

## Pd-Ag 및 Ni-Cr 합금의 금 전착이 전장 레진의 색채에 미치는 영향

전남대학교 치과대학 보철학교실\*, 치과재료학교실\*\*

양홍서\* · 박영준\*\*

### 1. 서론

심미 재료로서는 도재(ceramic)가 널리 사용되어 왔으나 레진(resin)의 물리적 성질 향상과 금속-레진 사이의 새로운 결합 방법의 개발 등에 힘입어 시뮬 보철 재료로 복합레진을 전장용(resin veneered metal)으로도 사용하게 되었다. 전치부의 보철적인 수복은 심미성이 요구되므로 도재 전장관이나 레진 전장관이 사용된다. 도재 전장관에 있어서 도재는 대합하는 자연치를 마모시키며, 파절되기 쉬울 뿐 아니라, 내부 금속관과 열팽창 계수가 비슷해야 하고, 도재의 융합온도가 금속의 녹는점보다 낮아야 하므로 내부 금속관 제작을 위한 합금의 종류가 제한되는 등 단점이 있다<sup>(1)</sup>. 한편 근래에 개발된 전장용 복합레진은<sup>(2, 3)</sup> 종래 아크릴릭 레진에 비해 색이 안정되고 심미적으로 우수하며, 자연치와 마모도가 비슷하고, 구강 조직과 생체 적합성이 있으며, 모든 종류의 치과용 합금에 사용할 수 있어서 도재 전장관의 단점을 보완할 수 있다<sup>(4-9)</sup>.

최근까지 소개된 레진과 합금간의 접착 방법은 크게 기계적인 접착방법과 화학적인 접착방법으로 나눌 수 있다<sup>(10)</sup>. 기계적인 접착 방식으로는 납형 제작시 mesh pattern이나 retention bead를 형성하는 방법<sup>(4, 6, 9, 11, 12)</sup> 및 주조후 피착면을 식각<sup>(13, 14)</sup>하거나 sandblasting 하는 방법<sup>(15, 16)</sup>, 금속표면에 작은 금속 입자로 다공성

피막을 형성하는 방법<sup>(17, 18)</sup> 등이 있고, 화학적인 접착 방식으로는 4-META 함유의 아크릴계 또는 인산 에스테르계 콤포짓트 시멘트를 이용하는 방법<sup>(5, 19-22)</sup>과 silicoating을 이용한 레진과 금속간의 결합강도는 다른 접착방식 보다 높게 보고되고 있다. Creugers등<sup>(23)</sup>은 silicoating 처리후 레진시멘트를 이용하여 접착한 경우가 식각 및 sandblasting 등의 처리후 레진 시멘트를 이용하여 접착한 경우보다 우수한 결합력을 보인다고 보고하였으며, 전장용 레진을 축성할 경우 silicoating의 결합강도에 관하여 Naegeli등<sup>(24)</sup>과 Jones등<sup>(9)</sup>은 4-META 함유의 아크릴계 레진시멘트나 다른 adhesive bonding system보다 더 우수하다고 보고하였다. Silicoating법은 1984년 Musil과 Tiller에 의해 개발되었는데 거칠게 연마된 합금표면에 SiOx-C층을 형성하고 그 위에 silane을 도포하여 레진과 화학적으로 결합하는 방법으로, 미세간극이 발생되지 않으며 접착력도 훨씬 증대할 수 있다고 하였다<sup>(8)</sup>. 그후 Silicoating법은 상품화되어 수지접합 수복물과 레진전장관에서 레진과 금속간의 접착력을 높이는 데 이용되고 있다.

전치부에서 보철 수복은 구강내의 제기능에 적합한 강도와 자연치와 유사한 심미성을 함께 갖추어야 한다. 이를 위해 레진 전장 금관(resin veneered metal crown)은 강도와 정밀성을 위해 레진 전장 금관(resin

※ 본 연구 논문은 1994년도 전남대학병원 임상 연구비 지원으로 이루어진 것임.

veneered metal crown)은 강도와 정밀성을 위한 내부의 금속 구조체의 외면에 자연치아와 같은 색조의 레진을 전장시키는 구조로 설계되는데, 이러한 전장금관은 제한된 두께를 이용하여 자연치아와 같은 색채를 내고 하부의 금속 색상은 효율적으로 차단하여야 한다<sup>(25)</sup>. 그러나 레진 전장 금관은 근본적으로 자연치의 색상이나 투명도를 완전히 재현해 낼수 없는 한계를 가지고 있다. 그 이유는 내면에 자연치아와는 색상이 판이한 금속 구조물이 존재하고 레진 자체도 자연 치아와는 그 재료나 구조상의 상이점이 있기 때문이다. 특히 레진 장착 금관의 치경부의 변연부는 금관의 두께가 가장 얇은 부위로 충분한 레진의 두께 및 금속의 색상을 차단하는 opaque층의 두께 등에 제한이 따르게 되어 하부의 금속 색에 의해 큰 영향을 받는다.

전장용 주조 금관의 제작에 사용되는 주조용 합금 중에서 주조성, 강도, 연성, 부식 저항성 및 색상에 있어서 금합금이 가장 이상적이며, 따라서 임상에서 가장 많이 사용되고 있다. 근래에 비싼 금합금을 대체하고자 치과 주조용으로 Pd-Ag나 Ni-Cr 합금이 개발되어 주조성, 강도, 부식 저항성등에 있어서 금합금을 대신할 수 있는 물리적 성질의 개선이 있었다. 그러나 Pd-Ag나 Ni-Cr 합금은 그 색상이 은회색을 내기 때문에 전치부 전장 주조관으로 사용될 때 치경부에서 치은과 금속의 색조가 대비되어 심미적 문제점을 야기한다. 값이 저렴한 비귀금속으로 도재전장 주조관 (porcelain fused to metal crown)을 제거할 경우 치경부를 금빛이 나도록 colloidal gold로 구성된 gold metal conditioner를 도포하거나<sup>(26)</sup>, 금 전착(gold

electrodeposit)의 영향에 대한 연구<sup>(27)</sup>가 있으나 레진 전장 주조관의 경우 이에 관한 연구가 희귀한 실정이다. 요즘 사용이 증가 추세에 있는 레진 전장관에서도 치경부의 심미성은 중요하고 비교적 값이 저렴한 비귀금속 합금을 이용하여 금합금과 같은 심미적 효과를 얻으면 유익하리라 사료되므로 Pd-Ag나 Ni-Cr 합금에 금으로 electrodeposition한후 레진 전장할 경우가 금전착없이 레진 전장한 경우에 비해 귀금속을 사용한 경우와 유사하게 그 색조가 개선되는지를 연구하고자 하였다. 본 연구에서는 Pd-Ag나 Ni-Cr 합금의 금속표면에 금 전착(gold coating)처리 후 색상을 측정함으로써 값이 저렴한 금속으로 금합금을 대체할 수 있는 심미적 측면을 분석하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 가. 연구재료

