

금속 다우엘코어에 사용된 수종의 전부도재관의 색조변화에 관한 연구

단국대학교 치과대학 치과보철학교실

허성일 · 임헌송 · 임주환 · 조인호

I. 서 론

수복 재료로서의 도재는 1728년 Fauchard에 의해 소개된 이후 우수한 심미성과 내마모성, 생체적합성으로 인해 도재라미네이트베니어, 도재인레이, 임플란트, 의치용 인공치 및 전부도재관 등에 사용되고 있으며^{8,10,17,25,33,44)} 점차 다양한 범주에서 이용되고 있다.¹⁹⁾

전부도재관의 역사를 보면 1886년 Land가 최초로 porcelain jacket crown을 소개한 이후로, 1965년 McLean²⁹⁾과 Hughes은 aluminous porcelain을 개발하였으며, 1988년 Sadoun이 In-Ceram[®]을 개발하였고 1990년에는 IPS-Empress[®]와 1995년에는 OPC[®]가 소개되었다.

치과용 도재는 심미성과 생체적합성이 우수한 반면, 파절되기 쉬우므로 도재의 내부에 금속을 강화시킨 도재-금속 수복물이 널리 이용되어 왔으나³⁰⁾ 이는 내부의 금속과 불투명도재로 인하여 빛의 굴절, 투과, 산란 및 투명도가 자연치와 다르므로 치경부에서 심한 불투명성 및 암회색의 치흔을 보이는 단점이 있다.^{30,38)}

최근에는 금속의 불투과성으로 인한 부자연스러움을 개선하기 위해 금속주조물이 필요치 않은 전부도재관(all ceramic crown)을 주로 사용하여 고정성 가공의치를 제작하고 있다. 그러나 치과용 도재는 뛰어난 심미성을 가진 반면 제작과정 중이나 기능 중에 발생하는 미세 결함의 성장에 의해 금속보다 쉽게 파절될 수 있다. 따라서 이러한 도재의 단점을 보

완하여 균열의 전파에 저항하는 물성을 가진 새로운 도재들이 개발되어 사용되고 있으며, 최근 많이 사용되는 재료에는 In-Ceram[®], IPS-Empress[®], OPC[®] 등이 있다.

치아의 색은 법랑질, 상아질, 치수의 구조 및 두께에 의해 개인에 따라서 다양하다.^{7,11,31,39,48)} 생활수준의 증가에 따라 심미에 대한 요구가 더욱 높아져 가면서 자연치와 유사한 색, 형태와 특징을 구현하기 위해서 많은 노력이 있었으나 치과용 도재로 자연치의 색을 포함한 광학적 현상을 표현해 내기에는 아직도 많은 문제점이 있다.^{11,12,14,36,37)}

색조는 파장에 따라서 인간의 감각으로 인지할 수 있는 것으로써, 이를 측정하는 가장 단순한 방법에는 비색법이 있고 이를 색도 표준(shade guide)기법이라고도 한다.^{11,15,16,35,47)} 그러나 이런 방법은 주관적이며 객관성이 부족한 것이 사실이다.⁴⁰⁻⁴³⁾ 한 물체가 나타내는 색은 물체에 비춰지는 입사광의 본질, 다른 색채와의 상호관계, 물체의 물리적 성질, 그리고 관찰자의 주관적 판단 등에 의해 영향을 받는다.^{27,46)} 그러므로 색 차이의 객관적 평가를 위해서 색 차를 정량화 할 수 있는 기기가 필요하게 되었다.^{40-42,43)} 이러한 기기로 3자극색채계(tristimulus colorimeter)와 분광측색계(spectrophotometer)가 있다.

색을 객관적으로 표현할 수 있는 표색계에는 Munsell 표색계와 CIE 표색계가 있다. Munsell 표색계는 색을 설명하는 가장 보편적인 방법의 하나로서 색은 색상(hue), 명도(value), 채도(chroma)로 분류된다.⁴⁷⁾ 본 연구에서 사용되는 색 분류체계는 1978년

국제조명학회에서 인정한 CIE 표색계이다.^{3,34,42)} 이것은 색을 L^* , a^* , b^* 로 분류하며 L^* 은 Munsell 표색계의 명도에 해당되고, a^* 는 녹색-적색상을 나타내며 b^* 는 청-황색상을 나타낸다. CIE 표색계는 L^* , a^* , b^* 를 숫자로 측정하여 전환할 수 있는 장점이 있다.

최종수복물의 심미성에 관하여, Rosentiel 등³⁸⁾과 Yamamoto⁵⁰⁾는 물체의 물리적 성질 및 입사광, 다른 색체와의 상호관계, 그리고 관찰자의 주관적 판단 등이 물체의 색에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였고 Preston³⁶⁾은 물체가 나타내는 색에 영향을 미치는 3가지 요소에는 물체, 광원, 관찰자가 있다고 하였으며 O'Brien³⁴⁾과 O'Brien 등³⁵⁾은 분광측색계가 시편 색 좌표의 절대치를 얻을 수 있는 가장 정확한 기기라고 보고하였다. Miyagawa와 Powers³⁹⁾는 분광측색계를 이용한 연구에서 색은 재료의 두께와 배경 색에 의하여 영향을 받는다고 하였고, Simonsen 등⁴⁶⁾은 자연치에 투과된 수복물로 인하여 심미성이 저하되었다고 보고하였으며 Firtell 등²⁰⁾은 색 안정성 부족은 장기적인 치료에서 심미적 문제를 야기한다고 보고하였고 Yamada⁴⁹⁾는 지대치의 변색이 porcelain laminate veneer의 색에 영향을 미친다고 하였다. Josephine 등²⁷⁾은 CIE 표색계와 시각적 인지가 일치함을 보고하였고 박과 임²⁾은 도재 종류, 응축방법 및 글레이징 유무에 따라 L^* , a^* , b^* 값의 차이가 있었다고 보고하였다.

