

전부도재관에 사용되는 레진시멘트의 색안정성에 관한 연구

한양대학교 의과대학 치과학교실

이태희 · 이영수 · 박원희

I. 서 론

사회, 경제적 수준의 증가로 인해 심미치과학은 비약적인 발전을 하였으며 그 요구에 부응하여 다양한 종류의 도재가 개발되었다.

1956년 금합금에 도재를 용착시켜 제작한 금속도재관이 개발된 이래 도재관은 많은 발전을 거듭하였다¹⁾. 금속도재관의 금속코어와 불투명 도재가 빛의 투과를 차단하여 자연치의 색감을 떨어뜨리는 것을 보완하기 위해 도재만을 이용한 수복법들이 소개되었는데, 1965년 코어도재를 알루미늄으로 강화시킨 Aluminous porcelain이 개발되었고, 1977년 투명하고 기계적으로 가공성이 있는 구조성 유리도재계인 Dicer관이 개발되었다.^{2,3)} 1988년에는 내화성 매물재 모형상에서 도재를 직접 축조소성하는 내화모형계인 Hi-Ceram과 Optec HSP가 소개되었고, 1988년에 유리침투도재계인 In-Ceram이 소개되었다.^{2,4,5)}

1990년 결정화된 도재를 가열 및 가압하여 수복물을 제작하는 IPS Empress system이 개발되었다.⁶⁾ 이 시스템은 여러 색조의 주괴(ingot)가 있고 채색도 가능하므로 색조의 재현성이 우수하며 강도가 자연치와 비슷하다. 하지만 백류석 결정에 의한 강도의 한계가 있어 그 적용층이 인레이, 온레이, 비니어 및 단일관으로 제한되었다. 1998년 소개된 Empress 2는 lithium disilicate glass-ceramic으로 구성되며 강도와 파괴인성이 상당히 개선되어 계속가공의치의 사용도 가능하게 되었다.^{7,8)}

이러한 도재관의 발달과 더불어 수복물 접착에 사

용되는 시멘트 또한 심미성을 고려하게 되었다. 1955년 최초로 85% 인산을 이용하여 범랑질을 산부식시켜 레진과 범랑질의 결합을 시도한 이래 레진을 이용한 치질과의 접착에 대한 연구가 꾸준히 진행되었다.⁹⁾ 피막두께, 중합수축, 미중합레진의 치수위해성 등으로 문제가 많았던 초기의 레진시멘트는 선학들의 연구에 의해 점차 결점을 보완해 가면서 임상에서의 보급이 확산되었다. 1960년대 후반부터 BIS-GMA를 함유한 얇은 피막도를 가진 레진이 소개되면서 레진시멘트의 사용이 가속화 되었다.^{10,11)} 1970년대 초기에는 열팽창계수와 중합수축을 감소시키기 위해 미세한 무기 충진재를 포함한 콤포지트 레진시멘트가 도입되었다.¹²⁾ Bahaloo¹³⁾ 등은 범랑질 산부식법과 치과용 접착제를 사용함으로써 수복물 유지력의 증가와 변연누출의 감소를 보고하였다. 1986년 레진시멘트가 도재라미네이트와 구조세라믹관의 접착에 사용되면서 비로소 일반화 되었다.¹²⁾

최근에 이르러서는 레진시멘트의 이러한 문제점들이 선학들의 연구에 의해 상당부분 개선되었고 전부도재관의 색조에 따른 여러 가지 색상의 접착제가 개발되었다.

여러 가지 장점을 가지고 있는 전부도재관은 금속코핑이 없어 자연적인 빛의 투과가 가능해져 매우 심미적인 결과를 보이지만 치질에 접착 시 다양한 종류의 레진시멘트가 개재됨으로써 시멘트의 종류와 두께에 따라 최종 수복물의 색조에 변화가 생길 수도 있다. 그러나 시멘트에 의한 수복물 색변화에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 전부도재

관에서 사용되는 레진시멘트의 두께와 종류에 따른 수복물의 색안정성을 규명하고자 본 연구를 시행하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 실험재료

1) 도재

Empress 2(Ivoclar Co., Leichtenstein)

2) 레진시멘트

Rely-X(3M, U.S.A.)

