides. *Int J Prosthet.* 1997;4:45.
 30. Peterson EA, Philips RW, Swartz ML.:A comparison of physical properties of four restorative resins. *J Amdent Assoc* 1966;73:1324.
 31. Preston JD.:Current status of shade selection and color matching. *Quint Int.* 1985;16:47.
 32. Razzoog ME, Lang BR, Russell MM, May KB. :A comparison of the color stability of conventional and titanium dental porcelain. *J Prosthet Dent.* 1994;72:453.
 33. Richard M.:Extrinsic coloration of ceramometal restorations. *Dental Clinics of North America.* 1985;29:645.
 34. Saleski CG.:Color, light, and shade matching. *J Prosthet Dent.* 1982;27:263.
 35. Seghi RR, Johnston WM, O' Brien WJ.: Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent.* 1986;56:35.
 36. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J.:Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 1989;68:1760.
 37. Seghi RR, Johnston WM, O' Brien WJ.: Spectrophotometric analysis of color differences

- between of different porcelains. *J Dent Res.* 1986;68:175.
38. Seghi RR.:Effects of Instrumental-measuring Geometry on Colorimetric Assessments of Dental Porcelains. *J Dent Res.* 1990;69:1180.
39. Shotwell JL, Razzoog ME, Koran A.:Color stability of long-term soft denture liners. *J Prosthet Dent.* 1992;68:836.
40. Sproull RC.:Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color. *J Prosthet Dent.* 1973;29:556.
41. Sproull RC.:Color matching in dentistry part III, color control. *J Prosthet Dent.* 1973;31:146.
42. Todd WL, William BS, Cham B.: Spectrophotometric study of the relationship between body porcelain color and applied metallic oxide pigment. *J Prosthet Dent.* 1982;51:35.
43. Woolesey D, Johnson WM, O'Brien WJ.: Masking power of dental opaque porcelain. *J Dent Research.* 1984;936.

Reprint request to:

In-Ho Cho, D.D.S., M.S.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University
7-1, Shinpoo-Dong, Chunan, Chungnam, 330-716, Korea

Tel. 82-417-550-1990, 1994

사진부도

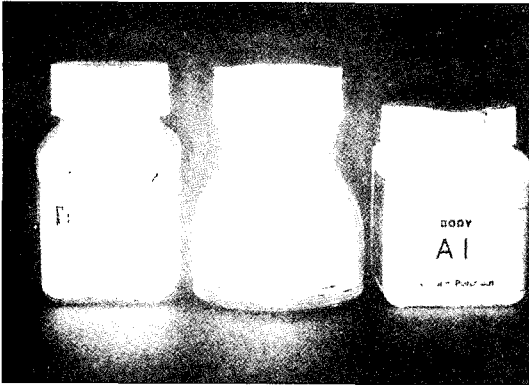


Fig. 1. Prepared 3 porcelain powders.

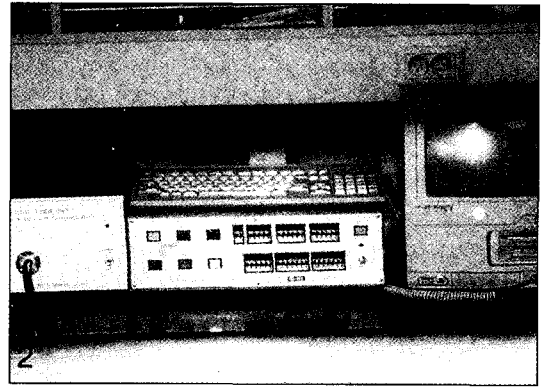


Fig. 2. Photography of the spectrophotometer.

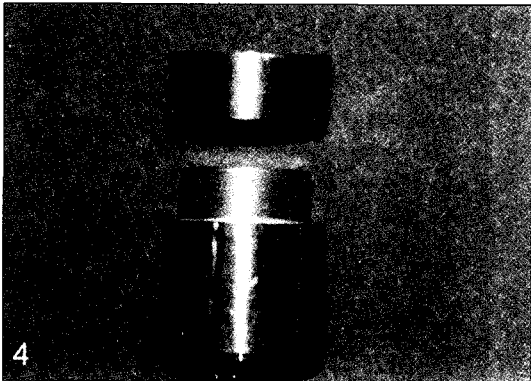


Fig. 4. Photography of metal mold.

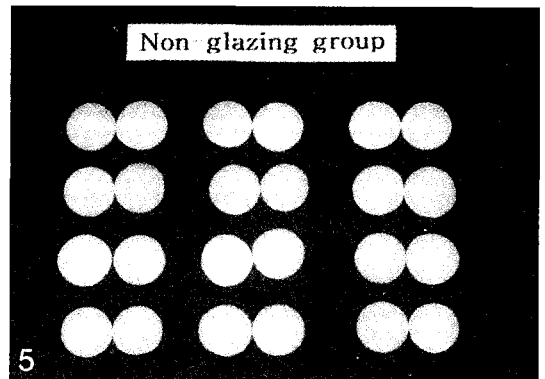


Fig. 5. Prepared non-glazing porcelain samples.

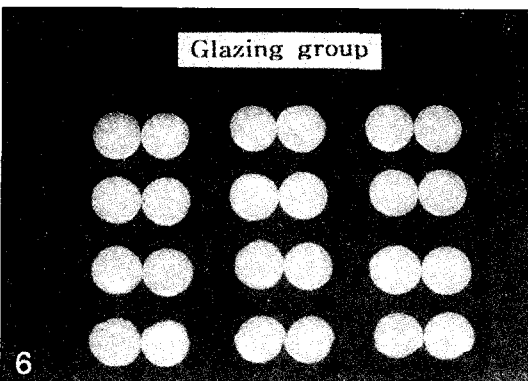


Fig. 6. Prepared glazing porcelain samples.



Fig. 7. Photography of the spectrophotometric evaluating sample.

ABSTRACT

A STUDY ON THE COLOR STABILITY OF PORCELAIN FOR PORCELAIN FUSED TO METAL CROWN

So-Young Ryu, Ju-Hwan Lim, In-Ho Cho

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University

Dental porcelain should have adequate strength and similar esthetics as natural teeth. Recently esthetics has become a high priority in clinical dentistry. Thus the evaluation of color stability of dental porcelain has become an important part in dental research.

The purpose of this study was to evaluate the difference in color stability of 3 types of porcelain (Vintage, VMK 95, CERAMCO II).

The porcelain were divided into groups by 2 types of treatment (glazing or non-glazing and thermocycling or non-thermocycling). The porcelain were dyed with methylene blue and distilled water, and then the color stability was evaluated with a spectrophotometer.

The results were as follows:

1. The color change of porcelain increased in the order of VMK 95, Vintage, CERAMCO II. But there was no significant difference.
2. The color change decreased in the glazing group compared to the non-glazing group ($p < 0.05$).
3. The color change increased after thermocycling. But there was no significant difference.
4. The color change according to dye method was significantly larger with methylene blue compared to distilled water ($p < 0.05$).

Key words : Color stability, Thermocycling, Spectrophotometer, Glazing