치질의 과도한 손실이나 근관치료후, 취약해진 치아를 강화하고 상실된 치관부를 수복하기 위해 지대치에 포스트 코어를 형성하는데 여기에 이용되는 재료로는 귀금속 합금, 비귀금속 합금, 아말감 및 복합레진 등이 있으며^{13,19,23,24,28,38,45)} 이러한 보철 수복 강화물들은 전부도재관의 색조에 영향을 미칠수 있어 또한 고려되어야 하므로 가장 보편적으로 사용되는 금속 코어를 선택하였고 이에따른 전부도재관의 색조 변화를 관찰하였다.

이에 본 논문에서는 자연치에 근접하는 심미적 보철 수복시 사용되는 In-Ceram[®], IPS-Empress[®], OPC[®]를 제작하여 원형 상태, 금속 코어위에 레진시멘트의 합착 전과 후의 변화를 spectrophotometer를 사용, 색조 변화를 비교 분석하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

본 연구에 사용된 실험재료 및 기구는 다음과 같다.

1. 실험재료 및 기기

1) 전부도재관

전부도재관중에서 최근 많이 사용되는 In-Ceram[®] (spinell), OPC[®] IPS-Empress[®]을 사용하였다. 제작된 수와 제조회사는 Table I.과 같다.

2) 합착제:

레진시멘트인 Bistite[®] II (Tokuyama Corp., Japan)를 사용하였다.

3) 금속주모형(Metal Master Die):

Co-Cr합금인 Verabond[®] (Aalba Dent Inc., Concord, CA., U. S. A.)를 사용하여 주조하였다.

4) 분광측색계(CM-503i, Minolta Co., Ltd., Japan): 도재의 색 측정기구의 광원으로는 XYZ필터 방식의 D65를 사용하였다. 측정경의 구경은 3mm 이었다.

2. 실험 방법

세 가지 전부도재관을 각각 9개씩 27개를 제작하

Table I. Kinds of all ceramics used in this study

All Ceramic Material	Number	Manufacturer
In-Ceram [®] Spinell	n = 9	Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany
IPS-Empress [®]	n = 9	Ivoclar-Vivadent, Germany
OPC [®]	n = 9	Jeneric / Pentron, U.S.A.

여 절단, 중앙 및 치경부 1/3 부위를 분광측색계를 사용하여 원형상태, 금속코어에 시적시 그리고 레진 시멘트 합착후의 색을 관찰하였다(Table II).

1) 금속 주모형(Metal master die)의 제작

Dentiform상에서 상악 우측중절치에 전부도재관을 위한 지대치 형성을 시행하였다. 절단연은 약 2mm, 순측과 설측은 약 1.2mm 삭제하였으며, 전체적으로 약 1mm의 heavy chamfer 변연을 형성하였다. 형성된 레진0치아를 duralay로 복제한 후, Verabond®로 주조하고 연마하여 금속주모형을 만들었다.

2) 전부도재관 제작

In-Ceram Spinell®, IPS-Empress®, OPC® 각 9개씩, 모두 27개의 전부도재관을 제작하였다.

(1) In-Ceram Spinell® 도재관 제작

a. Spinell core 제작

부가중합형 실리콘 인상재인 Panasil®(A. Kettenbach GmbH & Co. KG, Germany) heavy body와 light body를 사용하여 금속 주모형의 복제인상을 채득한 다음 제조회사의 지시대로 special plaster를 증류수와 혼합하여 인상체내에 부어 plaster model을 제작하고 표면에 sealant를 도포 하였다.

제조회사의 지시대로 spinell 분말을 혼합하여 붓으로 plaster die에 도포 하여 spinell core 형태로 만들었으며, 변연부위가 약해지지 않도록 충분한 두께를 부여하였다. 완성된 코아 형태를 Vita Incermat®(Vita Zahnfabrick H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany) 도재로에서 소성 하였다.

Table II. Classification of experimental groups

Porcelain	Portion	State	Number of experimented all ceramic material
In-Ceram Spinell	incisal	initial	n=9
		on core	n=9
		cemented	n=9
	middle	initial	n=9
		on core	n=9
		cemented	n=9
	cervical	initial	n=9
		on core	n=9
		cemented	n=9
IPS-Empress	incisal	initial	n=9
		on core	n=9
		cemented	n=9
	middle	initial	n=9
		on core	n=9
		cemented	n=9
	cervical	initial	n=9
		on core	n=9
		cemented	n=9
OPC	incisal	initial	n=9
		on core	n=9
		cemented	n=9
	middle	initial	n=9
		on core	n=9
		cemented	n=9
	cervical	initial	n=9
		on core	n=9
		cemented	n=9

b. 유리침투소성(Glass infiltration firing) 및 도재관의 완성

Glass powder와 증류수를 적절히 섞어서 붓으로 소성이 끝난 spinell core에 도포 시켜 Vita Vacumat®에 소성 시켰다.

완성된 spinell core에 Vita-dur® Alpha Porcelain을 축조하여 최종 도재관 형태로 축성하고 Vita Vacumat 250®(Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany) 도재로에서 소성 하여 도재관을 완성하였다.

(2) IPS-Empress 도재관 제작

부가중합형 실리콘 인상재인 Panasil® heavy body와 light body를 사용하여 금속주모형의 복제인상을 채득후 제조회사의 지시대로 special plaster를 이용하여 모형을 제작하고 그 위에서 crown의 wax pattern을 제작하였다. 이를 IPS-Empress system전용의 crucible former에 부착한 후, 특수매물재를 진공 상태에서 연화하고 압축상태에서 매물하였다. Investment mold, Empress ceramic material (Ingot)과 press cylinder를 furnace에 넣고 온도를 실온에서 1분당 3~6℃씩 상승시켜 850℃까지 올린 후 90분 동안 유지하여 소환하였다. 700℃까지 예열시켜 놓은 전기로(IPS-Empress EP 500℃)에 ceramic ingot와 산화 aluminum의 cylinder를 삽입하고 1분에 60℃씩 상승시켜 1150℃에서 20분 동안 유지한 후 3.5bar의 압력으로 압축하였다. 실온까지 식힌 후에 sand blaster를 이용하여 매물재를 제거하고 seperating disc를 사용하여 sprue를 잘라내었다. 작업모형에서 core의 하부 구조 적합도를 검사한 후, fine grit diamond bur와 green stone으로 통법에 따라 조절하였다. 도재관 표면, 특히 범랑질에 상당하는 부분을 삭제하고, 이 부분에 전용의 enamel porcelain을 축조, 소성 하여 도재관을 완성하였다.