본 연구에 사용된 재료는 국내에서 치과 치료시 많이 사용되는 재료로 귀금속 합금으로 Neocast 4(Cendres & Metaux SA, Switzerland)를, 준귀금속 합금으로는 Alabond(Heraeus Kulzer, Germany)를, 비귀금속 합금으로는 Rexilium III (Jeneric/Penton, USA)를 사용하였고 전장용 레진은 dentacolor(Kulzer, Germany)를 사용하였다(Table 1).

Table 1. Materials used in this experiment

Alloy	Neocast 4(Cendres & Metaux SA, Switzerland)
	Au 76.5% Pt 2.5% Pd 1.5% Ag 13.5%
	Alabond(Heraeus Kulzer, Germany)
	Pd 60.1% Ag 27.8% Sn 3.0% In 7.0%
Resin	Rexilium III (Jeneric/Penton, USA)
	Ni 76% Cr 13% Mo 5% Be 1.8%
	Dentacolor(Kulzer, Germany) Opaker B1 Dentacolor(Kulzer, Germany) Dentin B1

## 나. 연구방법

레진이 전장될 금속표면을 carborundum point(GC #20, Snil ceramic Co., Korea)로 연마하고 250 $\mu$ m의 산화알루미늄(Cobra, Renfert, Germany)으로 sandblasting한 후, silicoating하고 각 시편에 전장용 레진을 축성하였다. 전장시킬 주조 합금의 종류에 따라 Au-Pt합금, Pd-Ag합금, Ni-Cr 합금을 각기 Pre, Semi, Base군으로 하여 시편은 각 군당 10개씩 제작하였다. 금전착시킨 Pd-Ag합금 군을 Gsem군, Ni-Cr합금 군을 Gbas군으로 분류하고, 레진을 전장한 Au-Pt합금, 금전착시킨 후 레진을 전장한 Pd-Ag합금, Ni-Cr 합금 군을 PreR군과 GsemR, GbasR군으로 각각 설정하였다(Table 2).

### 1) 금속시편 제작

가로 7mm, 세로 7mm, 두께 0.6mm의 판형으로 납형을 제작후 주조하여 금속판을 얻었다. 이렇게 얻어진 금속판을 Vernier calipers로 계측하여 일정한 크기로 수정하였다. 금속시편은 귀금속, 준귀금속, 비귀금속 각군당 10개씩 제작하였다.

제작된 납형으로부터 귀금속 합금은 Neocast 4를, 준귀금속 합금으로는 Albalond를, 비귀금속 합금으로는 Rexilium III를 사용하여 주조하였다. 매몰재는 귀금속 합금은 Christobalite(Whip-Mix, USA)로,

준귀금속 합금과 비귀금속 합금은 Hi-Temp(Whip-Mix, USA)를 사용하였다. 매몰된 주조 링을 소환하여 산소-프로판 불꽃을 사용해서 각 금속을 용융시켜 통법대로 원심주조하였다. 주조후 실온까지 서냉시켜 매몰재를 제거한 후 각 주조시편이 7mmX 7mm, 후경이 0.5mm가 되도록 diamond disk와 aluminum oxide disk로 다듬은 다음, 각 주조 시편에서 레진을 입힐 부위의 표면을 carborundum point(GC #20, Sunil ceramic Co.)로 연마하였다. 250 $\mu$ m 크기의 aluminum oxide인 Cobra분말(Renfert, Germany)로 Hi-Blaster(Shofu, Japan)에서 5bar의 압력으로 귀금속 합금과 준귀금속 합금은 15초, 비귀금속 합금은 30초 동안 snadblasting한 후 초음파 세척기로 10분간 세척하였다. 금전착시킬 준귀금속과 비귀금속은 금이온 전착을 위해 DC/RF Magnetron sputtering system(DVSE-43T, 대룡진공(주))을 이용하여 기준압 10-5 Torr, argon압 2mTorr, radio frequency power 40W의 조건에서 3분간 pure gold를 ion sputtering 시켜 약 3000A(0.3 $\mu$ m) 두께의 금피막을 입혔다.

### 2) 레진 축성

레진시편을 제작하기 위해서는 모든 시편을 Silicoating 과정을 거친 후 레진을 축성하였다.

Table. 2. Description of the experimental groups

Group	Alloy (brand)	Gold Coating	Resin Veneer
Prec	Au-Pt alloy (Neocast)	no	no
Semi	Pd-Ag Alloy (Albalond)	no	no
Base	Ni-Cr Alloy (Rexilium)	no	no
Gsem	Pd-Ag Alloy (Albalond)	yes	no
Gbas	Ni-Cr Alloy (Rexilium)	yes	no
PreR	Au-Pt alloy (Neocast)	no	yes
SemR	Pd-Ag Alloy (Albalond)	no	yes
BasR	Ni-Cr Alloy (Rexilium)	no	yes
GsemR	Pd-Ag Alloy (Albalond)	yes	yes
GbasR	Ni-Cr Alloy (Rexilium)	yes	yes