Variolink II (Ivoclar Co., Leichtenstein)

Choice(Bisco, U.S.A.)

3) Spectrophotometer(Model CM-3500, Minolta, Japan)

2. 실험방법

1) 시편의 제작

10×10×1mm의 크기로 Empress 2 주괴(#200)를 제조사의 지시에 따라 소환, 매몰, 열가압하여 제작한 후 글레이징 처리하여 48개의 시편을 제작하였다. 3종류의 레진시멘트 중 Rely-X와 Choice는 A3 색조를 사용하였고, Variolink II는 universal shade인 yellow 색조를 사용하였다. 동일한 색조를 가지는 상아질 색상의 25×25×10mm 크기의 타일을 48개 제작한 후 3종류의 레진시멘트를 제조회사의 지시에 따라 전처리 후 spacer를 이용하여 각각 30μm와

80μm 두께로 타일과 Empress 2 블록을 접착하여 각 8개씩 48개의 시편을 제작하였다(Fig. 1).

2) 색도의 측정 및 관찰

각 시편을 분광측정기(spectrophotometer)를 이용하여 시편 당 1회 측정시마다 서로 다른 부위를 5번씩 측정하여 평균값을 구했다. 분광측정기는 XYZ-filter 방식의 CIE 표준 C광원을 이용했으며 측정방법은 2광로 교조측정 방식에 의한 적분구식 0.45범이었고, 감지부의 직경은 3mm였다(Fig. 2). 색측정을 위해 감지기를 흡광통에 밀착하여 0점 조정을 시행한 후 감치기에 표준백색판을 놓고 표준조정을 시행했다. 시편을 올려놓고 색상을 측정하여 X, Y, Z의 3자극치를 구했으며 레진시멘트가 개재되지 않은 8개의 시편을 실험군과 동일하게 측정한 대조군과 레진시멘트가 개재된 시편인 실험군과의 색차를 비교하여 명도지수인 ΔL*, 적색채도인 Δa*, 황색채도인 Δb*값 및 색차를 나타내는 ΔE*값을 산출하였다.

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

$$\Delta L^* = L_1 - L_0$$

L₀ : 시멘트가 개재되지 않은 시편의 L값

L₁ : 시멘트가 개재된 시편의 L값

$$\Delta a^* = a_1 - a_0$$

a₀ : 시멘트가 개재되지 않은 시편의 a값

a₁ : 시멘트가 개재된 시편의 a값

$$\Delta b^* = b_1 - b_0$$

b₀ : 시멘트가 개재되지 않은 시편의 b값

b₁ : 시멘트가 개재된 시편의 b값

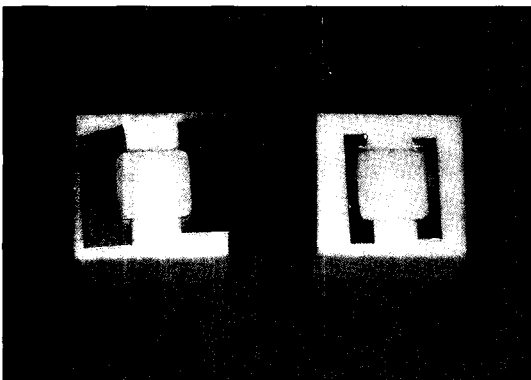


Fig. 1. Specimen.

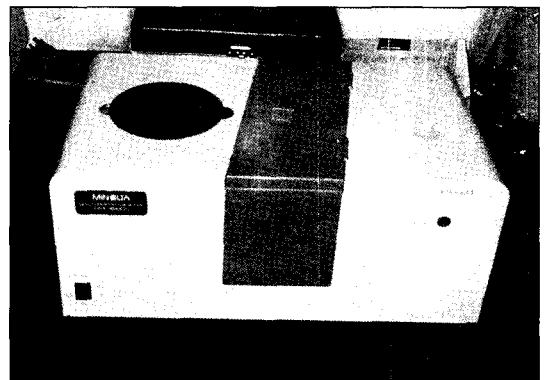


Fig. 2. Spectrophotometer.