(3) OPC 도재관 제작

부가중합형 실리콘 인상재인 Panasil® heavy body와 light body를 사용하여 금속주모형의 복제인상을 채득후 제조회사의 지시대로 special plaster를 이용하여 모형을 제작하고 die spacer인 Nice Fit®을 이용하여 1회 도포후 die sealant를 변연에 적용하였고, 납형을 제거하기 위해 분리제를 도포하였다.

Medium hard inlay wax를 사용하여 완전한 납형을 형성한 후, 도재 축성을 위해 절단면을 삭제하였고 sprue를 절단면에 부착하였다. 납형을 OPC 전용 ring former에 올려놓고 ring paper로 감싼 후, OPC용 매물제, 용액 및 증류수를 100mg, 19ml, 2ml의 비율로 60초 동안 진공상태로 혼합하여 매물링 하단부터 채웠다. 매물제가 완전히 경화된 후 ring paper와 ring former를 제거하였다. 온도를 850℃가 될 때까지 분당 3℃씩 올린 후 90분 동안 유지하여 소환하였다.

Optimal Autopress를 이용하여 OPC pellet을 1150℃에서 압축하였다. 소환된 ring 안으로 적당하게 pellet을 넣은 후 미리 가열된 plunger를 ring 위에 올려놓고 소환로에서 Autopress platform으로 옮겼다. Ring을 실온에서 냉각한 후, seperating disc를 사용하여 분리하였고 수축물이 노출될 때까지 60psi의 압력으로 glass bead(50 micron)를 사용하여 매물제를 제거하였다.

작업모형에서 core의 하부 구조 적합도를 검사한 후, fine grit diamond bur와 green stone으로 통법에 따라 조절하였다. 도재를 절단면에 축성한 후 Optimal Autopress®에서 소성하였다. Glazing 용액을 OPC 금관에 도포한 후 Optimal Autopress®에서 다시 소성하여 도재관을 완성하였다.

3) 원형 색 관찰

완성된 전부도재관 27개를 증류수에서 2분간 초음파 세척한 후 분광측색계를 사용하여 색을 측정하여 L*, a*, b*값을 구하였다.

색 측정을 위해서 광학부에 흡광통을 놓고 영점조정을 한 후 표준백색판(standard white reflector plate)을 background로 사용하고 표준조정을 하였다. 기기의 영점조정과 표준조정이 끝난 후, 광학부에 도재관을 밀착시킨 후 색 측정을 하였다. 각 전부도재관의 원형상태를 incisal, middle 및 cervical third 부위로 나누어 각각 3회씩 측정하여 L*, a*, b*값을 구하였다.

4) 금속코어에 시적 후 색 관찰

전부도재관을 금속주모형에 시적한 상태에서 분광측색계를 사용하여 3)에서와 같은 방법으로 측정하였다.

5) 도재관의 합착

제작된 In-Ceram®(spinel), IPS-Empress®, OPC® 도재관을 각각 9개씩 전부 27개의 도재관을 레진시멘트(Bistite® II)를 사용하여 제조회사의 지시대로 금속주모형상에 합착하였다.

6) 합착 후 색 변화 관찰

In-Ceram®, IPS-Empress®, OPC® 도재관들을 레진시멘트인 Bistite® II 합착제를 사용하여 금속주모형에 합착한 후 분광측색계를 사용하여 3)에서와 같은 방법으로 측정하여 색 변화량(E*)을 산출하여 비교하였다.

7) ΔE* 값의 계산

각 군당 9개의 도재관을 원형의 상태, 금속주모형 위에 시적된 상태 및 레진시멘트로 합착된 상태에서 각각의 L*, a*, b*값을 3회씩 절단, 중앙 및 치경부 1/3 부위를 측정하여 평균값을 구하고, 도재관의 색조 차이 크기를 나타내는 ΔE* 값을 계산하였다.

산출 공식은 다음과 같다:

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

ΔE* : 전부도재관의 색조 차이 크기를 나타낸다.

ΔL* : 전부도재관의 명도를 나타내는 값을 나타낸다.

Δa* : 전부도재관의 녹색과 적색의 정도 값을 나타낸다.

Δb* : 전부도재관의 청색과 황색의 정도 값을 나타낸다.

8) 통계처리

본 연구의 통계처리에는 윈도우용 SPSS® version 8.0을 사용하여 K-S test, One-way ANOVA test 및 Multiple range test를 이용하여 95% 유의수준으로 검증하였다.

III. 실험결과

1. 실험군에 대한 CIE분석

실험군에 따른 평균 L*, a*, b*값의 결과는 Table III 과 같다.

2. 전부도재관의 합착 전, 후에 따른 비교

전부도재관들의 원형과 금속코어에 시적후의 색 변화(ΔE*₁), 금속코어에 시적시와 금속코어에 합착 후의 색 변화(ΔE*₂), 그리고 원형과 금속코어에 합착 후의 색 변화(ΔE*₃) 비교는 다음과 같다.

1) 전부도재관의 종류에 따른 비교

전부도재관의 종류에 따른 ΔE* 평균값은 In-Ceram®이 3.08±2.69, IPS-Empress®는 3.34±2.59, OPC®가 3.90±3.58의 순으로 증가하였으나, one-way ANOVA test 결과 유의한 차이를 보이지는 않았다(Fig. 7, Table IV).

2) In-Ceram®의 비교

In-Ceram®의 색 변화 평균값은 ΔE*₁이 3.68±3.29, ΔE*₂이 2.12±1.18, 그리고 ΔE*₃은 3.43±2.92 이었으며, one-way ANOVA test 결과 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table V).