Silicoating은 ethylacetate인 Siliclean(kulzer, Germany)으로 세척한 후 공기 중에서 건조하고, SiOx-C를 생성시키기 위하여 Sililink(Kulzer, Germany)를 붓을 이용하여 도포하였다. 이를 Silicoater MD(Kulzer, Germany)에 위치시키고, program time을 귀금속 합금은 3에 맞추어 가동시키고 작동이 멈추면 꺼내어 5분간 식히고 Silane인 Siliseal(Kulzer, Germany)을 붓을 이용하여 도포하였다. 레진 축성은 Dentacolor system 을 사용하였는데 레진의 균일한 후경과 응축을 위하여 glass를 이용하여 mold를 제작하고 teflon roller를 이용하였으며 후경은 Vernier calipers(Mitutoyo, Japan)로 점검하였다. Opaque층은 Dentacolor Opaker B1 powder와 li-liquid(Kulzeer, Germany)를 용적비 1 : 1로 교반하여 붓을 이용하여 Silane 처리후 30분 이내에 도포하였다. 이들을 광중합기인 Unilux AC(Kulzer, Germany)에서 code 15로 맞춘 후 광중합하였다. Opaque의 후경은 0.2mm가 되도록 반복하여 축성, 중합한 다음 dentin resin DB10 Dentine material(Kulzer, Germany)을 축성하고 teflon roller를 사용하여 후경이 0.7mm가 되게 압적한 후 광중합하고 시편 최외면의 dispersion layer를 제거하기 위해 dentacolar ADS-Gel을 붓을 이용하여 도포한 후 다시 광중합시켰다. 레진시편의 표면은 시편의 후경이 2.4mm가 되도록 수주 하에 220, 400, 800, 1000 및 1200 grit의 사포(대성연마)로 연마하였다(Fig. 1). 모든 시편은 완성한 후, 색 측정시 까지 15°C의 수조 속에 보관하였다.

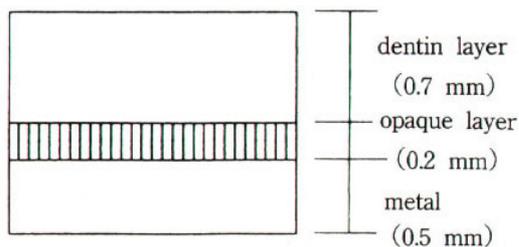


Fig. 1. Schematic illustration of experimental specimen

### 3) 색측정

색의 측정은 측색 색차계 Model TC-6FX(Tokyo Denshoku Co, Japan)를 사용하였다. XYZ filter방식의 CIE표준 C광원을 이용하였으며, 측정방법은 2광로 교조측정 방식에 의한 적분구식 0-45° 법이었고 색체계의 측정부가 시편에 접할 수 있는 측정경의 지름은 3mm이었다. 색조 측정 전에 광학부에 흡광통을 놓고 영점 조정한 후 표준 백색판(X=91.31, Y=93.14, Z=109.22)을 놓고 표준조정이 끝나면 시편에 광학부를 밀착시킨 후 색조 측정을 하였다. 각 시편 당 서로 다른 3부위를 측정하여 X, Y, Z 3자극치를 구하였으며, 구하여진 X, Y, Z값으로부터 컴퓨터 프로그램에 의해 색공간 조표인 L\*, a\*, b\*값을 구하였다.

각 실험군 간의 L\*, a\*, b\*값을 토대로 색체의 차이를 상호 비교하였다.

## III. 연구결과

### 1. 금속의 색 측정치

Prec군, Semi군, Base군은 sandblasting후에 측정하고, Gsem군과 Gbas군은 sandblasting과 금 전착 완료후 각 10개씩의 금속시편을 측색 색차계를 이용하여 측정하였다. 각 시편에 대해 3회 측정하여 평균을 내고 이 평균으로부터 각 군에서 L\*, a\*, b\*의 평균값과 표준편차를 구하였다(Table 3).

### 2. 전장레진의 색 측정치

귀금속, 금전착하지 않은 준귀금속과 비귀금속, 그리고 금전착된 준귀금속과 비귀금속 위에 레진을 전장한 시편을 측색 색차계를 이용하여 측정하여 각 군에서 L\*, a\*, b\*의 평균값과 표준편차를 구하였다(Table 4).

### 3. 금속 표면의 L\*, a\*, b\*값 비교

준귀금속시편 Semi군과, 비귀금속시편 Base군에서 a\*값과 비슷하였고, 금전착한 준귀금속시편 Gsem군과 비귀금속시편 Gbas군에서 a\*값과 b\*값 등의 채도 지수가 비슷한 수치를 보였다(Table 3, 5). 귀금속과

비귀금속 및 금전착한 경우간의 비교시 명도 지수인 L\*값 뿐 아니라 채도 지수인 a\*값, b\*값에 현저한 차이를 보여 매우 큰 색차를 나타냈으나, 준귀금속시편과, 비귀금속시편 사이의 색차는 근소하였고, 금전착한 Gsem군과, Gbas군 사이에는  $\Delta E^*_{ab}$  값 3.92의 색차를 보였다(Table 5, 6).

#### 4. 전장레진의 L\*, a\*, b\*값 비교

레진이 전장된 금전착 준귀금속시편(GsemR군)과 비귀금속시편(GbasR군) 간에는 명도지수 L\*값 뿐 아니라 채도지수인 a\*값이 비슷하여  $\Delta E^*_{ab}$  값이 0.58로 색차가 근소하였다. 금전착하지 않은 준귀금속시편 SemR군, 비귀금속시편 BasR군과 귀금속시편

Table 3. L\*, a\*, b\* values of metal surface before resin veneer

Group	L*	a*	b*
Prec	73.83 (0.56)	3.57 (1.08)	19.11 (0.57)
Semi	66.80 (0.65)	2.24 (0.98)	5.76 (0.42)
Base	66.13 (0.98)	2.35 (1.03)	4.54 (0.47)
Gsem	72.92 (3.09)	6.29 (1.73)	32.84 (1.26)
Gbas	76.84 (0.98)	6.12 (1.27)	32.85 (0.58)

Standard deviations are in the parentheses.

Table 4. L\*, a\*, b\* values of resin veneered metal surface

Group	L*	a*	b*
PreR	63.35 (0.42)	1.12 (0.97)	5.12 (0.39)
SemR	65.45 (0.86)	1.51 (0.56)	7.35 (0.51)
GsemR	65.18 (1.13)	1.64 (0.86)	7.01 (0.99)
BasR	65.21 (0.87)	1.87 (0.87)	6.67 (0.68)
GbasR	65.05 (1.00)	1.65 (0.76)	6.44 (0.89)

Standard deviations are in the parentheses.