각 시멘트의 종류에 따른 ΔL^* , Δa^* , Δb^* 그리고 ΔE^* 값의 유의차를 검정하기 위해 일원 분산분석 방법의 General linear model procedure를 사용하였고 사후 비교를 위하여 Tukey studentized range test를 수행하였다.

각 시멘트의 두께에 따른 차이는 Paired T-test를 사용하여 유의차를 검정하였으며 본 논문에서 사용된 모든 통계는 95%의 유의수준에서 검정되었다.

III. 결 과

1. 실험군의 색차(ΔE^*)

두께에 따른 색차 ΔE^* 값은 Rely-X의 두께가 30 μ m일 때 0.93, 80 μ m일 때 1.89로 80 μ m일 때 색변화량이 더 큰 것으로 나타났다. Variolink II는 30 μ m일 때 1.97, 80 μ m일 때 2.47로 나타났으며 Choice는 30 μ m일 때 1.03, 80 μ m일 때 2.06으로 나타났다 (Table I).

각 시멘트는 모두 두께에 따른 ΔE^* 값에 유의성이 있게 나타났으며 각 두께에 따른 시멘트 종류별 ΔE^* 값의 유의차 검정 결과 30 μ m일 때 Rely-X와 Variolink II, 그리고 Variolink II와 Choice간에는

Table I. Mean of ΔE^* value ($P < 0.05$)

	Thickness		P Value
	30 μ m	80 μ m	
Rely-X	0.93 \pm 0.39 ^b	1.89 \pm 0.37 ^a	0.0002**
Variolink II	1.97 \pm 0.31 ^a	2.47 \pm 0.52 ^a	0.0342**
Choice	1.03 \pm 0.55 ^b	2.06 \pm 0.64 ^a	0.0039**

a, b : statistical grouping for ΔE^* value of resin cement (One-way ANOVA & Tukey grouping)

** : statistically significant in 95%

Table II. Mean of ΔL^* value ($P < 0.05$)

	Thickness		P Value
	30 μ m	80 μ m	
Rely-X	0.76 \pm 0.39 ^b	1.44 \pm 0.47 ^b	0.0068**
Variolink II	1.76 \pm 0.61 ^a	2.43 \pm 0.51 ^a	0.0311**
Choice	0.81 \pm 0.60 ^b	1.96 \pm 0.68 ^{ab}	0.0044**

유의성이 있게 나타났으나 Rely-X와 Choice간에는 유의차가 없게 나타났다. 80 μ m일 때는 모든 시멘트 사이에 유의차가 없게 나타났다.

2. 실험군의 ΔL^* , Δa^* , Δb^* 값

두께에 따른 명도지수 ΔL^* 값은 Rely-X의 두께가 30 μ m일 때 0.76, 80 μ m일 때 1.44이고 Variolink II는 30 μ m일 때 1.76, 80 μ m일 때 2.43이며 Choice는 30 μ m일 때 0.81, 80 μ m일 때 1.96으로 나타났다 (Table II).

각 시멘트는 모두 두께에 따른 ΔL^* 값에 유의성이 있게 나타났으며 각 두께에 따른 시멘트 종류별 ΔL^* 값의 유의차 검정 결과 30 μ m일 때 Rely-X와 Variolink II, 그리고 Variolink II와 Choice간에는 유의성이 있게 나타났으나 Rely-X와 Choice간에는 유의차가 없게 나타났다. 80 μ m일 때 Rely-X와 Variolink II는 유의성이 있게 나타났으나, Rely-X와 Choice 그리고 Variolink II와 Choice간에는 유의차가 없게 나타났다.

두께에 따른 적색채도 Δa^* 값은 Rely-X의 두께가 30 μ m일 때 0.28, 80 μ m일 때 0.48이고 Variolink II는 30 μ m일 때 0.29, 80 μ m일 때 0.20이며 Choice는 30 μ m일 때 0.19, 80 μ m일 때 0.27으로 나타났다 (Table III).