3) IPS-Empress®의 비교

IPS-Empress®의 색 변화 평균값은 ΔE*₁이 4.30±3.09, ΔE*₂이 2.29±1.10, 그리고 ΔE*₃은 3.32±2.77 이었으며, ΔE*₁, ΔE*₂, 그리고 ΔE*₃ 비교시 ΔE*₁과 ΔE*₂간에는 one-way ANOVA test와 multiple range test 결과 유의한 차이를 보였다(p<0.05)(Table VI, VII).

4) OPC®의 비교

OPC®의 색 변화 평균값은 ΔE*₁이 5.19±4.41, ΔE*₂이 2.48±1.14, 그리고 ΔE*₃은 4.02±3.85 이었으며, ΔE*₁, ΔE*₂, 그리고 ΔE*₃ 비교시 ΔE*₁과 ΔE*₂간에는 one-way ANOVA test와 multiple range test 결과 유의한 차이를 보였다(p<0.05)(Table VIII, IX).

3. 전부도재관의 부위에 따른 비교

각 부위에 따른 ΔE* 평균값은 치경부 1/3은 1.84±1.04, 중앙 1/3은 2.07±1.08, 절단 1/3은 6.40±3.39 순으로 증가하였으며, one-way ANOVA test와 multiple range test 결과 치경부 1/3와 절단 1/3, 중

Table III. Mean & Standard deviation of L*, a*, b* value according to experimental groups

Porcelain	Portion	State	Mean±SD		
			L*	a*	b*
Inceram (spinel)	incisal	initial	65.98±0.51	0.14±0.06	7.01±0.55
		on core	65.18±1.03	0.54±0.14	7.10±0.70
		cemented	66.48±1.05	-0.09±0.34	7.66±1.44
	middle	initial	67.41±0.57	0.29±0.12	9.19±0.71
		on core	68.71±0.49	0.47±0.13	9.61±0.49
		cemented	68.06±0.47	-0.07±0.38	9.76±1.31
	cervical	initial	61.68±1.41	0.88±0.16	11.64±0.54
		on core	69.58±0.91	0.91±0.14	12.50±0.22
		cemented	68.28±0.73	0.07±0.49	10.88±1.65
IPS-Empress	incisal	initial	64.71±1.94	-0.23±0.09	6.16±0.66
		on core	65.49±1.14	0.10±0.07	6.49±0.58
		cemented	64.93±1.03	-0.51±0.18	5.46±0.66
	middle	initial	67.73±0.87	-0.24±0.08	7.56±0.35
		on core	69.33±0.79	0.05±0.06	8.73±0.61
		cemented	68.19±1.16	-0.83±0.27	7.14±0.95
	cervical	initial	63.11±1.56	-0.25±0.05	8.24±0.93
		on core	70.94±1.06	0.01±0.05	10.09±0.52
		cemented	69.94±0.84	-1.01±0.33	8.30±0.68
OPC	incisal	initial	63.26±0.78	-0.43±0.19	8.54±0.65
		on core	64.63±0.76	-0.10±0.23	8.94±0.69
		cemented	63.39±0.82	-0.70±0.34	8.25±1.09
	middle	initial	63.09±0.90	-0.30±0.25	8.76±0.63
		on core	65.30±0.86	-0.05±0.25	9.99±0.74
		cemented	63.73±1.22	-0.68±0.30	8.72±1.03
	cervical	initial	55.13±2.35	0.05±0.21	9.01±0.83
		on core	65.77±0.70	0.08±0.25	10.31±0.89
		cemented	63.88±0.55	-0.65±0.25	8.68±1.05

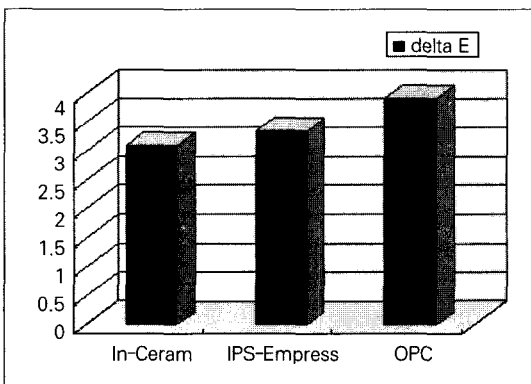


Fig. 7. Mean of ΔE* according to experimental all ceramic materials

양 1/3간에는 유의한 차이를 보였다(p<0.05)(Table X, XI).

1) In-Ceram®의 부위에 따른 비교

In-Ceram®의 부위에 따른 ΔE* 평균값은 치경부 1/3은 1.80±1.11, 중앙 1/3는 1.89±0.78, 절단 1/3은 5.84±2.91 순으로 증가하였으며, one-way ANOVA test와 multiple range test 결과 치경부 1/3와 절단 1/3, 중앙 1/3간에는 유의한 차이를 보였다(p<0.05)(Table XII, XIII).

2) IPS-Empress®의 부위에 따른 비교

IPS-Empress®의 부위에 따른 ΔE* 평균값은 치경부 1/3은 1.98±1.22, 중앙 1/3는 2.18±1.05, 절단 1/3은 3.86±2.85 순으로 증가하였으며, one-way

Table IV. Results of one-way ANOVA for ΔE^* according to experimented all ceramic materials

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	28.44	2	14.22	1.60	0.20
Within Groups	2135.01	240	8.90		
Total	2163.44	242			

Table V. Results of one-way ANOVA for ΔE^* according to In-Ceram[®] before & after cementation

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	37.74	2	18.87	2.73	0.07
Within Groups	539.45	78	6.92		
Total	577.18	80			

Table VI. Results of one-way ANOVA for ΔE^* according to IPS-Empress[®] before & after cementation

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	54.56	2	27.28	4.43	0.02
Within Groups	480.35	78	6.16		
Total	534.91	80			

Table VII. Results of multiple range test for ΔE^* according to IPS-Empress[®] before & after cementation

	Initial-Core	Core-Cemented	Initial-Cemented
	4.30 ±3.09	2.29 ±1.10	3.32 ±2.77
Initial-Core			
Core-Cemented	*		
Initial-Cemented			

(*:p<0.05)

Table VIII. Results of one-way ANOVA for ΔE^* according to OPC[®] before & after cementation