Table 5. T-test comparison of L\*, a\*, b\* values for metal surfaces

Groups	L*	a*	b*
Prec - Semi	**	**	**
Prec - Base	**	**	**
Prec - Gsem	*(0.04)	**	**
Prec - Gbas	**	**	**
Semi - Base	**	NS(0.59)	**
Semi - Gsem	**	**	**
Semi - Gbas	**	**	**
Base - Gsem	**	**	**
Base - Gbas	**	**	**
Gsem - Gbas	**	NS(0.58)	NS(0.97)

\* : significant at  $P < 0.05$ . \*\* : significant at  $P < 0.01$ .

NS : not significant at  $p = 0.05$ . p values are in the parentheses.

Table. 6. Calculated  $\Delta E^*_{ab}$  value for metal surfaces

Groups	$\Delta E^*_{ab}$
Prec - Semi	15.15
Prec - Base	16.52
Prec - Gsem	14.03
Prec - Gbas	14.30
Semi - Base	1.40
Semi - Gsem	28.06
Semi - Gbas	29.15
Base - Gsem	29.37
Base - Gbas	30.50
Gsem - Gbas	3.92

Table. 7. T-test comparison of  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values for resin veneered metal

Groups	$L^*$	$a^*$	$b^*$
PreR - SemR	**	NS(0.09)	**
PreR - GsemR	**	*(0.03)	**
PreR - BasR	**	**	**
PreR - GbasR	**	*(0.02)	**
SemR - BasR	NS(0.32)	NS(0.09)	**
GemR - GbasR	NS(0.53)	NS(0.92)	**

\* : significant at  $P < 0.05$ . \*\* : significant at  $P < 0.01$ . NS : not significant at  $p = 0.05$ . p values are in the parentheses.

Table. 8. Calculated  $\Delta E^*_{ab}$  value for resin veneered metal

Groups	$\Delta E^*_{ab}$
Prec - SemR	3.24
PreR - GsemR	2.68
PreR - BasR	2.69
PreR - GbasR	2.22
SemR - BasR	1.89
GsemR - GbasR	0.58

PreR군간의  $\Delta E^*_{ab}$  값이 3.24와 2.69를 보였으나 금 전착한 후의 준귀금속시편 GsemR군, 비귀금속시편 GbasR군과 귀금속 시편 PreR군 간의  $\Delta E^*_{ab}$  값이 2.68와 2.22로 감소하여 더 작은 색차를 나타냈으며,  $a^*$ 값과  $b^*$ 값의 채도지수가 증가하여 귀금속보다 오히려 황적색을 보였다(Table 3, 7, 8).

#### IV. 총괄 및 고찰

1940년 이래 아크릴릭 레진전장관이 치과 보철영역에서 사용되어 왔으나 methyl methacrylate resin 자체의 결합과 마모 저항성이 불량하고, 불안정한 색조, 치주조직에 대한 유해한 반응, 높은 열팽창률, 낮은 항복 강도, 파절의 가능성 등 문제점이 많았다. 심미적인 보철치료에 사용되는 레진전장관의 이러한 문제점과 단점은 복합레진과 금속 및 레진을 결합시키는 adhesive agent의 재료학적 향상에 의해 많이 개선되었다. Microfilled composite resin은 Bis-GMA와 urethane dimethacrylate resin system에 기초를 두고 있다<sup>(1)</sup>. 상품으로 나와있는 이런 많은 레진은 구성성분과 물리적 성질이 monomer 구성성분과 filler particle의 구성비 변이에 의해 매우 다양해진다. 이렇게 개선되고 발전된 레진 전장관은 심미적으로 우수하고 자연치와 유사한 내마모도를 가지며 repair가 가능하다는 장점이 있어 심미 보철 영역에서 많이 사용되어지게 되었다<sup>(4)</sup>. 본 실험에 사용된 Dentacolor레진은 particle 크기가  $0.04\mu\text{m}$ 이며 filler의 함유량이 무게비로 72%에 해당하는 microfilled 레진의 일종으로 중합은 광중합 반응에 의한다.

레진과 금속간의 접착방법은 여러가지가 있는데, 일반적으로 레진 전장관에서 이용되는 방법으로는 bead 등을 이용한 기계적 접착과 접착성 레진시멘트 및 silicoating등을 이용하는 화학적인 접착방법을 들 수 있다. 각각의 방법에는 장단점이 있고 합금의 종류와 이용되는 부문에 따라 방법을 달리할 수 있다. Bead등을 이용한 기계적인 접착은 구강내 온도변화로 미세노출이 발생되어 변색의 가능성이 있고 유지장치가 차지

하는 두께 때문에 치아삭제가 많아질 뿐만 아니라 레진축성이 너무 풍용하게 될 수도 있다. 화학적인 접착 방식으로 Ta-nake<sup>(6)</sup>과 Matsumura<sup>(7)</sup>은 4-META함유의 아크릴계 레진시멘트를 합금과 전장용 레진간에 개재시켜 화학적 접착을 이루도록 하였다. 그러나 Ni-Cr합금이나 Co-Cr합금에는 접착성이 좋은 반면, 귀금속합금에는 효과가 떨어지므로 이때는 가열이나 주석도금, 이온피막이 요구된다고 하였다. 또한 熱田<sup>(28)</sup>은 귀금속 사용시 내부 금합금 금속관에 bead 를 붙이고 4-META함유의 아크릴계 접착성 레진 시멘트를 도포한 후 레진을 축성하는 방법을 소개하기도 하였다. 한편 1984년 Musil과 Tiller<sup>(8)</sup>에 의해 레진과 합금을 화학적으로 접착하면서 모든 치과용 합금에 사용할 수 있고 접착력을 보다 증대할 수 있는 silicoating방법이 개발되었다. Silicoating에 의한 레진과 합금의 접착은 거칠게 연마된 합금표면의 금속산화물에 두께 0.01-1 $\mu$ m의 SiOx-C층과 레진의 결합은 coupling agent인 silane을 개재시켜 이루어진다. SiOx-C층의 기본 구조는 유리하고 탄소 또는 수산화기가 첨가되면 금속피착면은 덜 단단하고 탄성이 생기며 이는 구강내에서 온도 변화로 인한 변형과 응력을 분산시켜 레진과 금속간의 부착소실을 막아준다고 한다<sup>(10)</sup>. Silicoating을 이용한 레진과 금속간의 결합강도는 다른 접착방식 보다 높게 보고되고 있다. Creugers 등<sup>(23)</sup>은 silicoating 처리후 레진시멘트를 이용하여 접착한 경우가 식각 및 silicoating 등의 처리후 레진시멘트를 이용하여 접착한 경우보다 우수한 결합력을 보인다고 보고하였으며, 전장용 레진을 축성할 경우 silicoating의 결합강도에 관하여 Naegeli<sup>(24)</sup>과 Jones<sup>(9)</sup>은 4-META함유의 아크릴계 레진시멘트나 다른 adhesive bonding system보다 더 우수하다고 보고하였다.