각 시멘트는 모두 두께에 따른 Δa^* 값에 유의차가 없게 나타났으며 각 두께에 따른 시멘트 종류별 Δa^* 값의 유의차 검정 결과 30 μ m, 80 μ m일 때 모든 시멘트 사이에 유의차가 없게 나타났다.

두께에 따른 황색채도 Δb^* 값은 Rely-X의 두께가 30 μ m일 때 0.40, 80 μ m일 때 0.85이고 Variolink II는 30 μ m일 때 0.57, 80 μ m일 때 0.32이며, Choice는 30 μ m일 때 0.41, 80 μ m일 때 0.47로 나타났다 (Table IV).

Table III. Mean of Δa^* value ($P < 0.05$)

	Thickness		P Value
	30 μ m	80 μ m	
Rely-X	0.28 \pm 0.13 ^a	0.48 \pm 0.37 ^a	0.1623
Variolink II	0.29 \pm 0.31 ^a	0.20 \pm 0.15 ^a	0.4563
Choice	0.19 \pm 0.05 ^a	0.27 \pm 0.08 ^a	0.0283**

Table IV. Mean of Δb^* value ($P < 0.05$)

	Thickness		P Value
	30 μ m	80 μ m	
Rely-X	0.40 \pm 0.022 ^a	0.85 \pm 0.63 ^a	0.0789
Variolink II	0.57 \pm 0.28 ^a	0.32 \pm 0.25 ^b	0.0772
Choice	0.41 \pm 0.27 ^a	0.47 \pm 0.22 ^{ab}	0.6114

각 시멘트는 모두 두께에 따른 Δb^* 값에 유의차가 없게 나타났으며 각 두께에 따른 시멘트 종류별 Δb^* 값의 유의차 검정 결과 30 μ m일 때 모든 시멘트 사이에 유의차가 없게 나타났고, 80 μ m일 때 Rely-X와 Variolink II 간에는 유의성이 있게 나타났으나 Rely-X와 Choice 그리고 Variolink II와 Choice 간에는 유의차가 없게 나타났다.

IV. 고 찰

심미치과 수복물에서의 조류는 우수한 광학 및 역학적 특성을 갖춘 글라스-세라믹의 개발을 요구하고 있다. 즉 자연감 있는 투명도와 파괴강도, 그리고 우수한 내식성이 요구된다.

IPS Empress 2는 기존 Empress와 제작 과정은 유사하나 재료학적인 관점에서 보면 유사점이 없는 새로운 유형의 재료이다.¹⁴⁾ Empress 시스템은 백류석 강화도재이며 결정 용적비가 30-40%인 것에 반해 Empress 2는 lithium disilicate glass-ceramic이며, 용적비가 60% 이상이다. 3점 굴곡강도가 200MPa에도 못 미쳤던 Empress에 비해 Empress 2는 350 \pm 50MPa의 강도를 가져 브릿지 수복재료로서의 사용이 가능하게 되었다.^{14,15)}

우수한 심미성 또한 이 재료의 특성중 하나이다. Layering시 사용되는 apatite crystal porcelain은 법랑질과 상아질의 색상과 거의 유사하여 자연치의 색감을 재현할 수 있으며 적절한 투명도와 오판, 형광효과를 나타낸다.¹⁴⁾ ISO 6872에 의한 초산에 대한 용해량은 100 μ g/cm² 이하로 우수한 내식성을 가진다.

이러한 물리적, 광학적인 특성이 본 실험에 사용될 재료로서의 요건을 충족시켰으므로 Empress 2를 실험재료로 선택하게 되었다.

최근 수복물의 접착제로 사용되는 레진시멘트는 크게 Bis-GMA 시멘트, 인산에스테르계 시멘트 그리고 4-META 함유 시멘트 등 3종류로 나눌 수 있다.¹⁶⁾

본 실험에서 사용된 레진시멘트 중 Rely-X는 Bis-GMA와 TEDGMA로 이루어진 dure-cure type의 레진시멘트이다. 페이스트 A와 B로 구성되어 있고 Zirconia/silica 충전제의 무게비는 67.5%이며 충전제의 입자 크기는 대략 1.5 μ m이다. 방사선 불투과성으로 시술 후 접착 상태의 확인이 용이하다. 2개의 페이스트는 clicker dispenser에 담겨져 있어 사용과 조작이 간편하며 A1과 A3, 2개의 색조를 가진다.