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	99.24	2	49.62	4.19	0.02
Within Groups	923.67	78	11.84		
Total	1022.92	80			

Table IX. Results of multiple range test for ΔE^* according to OPC[®] before & after cementation

	Initial-Core	Core-Cemented	Initial-Cemented
	5.19 ±4.41	2.48 ±1.14	4.02 ±3.85
Initial-Core			
Core-Cemented	*		
Initial-Cemented			

(*:p<0.05)

Table X. Results of one-way ANOVA for ΔE^* according to portion

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	1067.72	2	533.86	116.93	0.00
Within Groups	1095.73	240	4.57		
Total	2163.44	242			

Table XI. Results of multiple range test for ΔE according to portion

	Incisal	Middle	Cervical
	1.84±2.69	2.07±1.08	6.40±3.38
Incisal			
Middle			
Cervical	*	*	

(*:p<0.05)

Table XII. Results of one-way ANOVA for ΔE^* according to In-Ceram® portion

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	309.63	2	154.81	45.13	0.00
Within Groups	267.56	78	3.43		
Total	577.18	80			

Table XIII. Results of multiple range test for ΔE^* according to In-Ceram® portion

	Incisal	Middle	Cervical
	1.80±1.11	1.89±0.78	5.84±2.91
Incisal			
Middle			
Cervical	*	*	

(*:p<0.05)

Table XIV. Results of one-way ANOVA for ΔE^* according to IPS-Empress® portion

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	256.07	2	128.04	35.82	0.00
Within Groups	278.83	78	3.58		
Total	534.91	80			

ANOVA test와 multiple range test 결과 치경부 1/3와 절단 1/3, 중앙 1/3간에는 유의한 차이를 보였다 (p<0.05)(Table XV, XV).

3) OPC®의 부위에 따른 비교
OPC®의 부위에 따른 ΔE^* 평균값은 치경부 1/3은 1.74±0.79, 중앙 1/3는 2.44±1.21, 절단 1/3은 7.51±4.09 순으로 증가하였으며, one-way ANOVA test와 multiple range test 결과 유의한 차이를 보였

Table XV. Results of multiple range test for ΔE^* according to IPS-Empress® portion

	Incisal	Middle	Cervical
	1.98±1.22	2.18±1.05	3.86±2.85
Incisal			
Middle	*		
Cervical		*	

(*:p<0.05)

Table XVI. Results of one-way ANOVA for ΔE^* according to OPC® portion

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	534.40	2	267.20	42.66	0.00
Within Groups	488.52	78	6.26		
Total	1022.92	80			

Table XVII. Results of multiple range test for ΔE^* according to OPC® portion

	Incisal	Middle	Cervical
	1.74±0.79	2.44±1.21	7.51±4.09
Incisal			
Middle	*		
Cervical		*	

(*:p<0.05)

다(p<0.05)(Table XV, XVII).

IV. 총괄 및 고안

최근 경제적 문화적 발달에 따라 치과에서도 심미성에 대한 관심이 증가하고 있어 보철물 수복시 저작능의 회복은 물론 자연치와 더 나은 조화를 이룰 수 있도록 관심과 노력이 계속되고 있으며 이는 매우 중요한 과정이다. 최근 사용이 증가되고 있는 전부도재관은 심미적으로 가장 우수한 수복물 중의 하나이며, 자연치질과 유사한 색상, 투과성 및 우수한 생체 적합성을 가지고 있다. Clark¹²⁾는 치과분야에서 색에 대한 과학적 인식을 중요하게 여겨 자연치의 색을 부위별로 면밀히 분석하여 여러 분야에서 잘 활용 되도록 노력하였으나, 아직 치의학에서 이에 관하여 체계적인 훈련과 교육은 부족한 실정이다.³⁶⁾

근대에는 산업영역뿐 아니라 사회의 여러 분야가 발전함에 따라 사람들의 심미적인 요구가 증가함으로써 색채의 조절이 중요하게 되었다.^{19,21)} 색채를 조

절하기 위해서는 정확한 색의 측정이 필수적이다. 색의 측정에는 시각적 측정법과 기기적 측정법이 있는데 색의 정확한 측정을 위해서는 표준화된 기기적 측정법을 채택하고 있다.^{26,33)} 기기적 색 측정법에는 3자극 색채계(Tristimulus colorimeter)와 분광측색계(Spectrophotometer)가 있다. 3자극 색채계는 CIE(국제조명위원회)²⁷⁾에서 규정한 표준광원을 조사시켜서 반사광을 3개의 여과기, 즉 RGB(red, green, blue) 값을 사용하여 색을 측정하는 기구로써 도재간의 근소한 색차를 측정하는데 사용된다. 분광측색계는 빛을 사물에 조사하여 전가시영역에 걸쳐서 각각의 파장에 따른 분광반사율(spectral reflectance), 분광투과율(spectral transmittance)을 측정하여 시편 색 좌표(color coordinate)의 절대치를 얻을 수 있는 것으로 3자극 색채계보다 정확한 기기이다.^{31,40-43)}

보철 수복물의 조화를 위해서는 기본적인 색의 성질을 이해하는 것이 필요한데 그것은 색상, 명도, 채도이며, 그중에 가장 중요한 것은 명도이다.^{3,9,22)} 명도가 일정하다면 색상과 채도에서의 미세한 변화는 자

연치열과 도재수복물이 조화를 이루는데 방해가 되지 않을 것이다. 그러나 색상과 채도에서의 큰 변화는 수복물을 어둡게 하거나 명도를 감소시킬 것이다.²⁹⁾

표준광원으로 A, B, C, D가 있는데 A는 백열 등 (2854°K), B는 오후의 태양광(2879°K), C는 맑은 날의 평균적인 태양광(6770°K), D는 평균적인 태양광(6500°K)을 의미한다.²²⁾ 본 논문에서는 D광원을 사용하였다. O'Brien³⁴⁾과 O'Brien 등³⁵⁾은 분광측색계가 시편 색좌표의 절대치를 얻을 수 있는 가장 정확한 기기라고 하였으며 이것을 이용한 치아, 도재, 복합레진 등의 광학적 현상과 색안정성을 연구한 많은 연구들이 있다.⁴¹⁾