최근 경제적 문화적 발전과 더불어 치과치료시에도 심미성에 대한 관심이 고조되고 있으며 보철수복에서도 자연치와 더 나은 조화를 이룰 수 있도록 관심과 노력이 계속되고 있다. Mclean<sup>(35)</sup>에 의하면 도재 전장금관의 경우 사용된 금속합금의 종류에 따라 색조가 변할 수 있으며 귀금속 합금의 경우 비교적 색조가 안정

된 합금이고 심미적으로 양호하며 준귀금속 합금으로 분류되는 팔라듐-은합금의 경우 은의 함량은 도재를 녹색 변색시킬 수 있고, 비귀금속 합금인 니켈-크롬 합금은 과도한 금속 산화물 형성에 의하여 색조가 변화할 수 있다고 하였다<sup>(29)</sup>. 팔라듐-은 합금은 은에 의해 도재의 변색을 초래할 수 있으며<sup>(20, 31)</sup>, 이러한 변색은 도재 성분으로 구성된 conditioner도포법<sup>(32)</sup>, colloidal gold로 구성된 gold metal conditioner 도포법<sup>(26)</sup>, carbon blokc 이용법<sup>(33)</sup> 등으로 방지할 수 있다고 하였으며, 은에 의한 도재의 변색에 있어서 metal conditioner가 도재 색조 변화에 미치는 영향을 연구<sup>(29, 30)</sup>한 바 있다. 그 외에 도재의 색조는 금속의 색조, opaque의 색조, 치은 도재의 색조에 의해 결정되지만, 여러가지 조건에 의해 영향을 받는다는 선현들의 연구<sup>(34-41)</sup>가 있었다. Crispin<sup>(28)</sup>은 금속의 종류에 따른 색조의 차이를, 백 등<sup>(42)</sup>은 제조자에 따른 도재 성분의 차이 및 색차에 관하여 그 외에 custom shade guide의 필요성, 합리적인 색조 선택법, batch에 따른 영향, 내부 금속관 형태에 따른 색조의 영향 등이 논의되었다<sup>(43-56)</sup>.

레진의 색조에 관하여는 Oysaed와 Ruyter<sup>(57)</sup>는 레진 기질 내 filler양이 색 변화에 미치는 영향을, Ameyed 등<sup>(58)</sup>은 filler size와 색 변화의 상관 관계에 대해, Crispin과 Caputo<sup>(59)</sup>는 레진의 기질이 다른 경우 색 변화의 정도에 관해, Venz와 Antonucci<sup>(60)</sup>는 photoaccelerator가 레진의 중합과 색 안정성에 미치는 영향에 관하여, Phillips<sup>(61)</sup>, Yaman<sup>(62)</sup>은 수분 흡수성과 색소침착의 상관 관계에 대해, Hachiya<sup>(63)</sup>과 Wendt<sup>(64)</sup>는 표면 연마 상태와 색소 침착의 상관관계에 대해, Dodge<sup>(65)</sup>과 Hachiya<sup>(66)</sup>은 finishing방법에 따른 영향을, monaghan<sup>(67, 68)</sup>은 bleaching에 따른 영향을, Powers<sup>(69)</sup>와 Ruyter<sup>(70)</sup>는 증류수에서 장기간 보관 후 색 변화를 관찰하였고, 신 등<sup>(71)</sup>은 레진의 색안정성에 관하여, 이 등<sup>(72)</sup>은 composite 레진의 변색 요소에 관하여, 엄과 Ruyter<sup>(73)</sup>는 커피와 차가 색 변화에 미치는 영향을, Raptis<sup>(74)</sup>는 흡연이 착색에 미치는 영향을, Wonzniak<sup>(75)</sup>은 유색 용액과 음료수가 색채 변화에 미치는 영향에 관하여, Nor-dbo 등<sup>(76)</sup>은

chlorhexidine이 색안정성에 미치는 영향에 대해 보고하였다. 복합레진에서 수분 흡수는 물리적 성질 및 색의 안정성에 나쁜 영향을 미칠 것은 주지의 사실이다. 복합레진의 수분의 흡수는 확산에 의해서 일어나며 주로 filler나 matrix결합 사이나 resin matrix에서 일어난다. Satou등<sup>(78)</sup>은 조성상 hydroxyl group이 없는 레진에서 contact angle이 크고 낮은 물 흡수성과 적은 색변화를 보였다고 보고하였다. 레진의 색안정성은 filler함유정도나 중합 방법에 따라서도 영향을 받는다<sup>(79, 80)</sup>. 최근의 연구에서 Ameyne<sup>(58)</sup> filler의 함유량이 많은 재래식 복합레진이 microfill 레진보다 색안정성이 우수한 것으로 보고되고 있다. Ruyter<sup>(70)</sup>는 색안정성에 있어서 filler의 양이 적거나 resin matrix 함유량이 많을수록 색안정성에 나쁜 영향을 미친다고 보고하였다. 그러나 Power등<sup>(69)</sup>은 레진을 증류수에 장시간 보관하여 관찰한 결과 재래식 복합레진에 비해 microfill 레진이 색안정성이 우수하며 이것은 resin matrix 침식과 filler 입자의 노출이 재래식 복합레진에서 더 잘 일어나기 때문이라고 보고하였다.