Variolink II는 Bis-GMA와 UDM계로 이루어진 dure-cure type 레진시멘트로 5종류의 색조와 3종류의 점조도를 가진 페이스트로 구성되어 필요에 따른 색조 수정이 용이하다. 지속적인 불소방출과 방사선 불투과성의 특징이 있으며 투명성이 뛰어나 심미적으로 매우 우수한 결과를 보인다. 하지만 접착과정이 복잡하여 시술 도중 오차가 생길 확률이 높은 단점이 있다.

Choice는 Bis-GMA계 레진시멘트로 충전제의 무게비는 79%이며 광중합형의 하이브리드 컴포지트이다. A1, A2, A3, B1, B2, B3, C2, D2, A1-O(opaque), B1-O, translucent의 다양한 색조가 있고 Try-in 페이스트가 따로 있어 정확한 색의 조화를 찾을 수 있으며 필요에 따라 color-modifier를 사용하여 정교한 색의 조정이 가능하다.

레진시멘트의 평균 피막도는 15-40 μ m 까지 다양한 수치를 나타내고, 전부도재판의 변연 적합도 또한 20-150 μ m 범위의 수치를 나타낸다.^{12,35)} 따라서 본 실험에서는 그 중간 값들인 30 μ m와 80 μ m 두께의 레진시멘트를 만들게 되었다.

색이란 광원으로부터 광선이 나와 물체에 비추어 반사, 분해, 투과, 흡수, 굴절될 때에 망막에 퍼져있는 주상체와 원추체세포의 특성화로 뇌의 특정부분에 형성되는 다분히 주관적인 인상이다.¹⁷⁾ 이러한 색을 측정하기 위한 방법으로는 주관적인 관점으로 육안 비교하는 방법이나 기계를 이용하여 색차를 정량화 하는 방법이 있다.^{18,19)}

이 중 기계를 이용하는 방법에는 3자극색체계(tristimulus colorimeter)와 분광측정기가 있다. 3자극색체계는 인간의 눈에 있는 수용기와 똑같은 특징을 지니고 있는 3색 여과기를 이용하여 반사된 빛의 적, 녹, 청색에 대한 값을 분석하는 기계이고 분광측정기는 빛을 사물에 조사하여 전가시영역에 걸쳐서 각각의 파장에 따른 분광반사율, 분광투과율을 측정

하여 CIE 자극치를 얻은 후 수학적 변형에 의하여 CIE L*, a*, b* 값으로 시편 색차표의 절대치를 얻을 수 있는 신뢰성 높은 기계이다.²⁰⁻²⁴⁾

본 실험에서는 분광측정기를 이용하여 표준 C 광원을 조사한 후 시편들의 색상을 측정했으며 색차의 정량적 평가를 위해 CIE 표색계를 사용하였다.

색을 평가하는 방법에는 표준화된 색을 이용하여 육안적인 비교로 색상(hue), 명도(value), 채도(chroma)를 평가하는 Munsell system과 주관적인 감각의 색을 스펙트럼의 가시광선영역에서 분광, 반사된 자료를 수립하고 3차원의 색공간에 좌표화하여 대상 물체의 색을 규정하는 CIE system이 있다.^{20,25-27)}