치의학 분야에서 관찰자의 시각을 이용한 색상 측정법으로는 색도 표준(shade guide)을 이용한 비색법이 가장 널리 사용되어지고 있다. 이러한 색도 표준은 모든 관찰자가 색도 표준을 공유한다면 색상의 표준화가 가능할 것으로 보이나 실상 여러 문제점을 가지고 있다. 제작된 색도 표준의 색도 범위가 너무 제한되고 그 간격이 너무 커서 도재의 색을 선택할 때 어려움이 따르며 두 물체의 색이 어떤 광원에서는 동일하나 다른 광원에서는 다르게 보이는 현상과 같은 결점이 있다.^{4,26)}

본 연구에서는 분광측색계(Model CM503i, Minolta Co., Japan)를 이용하여 색조를 평가하였다. 색상이 수치로 표현되므로 쉽게 이해하기 어렵고 일반적으로 색을 빨강, 파랑으로 말하는 것보다 쉽게 느낄 수 없으며, 색상을 측정하였다 하더라도 그것을 다시 기공실에서 도재를 이용하여 정확히 재현할 수 없다는 것이 단점이나 색을 객관적으로 측정하기 위해서는 적합한 기기이다.

표색계는 국제 조맹위원회에서 인정한 CIE 표색계를 사용하였다. CIE 표색계는 1931년 CIE(Commission International d'Eclairage)가 개발한 것을 1976년 보다 발전시켜 L*, a*, b*라는 color space로 색상을 수치화 한 것으로 치의학분야에서 뿐만 아니라 산업분야에서도 널리 이용되고 있다. L*(명도)은 0~100의 범위를 가지며 수치가 높을수록 밝음을 뜻하며, a*(적색채도)는 -60~+60의 범위를 가지며 (+)증가는 적색채도의 증가를, (-)증가는 녹색채도의 증가를 뜻하며, b*(황색채도)도 -60~+60의 범위에서 (+)증가는 황색채도의 증가, (-)증가는 청색

채도의 증가를 뜻한다.

물체의 광학적 성질이 배경 색조에 의하여 영향을 받는다는 Miyagawa와 Powers³²⁾의 보고가 있어, 본 연구는 임상에서 사용되는 전부도재관인 In-Ceram[®](spinell), IPS-Empress[®], OPC[®]의 원형과 금속코어에 합착 전, 후의 색조변화를 알아보기 위해 시행되었다. 전부도재관 모두에서 원형의 색을 측정하고 금속 주모형(metal master die)에 전부도재관을 시적 후 색을 측정하면 금속의 색이 투과해 색조의 변화가 관찰되었으며, 또한 레진시멘트(Bistite[®] II)를 사용하여 합착시킨 후의 색 측정 결과, 색조변화의 양은 미미하였다. 이와같은 결과로 볼때 합착시 사용된 레진시멘트(clear type)의 영향이 거의 없었던 것으로 사료된다. 색 측정시 명도를 나타내는 L*값이 원형상태보다 레진시멘트 합착 후와 금속코어 시적시에 더 높게 나타났는데, 이는 색 측정기구인 분광측색계가 빛이 반사되는 거울효과로 인한 분광반사율만을 측정하였기 때문이라 생각된다.

이 연구의 결과를 전부도재관의 종류와 shade 선택시 고려한다면 심미적으로 더 나은 결과를 얻을 수 있으리라 생각되며, 향후 분광투과율을 측정할 수 있는 분광측색계 사용과 레진시멘트의 종류에 따른 전부도재관의 색조 변화에 대한 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 In-Ceram[®](spinell), IPS-Empress[®], OPC[®] 전부도재관을 각각 절단, 중앙 및 치경부 1/3 부위로 분류한 후 분광측색계로 레진시멘트 합착 전, 후의 색조를 측정하고 L*, a*, b*, ΔE*값을 구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전부도재관들의 원형과 금속코어에 시적후의 색 변화(ΔE*₁), 금속코어에 시적시와 금속코어에 합착 후의 색 변화(ΔE*₂), 그리고 원형과 금속코어에 합착 후의 색 변화(ΔE*₃) 비교시
 - (1) 재료간에는 유의한 차이가 없었다.
 - (2) In-Ceram[®]에서 비교시 유의한 차이가 없었다.
 - (3) IPS-Empress[®]에서 비교시 ΔE*₁과 ΔE*₂ 간에는 유의한 차이를 보였다(p<0.05).
 - (4) OPC[®]에서 비교시 ΔE*₁과 ΔE*₂ 간에는 유

의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

2. 전부도재관의 부위에 따른 합착 전, 후 색 변화 (ΔE^*) 비교시 In-Ceram[®](spinell), IPS-Empress[®], OPC[®] 모두에서 incisal third, middle third, cervical third 순으로 증가하였으며 cervical third 와 incisal third, middle third 간에는 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

이상의 결과로 볼 때 IPS-Empress[®]와 OPC[®]에서 합착 전, 후 색조 변화에 차이가 있었고, 부위에 따라서는 절단부와 중앙부보다는 치경부에서 색조 변화의 차이가 컸다.