레진 전장 금관은 근본적으로 자연치의 색상이나 투명도를 완전히 재현해 낼 수 없는 한계를 가지고 있다. 그 이유는 내면에 자연치아와는 색상이 상이한 금속 구조물이 존재하고 레진 자체도 자연치아와는 그 재료나 구조상의 상이점이 있기 때문이다. 레진 전장 금관(resin veneered metal crown)은 구강내의 제거능에 적합한 강도와 자연치아와 유사한 심미성을 함께 갖추어야 한다. 이를 위해 강도와 정밀성을 위한 내부의 금속 구조체와 그 외면에 자연치아와 같은 색조의 레진을 전장시키는 구조로 설계된다.

전장용 주조 금관의 제작에 사용되는 합금은 크게 금합금, Pd-Ag합금 및 Ni-Cr합금으로 대별된다. 이들 치과 주조용 합금 중에서 주조성, 강도, 연성, 부식 저항성 및 색상에 있어서 금합금이 가장 이상적이며 따라서 임상에서 가장 많이 사용되고 있다. 근래에 비싼 금합금을 대체하고자 치과주조용으로 Pd-Ag나 Ni-Cr합금이 개발되어 주조성, 강도, 부식 저항성 등에 있어서 금합금을 대신할 수 있는 물리적 성질의 개선이 있었다. 그러나 Pd-Ag나 Ni-Cr합금은 그 색상

이 은빛을 내기 때문에 전치부 전장주조관으로 사용될 때 치경부에서 치은과 금속의 색조가 대비되어 심미적 문제점을 야기한다. 이를 해결하기 위하여 도재전장주조관의 경우 colloidal gold로 구성된 gold metal conditioner를 도포하거나, 금 전착(gold electrodeposit)의 영향에 대한 연구<sup>(26, 27)</sup>가 있으나 레진 전장 주조관의 경우 이에 관한 연구가 희귀한 실정이다.

인간의 눈으로 감지할 수 있는 빛의 파장은 380-780nm에 해당하며 이를 가시광선 영역이라 한다. 물체의 색은 어떤 광원에서 나온 빛이 물체에 조사될 때 물체의 표면을 구성하는 화학물질에 의해 투과, 반사, 산란, 흡수됨으로써 본래 광선의 파장에 따른 빛의 세기의 분포 즉, 분광분포가 변화하여 그 빛의 눈의 망막에 도달하고 자극이 발생하여 이 자극이 시신경을 통해 대뇌에 전달되어 색감을 일으키거나 측정기의 감광소자에 도달하여 색감을 측정하게 된다<sup>(81, 82)</sup>.

물체 색의 측정에는 시각적 색 측정법과 물체의 3 자극치를 직접 측정하는 자극치 직독방법이나 분광학적 특성을 측정하는 분광 측색 방법의 기기적인 측정 방법이 있다<sup>(83-89)</sup>. 시각적인 색 측정의 대표적인 방법은 Musell system(81, 82)은 색을 시각적 인지의 원칙에 의해 표현하며 색의 3가지 속성인 색의 종류, 밝기의 정도, 색의 진한 정도 등을 나타내는 색상, 명도, 채도를 표시하는 방법으로 시각적 색판정의 3가지 큰 단점은 첫째, 색도도에서 사용되는 색의 범위가 부적당할 뿐만 아니라 색조가 논리적으로 분포되어 있지 않으며<sup>(43)</sup> 둘째, 치아 색을 조화시키는데 치과 의사 간이나 그자체에서 일치성이 없고<sup>(90, 91)</sup>, 마지막으로 어떤색을 Munsell system으로 표시할 때는 CIE색규격으로 정확히 변환하기가 불가능하다는 것이다<sup>(92)</sup>. 여러 문헌에서 색을 3자극 색체 측정계를 이용하여 X, Y, Z나 L\*, a\*, b\*를 측정하였으나 이를 다시 Munsell의 색상, 명도, 채도를 환산하여 통계적 처리를 함으로써 CIE XYZ color space나 CIE L\*, a\*, b\* color space에서 균등한 분포를 보이지 않기 때문이다. Munsell의 색상, 명도, 채도만으로는 색조변화의 정확한 분석이 불가능하므로 통계적 평가나 검증은 큰 의의가 없다고

본다<sup>(93)</sup>. 기계를 이용하는 방법으로는 분광 측정기를 이용하여 분광 반사율 또는 분광 투과율을 측정하여 이를 색채계 표시로 전환하여 얻는 방법과 3자극 색채 측정계를 이용하여 물체에 국제 조명 위원회 (Commission Internationale de l'Éclairage : CIE)에서 규정한 표준광원을 조사시켜서 반사광을 3개의 여과기로 분석 수치로 표시하는 방법이 있다.

3자극 색채 측정이란 CIE의 기계적 측정 방법으로 3 자극치가 숫자적 좌표로 변환되어 물체의 색이 표현된다. CIE XYZ system의 기본적인 개념은 모든 색은 3종의 주광원(X, Y, Z)을 상대적 특정 비율로 혼합함으로써 만들어질 수 있다는 것이다. 이 표색계는 1931년 결정되었으며 각 표색계의 기초가 되었다. 여기서 3 자극치란 적색, 녹색, 청색의 주어진 3원색을 더하여 어떤 색 또는 빛을 만드는데 필요한 삼원색의 각 양을 말하며 광원에 대한 적색, 녹색, 청색의 평균 반사율의 해당량을 각각 X, Y, Z로 나타낸다<sup>(81)</sup>. L\*, a\*, b\*system은 색 공간 좌표계로서 다음과 같은 공식에 X, Y, Z값을 대입하여 L\*, a\*, b\*값을 구한다.  $L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$ ,  $a^* = 500(X/X_n)^{1/3}$ ,  $b^* = 200(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}$ 이며 L\*값은 색의 밝기를 나타내는 정도를 나타내는 지수로서 0-100까지이며, a\*, b\*는 채도를 나타내는 지수로서 a\*는 적색-녹색정도를 나타내며-60부터 80까지로서(+)이면 red-purple, (-)이면 blue-green, b\*는 황색-청색 정도를 나타내며-80부터 60까지로서(+)이면 yellow, (-)이면 purple-blue색을 나타낸다<sup>(93, 94)</sup>. 또한 채도가 높은 것일수록 색상환의 중심으로부터 떨어진 곳에 위치한다. 표색에 있어서도 물체의 색을 표시하는 현색계(color appearance system)와 혼합계(color mixing system)가 있는데, 전자에는 색채에 고유번호를 정해두고 물체의 색을 그것과 비교하여 표시하는 Munsell, Ostwald 표색법이 있고 후자에는 CIE표준 표색계가 있다<sup>(81)</sup>. CIE표색계는 W.D.Wright의 R&B표색계<sup>(95)</sup>를 근거로 하여 1931년에 CIE XYZ표색계(표준 2도 시야), 1964년에 CIE XYZ 표색계(보조 표준 10도 시야), 1976년에 CIE L\*, a\*, b\*표색계로 변천되어 왔다<sup>(84, 96)</sup>. CIE L\*, a\*, b\*표색계가 보편적으로 사용되는데 Seghi등<sup>(41)</sup>도 CIE