CIE system은 1976년 국제조명위원회(CIE)에서 채택된 시스템으로 측정의 결과를 L*, a*, b*로 나타낸다. L*은 명도를 나타내고 0(검정)에서 100(흰색)까지의 수치로 표현된다. a*는 적색과 녹색의 정도를 나타내고 -60에서 +80까지의 수치로 표현되며 값이 (+)이면 적색을, (0)이면 회색을, (-)이면 녹색을 나타낸다. b*는 황색과 청색의 정도를 나타내고 -80에서 +60까지의 수치로 표현되며 값이 (+)이면 황색을, (0)이면 회색을, (-)이면 청색을 나타낸다.²⁸⁾ L*, a*, b*의 값을 측정한 후 두 색 간의 색차인 ΔE^* 값은 $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ 라는 공식을 이용하여 산출된다. 색차가 증가하면 색안정성은 감소된다는 의미이고 색차가 1 이상이면 눈으로 색 변화를 인지 할 수 있다. 색차가 3.3 이하이면 치과수복재로 사용할 수 있는 허용 가능한 수치이며, 값의 변화가 1일 때 우수하며, 2일 때 임상적으로 수용 가능하다. 그러나 3.7 이상이면 육안판별이 가능할 정도로 임상적으로 사용하기에는 부적절하다.²⁹⁻³¹⁾

Bangtson¹⁸⁾은 분광측정기가 시편 간 색차의 절대치를 얻는 가장 정확한 기계라고 했고, Seghi²¹⁾ 등은 CIE 표색계가 도재의 색을 측정 시 객관적인 기준을 제공한다고 보고하였다.

색에 관한 정량적이고 객관적인 분석에 관한 연구는 치과학에서 심미라는 개념이 부각됨으로 인하여 더욱 큰 관심을 가지게 되었다. Douglass²⁸⁾는 indirect resin을 이용한 보철물의 색안정성에 관해 연구하였고, Rosenstiel³²⁾은 전부도재관과 시멘트 종류에 따른 임상적용에 있어서의 색변화의 관계에 대하여 연구하였다. 이 연구에서는 5종류의 전부도재관과 여러 가지 색조의 인산아연시멘트를 사용하여 시멘트 색

조 변화에 따른 전부도재관의 색안정성에 대해 연구했다. Seghi³³⁾는 도재를 이용하여 여러 가지 색을 정량적으로 측정하는 기계들에 대한 평가를 하였고, Johnston³⁴⁾은 컴포지트레진 수복물을 이용하여 colorimeter와 육안적 관찰 간의 색측정에 대한 정확도를 비교하였다.

본 실험에서는 3가지 레진시멘트의 두께와 종류에 따른 수복물의 색안정성에 관해 비교 연구를 했다.

각 시멘트의 두께에 따른 Paired T-test의 유의차 검정 결과, 색차인 ΔE^* 값과 명도지수인 ΔL^* 값은 모든 시멘트에서 두께에 따른 유의성이 있는 것으로 나타났다. 하지만 모든 색차값이 0.93에서 2.47의 범위 내에 있어 3.3 이하의 값을 가지므로 통계학적으로는 유의성이 있지만 임상적으로 허용될 수 있는 수치를 보였다 (Table I, II). 두께에 따른 색차와 명도의 값이 모든 시멘트에서 유의성이 있게 나타났다는 것은 명도값이 색차에 영향을 주었다는 것으로 해석될 수 있다. 이는 색의 조화에 있어 기본적인 색의 성질 가운데 색상, 명도, 채도를 이해하는 것이 필요하며 이 중 명도가 가장 중요한 영향을 끼친다는 Goodkind¹⁸⁾의 연구결과와 일치했다.

각 시멘트의 종류에 따른 일요인 분산분석과 Tukey 검정을 실시한 결과 색차는 시멘트의 두께가 30 μ m일 때 Rely-X와 Variolink II, Variolink II와 Choice 간에는 유의성이 있었으나, 80 μ m일 때는 세 가지 시멘트간에 유의한 차이가 없었다 (Table I).

또한 각 시멘트의 두께에 따른 적색과 녹색의 정도를 나타내는 Δa^* 값의 검정 결과 Choice 만이 두께에 따른 유의성이 있게 나타났다.

세 가지 시멘트는 모두 30 μ m와 80 μ m 두께에 따른 색차이에서 통계학적인 유의성이 있었으나 모든 값들은 임상적으로 허용될 수 있는 수치를 나타내었다.