참고문헌

1. Reu S.Y., Cho I.H. : A Study on the Color Stability of Porcelain for Porcelain Fused to Metal Crown. The Journal of Dankook Univ., 5, 1997.
2. Park Y.H., Lim J.H. : A Study on the Shade of Dental Porcelain according to the Condensation Methods and Glazing. The Journal of Dankook Univ., 1999.
3. Lee K.W., Lee H.Y. : Experimental Comparative study of Porcelain Color according to Porcelain fused to metal Crown alloy. The Journal of Yon-sei Univ., 2:304, 1983.
4. Han S.K., Dong J.K., Jin T.H. : A Study of Color Change of denture base resin by coffee. J Korean Acad. Prothodont. 31:523, 1993.
5. Choi P.P., Woo Y.H. : Contemporary Fixed Prothodontics. 492, 1995.
6. M.Y. Heo 1994.
7. Barghi N. : Optimum thickness of opaque and body porcelain. J Prosthet Dent. 48:429, 1983.
8. Barreto M.T., Bottaro B.F. : A practical approach to porcelain repair, J Prosthet Dent. 48 : 349, 1982.
9. Billmeyer, F.W., Jr., Saltzman, M. : Principles of color technology. John Wiley & Sons, Inc., 20, 1966.
10. Bowen R.L. : Properties of a silica-reinforced polymer for dental restoration. J Am Dent Assoc. 66 : 57, 1963.
11. Brodbelt R.H.W., O'Brien W.J., Fan P.L., Frazer J.G. : Translucency of human dental enamel. J Dent Res. 60:1749, 1981.
12. Clark E.B. : An analysis of tooth color. J Am Dent Assoc. 18:2093, 1981.
13. Cohen S, Burns RC : Pathways of the pulp, 4th edition. Mosby Co. P2, 1987.
14. Craig R. : Restorative Dental Materials. St Louis. Mosby Year Book, 428, 1993.
15. Culpepper W.D. : A Comparison study of shade-matching procedures. J Prosthet Dent. 24:166, 1983.
16. Darison S.P., Myslinski N.R. : Shade selection by color vision difference dental personnel. J Prosthet Dent. 53:790, 1983.
17. Dent R.J. : Repair of porcelain fused to metal restoration. J Prosthet Dent. 41:661, 1979.
18. Derek W., Ceram. F.I. : Development of ceramics. Dental Clinics of North America. 29:44, 1985.
19. Desort KD : The prosthodontic use of endodontically treated teeth : Theory and biomechanics of post preparation. J Prosthet Dent 49 : 203, 1989.
20. Firtell DN, Koumjian JH, Nimmo A. : Color stability of provisional materials in vivo. J Prosthet Dent. 65:740, 1991.
21. Goldstein G.R., George W.S. : Repeatability of a specially designed intraoral colorimeter. J Prosthet Dent. 69:616, 1993.
22. Goodkind R.J., Banghston L.K. : The conversion of chromascan designation to CIE tristimulus values. J Prosthet Dent. 48:610, 1982.
23. Goerig AC, Mueninghoff LA : Management

- of the endodontically treated tooth, part. I. : Concept for restorative design. *J Prosthet Dent.* 49:340, 1983.
24. Grey NJA, Piddock V, Wilson MA : In vitro comparison of conventional crowns and a new all-ceramics system. *J Dent* 21 : 47, 1993.
 25. Jochen D.G.: Repair of fractured porcelain denture teeth. *J Prosthet Dent.* 29 : 228, 1973.
 26. Johnstan W.M., O'Brien W.J. : Color analysis of dental modifying porcelains. *J Dent Res.* 61:484, 1982.
 27. Josephine F.E., John Chai., Wayne T.W. : Color stability of low-fusing porcelains for titanium. *Int J Prosthodont.* 8:479, 1995.
 28. Malone WFP, Koth DL : Theory and practice of crown and fixed partial prosthodontics. Ishiyaku EuroAmerica Co. 8:407, 1989.
 29. Mclean J.W. : *The Science and Art of Dental Ceramics.* Chicago Quintessence Publishing Co., Inc. Vol. I. 1979.
 30. Mclean J.W. : *The Science and Art of Dental Ceramics.* Vol. II. Quintessence Publishing Co. 21, 1980.
 31. Michael W.J., Richard J.G. : Spectrophotometric study of five porcelains relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *J Prosthet Dent.* 2:96, 1979.
 32. Miyagawa Y., Powers J.M : Prediction of an esthetics restorative material. *J Dent Res.* 62 : 581, 1983.
 33. Newburg R., Pameijer C.H.: Composite resins bonded to porcelain with silane solution. *J Am Dent Assoc.* 96 : 228, 1988.
 34. O'Brien W.J. : Double layer effect and other optical phenomenon. *Dental Clinics of North America.* 29:667, 1985.
 35. O'Brien W.J., Kenneth M.B., Carole L.G. : Coverage errors of two shade guides. *Int J Prosthet.* 4:45, 1997.
 36. Preston J.D. : Current status of shade selection and color matching. *Quint Int.* 16:47, 1985.
 37. Richard M. : Extrinsic coloration of ceramometal restorations. *Dental Clinics of North America.* 29:645, 1985.
 38. Rosentiel SF, Land MF, Fujimoto J : *Contemporary fixed prosthodontics.* Mosby Co. P392, 1988.
 39. Saleski C.G. : Color, light, and shade matching. *J Prosthet Dent.* 27:263, 1982.
 40. Seghi R.R., Johnston W.M., O'Brien W.J. : Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent.* 56:35, 1986.
 41. Seghi R.R., Hewlett E.R., Kim J. : Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 68:1760, 1989.
 42. Seghi R.R., Johnston W.M., O'Brien W.J. : Spectrophotometric analysis of color differences between of different porcelains. *J Dent Res.* 68:1755, 1986.
 43. Seghi R.R. : Effects of instrumental-measuring geometry on colorimetric assessments of dental porcelains. *J Dent Res.* 69:1180, 1990.
 44. Semmelman J.O. & Kulp P.P.: Silane bonding porcelain teeth to acrylic. *J Am Dent Assoc.* 76:69, 1968.
 45. Shillinburg HC, Kessler JC : *Restoration of the endodontically treated tooth.* Quintessence Publishing Co. 230, 1982.
 46. Simonsen R. Thomson V, Barrack G : *Etched cast restorations : Clinical and laboratory techniques.* Quintessence publishing Co. 67, 1983.
 47. Sproull R.C. : Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the

- organization of color. J Prosthet Dent. 29:5 56, 1973.
48. Woolesey D., Johnson W.M., O'Brien W.J. : Masking power of dental opaque porcelain. J Dent Research. 936, 1984.
49. Yamada K : Porcelain laminate veneers for discolored teeth using complimentary colors. Int J Prothodont 6 : 242, 1993.
50. Yamamoto M : Metal-ceramics. Quintessence publishing Co. 219, 1985.