L\*, a\*, b\*표색계가 치의학 분야에 사용하기에 충분한 uniform color space를 가지고 있다고 보고하였다. 현재 미국 표준국에서 제정한 NBS 단위도 에 근거를 두고 있다<sup>(81)</sup>. 따라서 본 실험에서도 표색은 CIE L\*, a\*, b\* 표색계를 사용하였다.

본 실험에 사용된 측색 색차계는 3자극 색채 측정계로 시편에 수직되게 조명되는 광원에 의해 시편에서 45도 방향으로 반사되는 3 자극치를 2도 시야 관측자의 원리를 사용하여 측색한다<sup>(97, 98)</sup>. 측색색차계에 사용되는 광원은 가시 영역에 있어서 모든 파장의 빛이 고른 분포를 갖는 즉, color rendering index가 100에 가까운 A나 C 혹은 D65광원을 선택하는 것이 좋은데 이중 가장 많이 사용되는 C광원을 사용하였다<sup>(81)</sup>. 표준 C광원이란 흐린 날 낮의 평균 햇빛 광원에 해당하는 상대적 색온도가 약 6740°K인 광원으로 상대적 색온도가 2856°K인 가스봉입형 텅스텐 코일 백열전구와 액체필터를 사용하여 인공적으로 재현시킨다<sup>(82)</sup>.

측색 색차계를 사용하는 경우 빠른 시간 내에 측정할 수 있고 간단한 조작으로 L\*, a\*, b\*값 및 색차를 알 수 있고 재현성에 있어서 우수하여 색차가 적은 시편의 측색에는 오히려 유리하다는 장점이 있으나 관측자의 광학적 설계에 따른 오차가 수반될 수 있고 표준 광원중 C광원으로 근사시켰으므로 조건등색 현상을 극복하지 못하는 단점이 있다. 조건등색이란 한 광원 하에서 같은 색으로 보이던 두 물체가 광원을 달리하는 경우에 색이 달리 보이는 현상을 말하며 이는 두 물체간의 광학적 성질의 차이로 인해 분광 반사율 분포가 다르기 때문이다. 그래서 모든 파장의 빛이 고른 분포를 갖는 표준광원을 사용하는 것과 시편의 표면 조건을 균일하게 처리하는 것이 중요하다. 이러한 측색 색차계의 부정확성에 대하여는 O'Brien등<sup>(99)</sup>이 주장한 바 있으며, 그 원인으로는 광전 색차계에서는 물체에 의해 반사된 빛을 3개 내지 4개의 filter를 교대로 사용하여 3자극치를 측정하는데 그 filter의 정확성에 한계가 있기 때문이다. 측색 색차계는 명도가 낮거나 채도가 클수록 측정치의 오차가 크므로 측색시 절대치로 사용하기가 곤란하고 광원이 제한되어 있고 2도 시야에서만 측정이 가능하다. 조건등색 현상을 극복하기

위해서는 물체 색의 3자극치를 계산하는 경우에 사용되는 측색용 광원 가운데 전 가시영역(380-780nm)을 나타낼 수 있는 CIE표준 광원인 A, D<sub>65</sub>, C하에서 각각의 피장에 따른 분광 반사율을 측정, 색차를 비교한 분광 측광기를 이용하는 것이 더 정확하리라 사료된다<sup>(100)</sup>.

측색 색차계<sup>(85-88)</sup>와 분광 측광기<sup>(41, 42, 49)</sup>를 이용하여 자연치나 도재의 색조를 측정하고 분석한 많은 문헌들이 있는데 Goodkind등<sup>(85)</sup>은 분광측광기가 우수하다고 하였으나 Seghi등<sup>(101)</sup>은 측색 색차계와 분광 측광기각 서로 비슷한 결과를 보였다고 보고한 바 있다. 그러나 어느 측정기든 이용하는 측정기가 수용가능한 크기의 시편을 제작하여 간섭 현상을 피하는 것이 가장 중요하다<sup>(93)</sup>. Sproull<sup>(44, 102, 103)</sup>과 Saleski<sup>(104)</sup>는 색조가 관찰자, 물체, 광원에 따라 달라질 수 있다고 하였으나 본 실험에서는 측색 색차계를 표준관찰자로, 광원은 CIE 표준 C광원을 이용하였으므로 금속과 레진 시편만의 변화 양상을 비교할 수 있었다.

두 색조간의 색차( $\Delta E^*ab$ )는  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  색공간 좌표상의 거리, 즉 다음의 공식에 의해 산출된다.  $\Delta E^*ab = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$ .

$\Delta E^*ab$ 가 1이하이면 관측자의 50%가 색이 일치하는 것으로 인정<sup>(72)</sup>되며 Gross와 Moser<sup>(106)</sup>는  $\Delta E^*ab$ 가 8-13이상이면 현저한 색차로 인지된다고 하였다. 치과 수복재의 색 변화를 육안으로 평가할 때  $\Delta E^*ab$  1.0과 3.3. 수치는 중요한 의미를 갖는다.  $\Delta E^*ab$  3.3은 허용 상한선(upper limit of acceptability)이며  $\Delta E^*ab$  1은 색의 변화를 인식할 수 있는 수치라고 하였다<sup>(70)</sup>. 또한 미국 국가표준국(NBS : National Bureau of Standard unit)에서는 NBS 단위를 써서 색차의 표현을 색차의 감각적 표현으로 해석해서 NBS 단위가 0-0.5이면 미약(trace)하고 0.5-1.5는 근소(silght)하며, 1.5-3.0은 눈에 띈 정도(noticeable)이며, 3.0-6.0은 감지할 정도(appreciable), 6.0-12.0은 많고(much), 12.0이상이면 매우 많다고(very much) 표현하였다<sup>(81)</sup>. 본 실험에서도 색차의 평가에는 이중 가장 권위가 있는 NBS 단위를 위주로 하여 평가하였다.