시멘트의 종류에 따른 색차값으로는 Rely-X가 가장 작았고 Choice, Variolink II의 순으로 커져서 Rely-X가 실험재료 중에서 색안정성이 가장 높았다 (Table I). 따라서 심미 수복물의 접착시 제조사의 지시에 따라 적절한 시멘트의 두께가 형성되도록 하는 것이 바람직하다고 사료된다.

V. 결 론

본 실험은 완전도재관에서 사용되는 레진시멘트의

색안정성을 연구하기 위해 Empress 2 시편과 상아 질 색상의 타일에 Rely-X, Variolink II, Choice 3종의 레진시멘트를 각각 30 μ m와 80 μ m 두께로 접착하여 레진시멘트가 개재되지 않은 상태의 색과 비교한 후 레진시멘트의 종류와 두께에 따른 색차를 측정하여 다음과 같은 결론을 내렸다.

실험에 사용된 레진시멘트의 색차는 Rely-X, Choice, Variolink II의 순으로 증가하였으며 Rely-X와 Variolink II, Variolink II와 Choice 사이에는 유의성이 있었다. 시멘트의 두께가 증가함에 따라 세 종류의 레진시멘트 모두 색차가 통계학적으로 유의성 있게 증가하였으나 임상적으로는 허용되는 수치를 나타냈다. 시멘트의 두께가 증가함에 따라 색차와 명도지수는 모든 시멘트에서 유의성 있게 증가했으며 이는 명도지수가 색차에 영향을 주었음을 나타낸다. 심미를 위해 레진시멘트를 사용할 때 종류나 두께보다 각 시멘트의 특징을 고려하여 선택함이 바람직하다 할 수 있다.

참고문헌

1. Brecker SC. Porcelain baked to gold. A new medium in prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 1956;6:801-810.
2. Choi BB. New ceramic restoration. Jeosung, 1998.
3. Adair PJ, Grossman DG. The castable ceramic crown. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1984;4:32-46.
4. Bae JS, Vang MS. Comparison of color and opacity of copy-milled In-Ceram Alumina core and Spinell core. *J Korean Acad Prosthodont.* 1999;37:756-766.
5. Stefan J, Paul, Nicola Pietrobon, Peter S. The new In-ceram spinell system case report. *Int J Periodont Rest Dent.* 1995; 15:521-527.
6. Garber DA, Goldstein RE. The quest for all ceramic restoration. *Quintessence Dent Tech.* 2000;25:13-19.
7. Holand W, Schweiger M, Frank M, Rheinberger V. A comparison of the microstructure and properties of the IPS Empress 2 and the IPS Empress glass-ceramics. *J Biomed Mater Res.* 2000; 53:297-303.
8. Oh SC, Dong JK, Luthy H, Scharer P. Strength and microstructure of IPS Empress 2 glass-ceramic after different treatments. *Int J Prosthodont.* 2000;13:468-472.
9. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surface. *J Dent Res.* 1955;34:849-853.
10. Bowen RL. Synthesis of a silica-resin direct filling material. *J Dent Res.* 1958; 37:90.
11. Livaditis GJ. Cast metal resin-bonded retainers for posterior teeth. *J Am Dent Assoc.* 1980;101:926-929.
12. Craig R. *Restorative Dental Materials.* St. Louis, CV Mosby Co, 1989.
13. Baharloo D, Moore DL. Effect of acid etching on marginal penetration of composite resin restorations. *J Prosthet Dent.* 1974; 32:152-156.
14. Trinker TF, Tysowsky G, Culp L. A new generation restorative material. Interview by Phillip Bonner. *Dent Today.* 1998;17:80, 82-4, 86-7.
15. Edelhoff D, Weber V, Jovanovic SA. IPS Empress2 porcelain crowns and bridges. *J Multidiscipl collab prosthodont.* 2000;2: 64-82.
16. Yang TJ, Lim JH, Cho IH. A study of tensile bond strength according to varied treatment methods of nonprecious metal surface and resin cements. *J Korean Acad Prosthodont.* 1996;34:335-348.
17. Bernard T, Paul M, Dan N. *Esthetic dentistry and ceramic restorations.* Thieme medical publish. 1999.
18. Bangtson LK, Goodkind RJ. The conversion of Chromascan designations to CIE