Reprint request to:

In-Ho Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.
Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University
7-1, Shinpoo-Dong, Chunan, Chungnam, 330-716, Korea
Tel. 82-41-550-1990, 1994

사진부도 ①

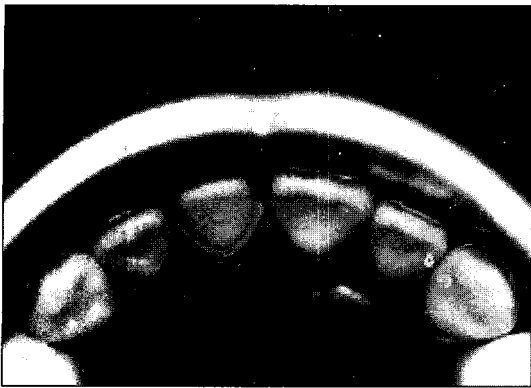


Fig. 1. Abutment preparation of central incisor on the dentiform

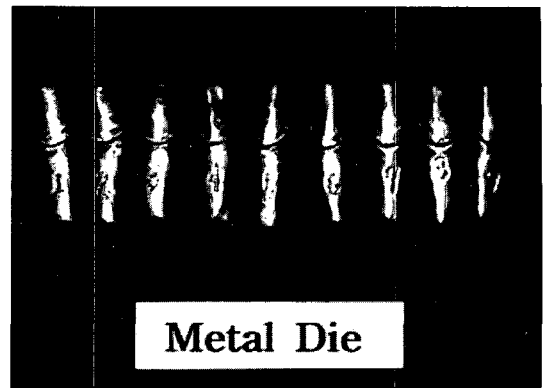


Fig. 2. Metal master die

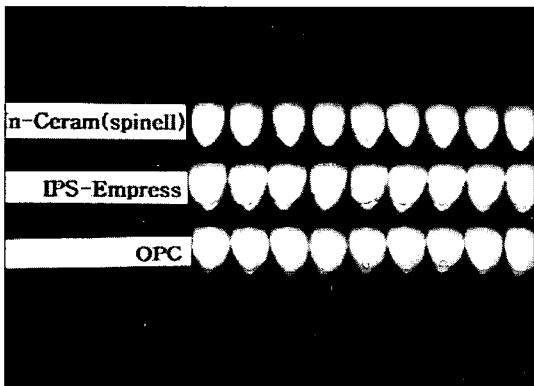


Fig. 3. All ceramic crowns(In-Ceram®, IPS-Empress®, OPC®)

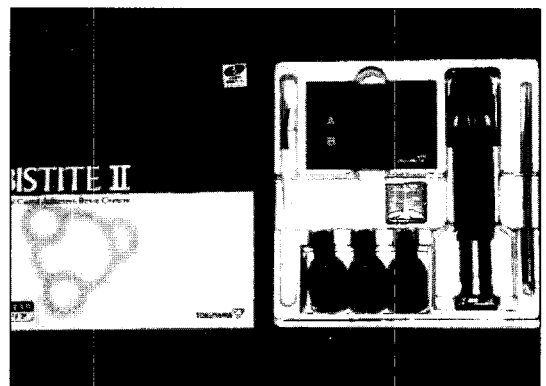


Fig. 4. Resin cement : Bistite® II (Tokuyama Corp., Japan)



Fig. 5. Spectrophotometer (CM-503i, Minolta Co., Ltd., Japan)

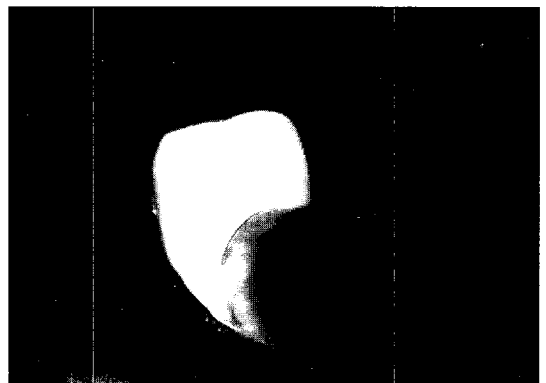


Fig. 6. All ceramic crown cemented on the metal core

ABSTRACT

A STUDY THE SHADE CHANGE OF SEVERAL KINDS OF ALL CERAMIC CROWNS USED FOR METAL DOWEL CORE

Sung-Il Hur, Heon-Song Lim, Ju-Hwan Lim, In-Ho Cho

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University

The purpose of this study is to compare and analyze the shade changes(ΔE^*) about In-Ceram[®], IPS-Empress[®], OPC[®] by using of the spectrophotometer arising from initial status and before and after cementation of the resin cement mounted on the metal core. We used a couple of statistics such as "One- Way ANOVA" and "Multiple Range Test." We could be able to verify significantly what is being discussed here up to 95%. The results drawn from our research are as follows:

1. At the time of our experiments regarding the initial shapes of all-ceramic and mounting status of all-ceramic on the metal crown(ΔE^*_1), and a comparison of mounting of all ceramic on the metal crown with all-ceramic cemented on the metal core(ΔE^*_2), at the time of shade change of initial shapes and after we cemented on the metal core.
 - (1) no significant difference among all-ceramics was found.
 - (2) no particular difference was found regarding the In-Ceram[®].
 - (3) a significant difference between the ΔE^*_1 and ΔE^*_2 regarding the IPS-Empress[®] was found($P<0.05$).
 - (4) a significant difference between the ΔE^*_1 and ΔE^*_2 regarding the OPC[®] was found($P<0.05$).
2. When we compared the shade changes(ΔE^*) resulted from before and after the cementation on each of the parts involved of some all-ceramic, we could be able to find shade change increase form incisal third, middle third, and cervical third in that order in In-Ceram[®](spinell), IPS Empress[®], and OPC[®] all. In addition, we could be able to find a significant difference between cervical third and incisal third, middle third. ($P<0.05$)

From what we have just seen, we might conclude that there is a significant shade change difference before and after the cementation with respect to IPS-Empress[®] and OPC[®]. In addition, we could also be able to find more shade change difference at the cervical third rather than incisal third and middle third depending on the parts involved.