- tristimulus values. *J Prosthet Dent.* 1982; 48:610-617.
19. McPhee ER. Extrinsic coloration of ceramometal restorations. *Dent Clin North Am.* 1985;29:645-666.
 20. Jorgenson MW, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *J Prosthet Dent.* 1979;42:96-105.
 21. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent.* 1986;56:35-40.
 22. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res.* 1989; 68:1760-1764.
 23. Seghi RR. Effects of instrument-measuring geometry on colorimetric assessments of dental porcelains. *J Dent Res.* 1990; 69:1180-1183.
 24. Lund TW, Schwabacher WB, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of the relationship between body porcelain color and applied metallic oxide pigments. *J Prosthet Dent.* 1985;53:790-796.
 25. Moser JB, Wozniak WT, Muller TP, Moore BK. Use of the Munsell system to compute color differences in composite resins. *J Dent Res.* 1978;57:958-963.
 26. Davis BK, Aquilino SA, Lund PS, Diaz-Arnold AM, Denehy GE. Colorimetric evaluation of the effect of porcelain opacity on the resultant color of porcelain veneers. *Int J Prosthodont.* 1992;5:130-136.
 27. Terada Y, Maeyama S, Hirayasu R. The influence of different thicknesses of dentin porcelain on the color reflected from thin opaque porcelain fused to metal. *Int J Prosthodont.* 1989;2:352-356.
 28. Douglas RD. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent.* 2000;83:166-170.
 29. Chon YJ, Cho SS, Um CM. Color differences between resin composites before-and after-polymerization, and shade guides. *J Korean Acad conservatives.* 1999;24:299-309.
 30. Esquivel JF, Chai J, Wozniak WT. Color stability of low-fusing porcelains for titanium. *Int J Prosthodont.* 1995;8:479-85.
 31. Douglas RD, Przybylska M. Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. *J Prosthet Dent.* 1999; 82:143-149.
 32. Rosenstiel SF, Porter SS, Johnston WM. Colour measurements of all ceramic crown systems. *J Oral Rehabil.* 1989;16:491-501.
 33. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *J Dent Res.* 1989;68:1755-1759.
 34. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res.* 1989;68:819-822.
 35. Wassell RW, Gagliano G. Effects of adhesive fixed prosthesis retainer design on resultant resin luting agent thickness. *J Prosthet Dent.* 1998;80:479-484.

Reprint request to:

Young-Soo Lee, D.D.S., M.S., Ph.D.

Department of Dentistry, College of Medicine, Hanyang University
17, Hangdang-Dong, Sungdong-Gu, Seoul, 133-792, Korea
leeys@hanyang.ac.kr

ABSTRACT

THE STUDY ON THE COLOR STABILITY OF RESIN CEMENT USED IN ALL CERAMIC CROWN

Tae-Hee Lee, D.D.S., Won-Hee Park, D.D.S., M.S., Ph.D.,
Young-Soo Lee, D.D.S., M.S., Ph.D.

Department of dentistry, College of Medicine, Hanyang University

Statement of problem : The Cement as well as restoration required esthetics for making natural color restoration.

Purpose : The purpose of this research is to evaluate color stability of restoration intermediated by resin cement which is used for cementation of all ceramic crown.

Material and method : After making Empress 2 ingot into the size of 10mm×10mm×1mm according to indication, it glazed and made 48 Empress 2 blocks. Three kinds of resin cement(Rely-X, Variolink 2, Choice) having same shade cemented between Empress 2 blocks and Ivory shade tiles and made 48 specimens in the thickness of 30 μ m and 80 μ m. After measuring color difference using spectrophotometer, the result of this study were as follows.

Results : The color difference of resin cement used in experiment increased in the order Rely-X, Variolink 2. As the thickness of cement increases, the color difference of all kinds of cement found statistically significant difference but, this result is clinically acceptable.

Conclusion : More research would have to be done in order to decrease the color difference as cement's thickness.

Key words : Color stability, Resin cement, All ceramic crown