본 실험에서 귀금속과 비귀금속 및 준비귀금속간에

그리고 금전착한 경우와 금전착하지 않은 금속 사이에는 명도 지수인  $L^*$ 값뿐만 아니라 채도 지수인  $a^*$ 값,  $b^*$ 값에 현저한 차이를 보여 매우 큰 색차를 나타냈다. 치과용 귀금속 보다 금전착한 Gsem군과 Gbas군이  $a^*$ ,  $b^*$ 값이 더커서 순금의 색이 더 선명하였고 치은의 색상과 더 조화를 이룰 수 있을 것으로 사료된다. 준귀금속시편 Semi군과, 비귀금속시편 Gbas군에서  $a^*$ ,  $b^*$ 값의 채도지수가 비슷하였다(Table 3, 5, 6).

조와 양<sup>(106)</sup>의 연구에 의하면 레진의 경우에는 opaque의 두께 차이가  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 값에 영향을 미치지 못했고 레진 전장관을 이용하여 치아를 수복할 경우 내부 금속관을 귀금속 합금으로 제작하여야 색안정성이 있다고 보고하였다. 본 실험에서 레진이 전장된 금전착한 준귀금속시편 과, 비귀금속시편 Gbas군과 귀금속시편 PreR군간의  $\Delta E^*ab$  값이 2.68과 2.22로 작은 색차를 나타내었다. 레진이 전장된 금전착한 준귀금속시편Gsem군, 비귀금속시편 Gbas군의  $a^*$ 값과  $b^*$ 값 등의 채도지수가 귀금속 시편 PreR군보다 증가하여 미세한 황, 적색의 편위를 보였다. 이는 귀금속을 사용하지 않고도 준귀금속이나 비귀금속을 전치부 전장주교관의 metal coping으로 사용될 때 금전착을 함으로써 치정부에서 치은과 색조를 조화시킴으로써 임상에서 심미적 잇점을 증진시키면서 수복하여 줄 수 있음을 시사한다.

본 연구 결과를 치의학 임상 보철분야에 활용하면 비귀금속을 이용하여서도 심미 보철의 좋은 예후를 기대할 수 있게 되고 자연치아치질의 삭제를 최소로 하면서 심미적 결과를 동시에 얻을 수 있는 레진 전장금관의 이상적인 설계를 할 수 있게 되리라 기대한다. 그러나 이러한 실험 결과를 임상에 적용하기 위하여서는 추후에 금전착된 비귀금속 합금과 전장레진간의 결합강도에 대한 실험이 수행되어 금전착에 의해 결합강도의 저하가 발생하지 않는지 확인하여야 한다고 사료된다.

## V. 결론

본 연구에서는 동일한 색조의 레진으로 전장한 금속의 색조를 측정하기 위하여 다음과 같이 총 10군으로 하여 시편을 제작하였다.

Prec군 : 금전착하지 않은 귀금속 합금

Semi군 : 금전착하지 않은 준귀금속 합금

Base군 : 금전착하지 않은 비귀금속 합금

Gsem군 : 금전착하지 않은 준귀금속 합금

Gbas군 : 금전착한 비귀금속 합금

PreR군 : 금전착하지 않은 귀금속 합금 위에 전장된 레진

SemR군 : 금전착한 준귀금속 합금 위에 전장된 레진

GsemR군 : 금전착한 준귀금속 합금 위에 전장된 레진

BasR군 : 금전착하지 않은 비귀금속 합금 위에 전장된 레진

GbasR군 : 금전착한 비귀금속 합금 위에 전장된 레진

CIE L\*a\*b\* system으로 색채를 평가하는 측색 차계를 이용하여 합금의 종류와 금전착의 효과 및 레진 전장에 따른 색조를 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 귀금속은 비귀금속, 준귀금속 및 이들의 금전착한 군과 비교시 명도 지수인 L\*값 뿐만 아니라 채도 지수인 a\*값, b\*값에 현저한 차이를 보여 매우 큰 색차를 나타냈다.
2. 준귀금속 시편 Semi군과, 비귀금속 시편 Base군간의 색차는 근소하였고, 금전착한 준귀금속 시편 Gsem군과, 비귀금속 시편 Gbas군에서 a\*, b\*값의 채도지수가 비슷하였다.
3. 레진이 전장된 금전착 준귀금속 시편(GsemR군)과, 비귀금속 시편(GbasR군)간에는 명도지수 L\*값뿐만 아니라 채도지수인 a\*값이 비슷하여  $\Delta E^*_{ab}$ 값이 0.58로 색차가 미소하였다.

4. 레진이 전장된 금전착한 준귀금속 시편 GsemR군, 비귀금속 시편 GbasR군의 a\*값 등의 채도지수가 귀금속 시편 PreR군보다 증가하여 미세한 황, 적색의 편위를 보였다.
5. 금 전착하지 않은 준귀금속 시편 SemR군, 준귀금속 BasR군과 귀금속 레진 전장 시편 PreR군간의  $\Delta E^*_{ab}$  값이 3.24와 2.69이었으나, 금전착 후에는(GsemR군 GbasR군) 귀금속 시편 PreR군간의  $\Delta E^*_{ab}$ 값이 2.68과 2.22로 감소하여 작은 색차를 나타냈다.

이상의 결과로 볼 때 준귀금속이나 비귀금속이 전치부 전장 구조관의 metal coping 으로 사용될 때, 금전착을 하면 치경부에서 치은과 색조가 조화되기 때문에 임상 적용시 심미적 잇점을 얻으면서 수복할 수 있음을 시사한다.

## 참고문헌

1. Phillips, R. W. : Skinner's science of dental materials, 9th ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia, 1991.
2. Berge M : Properties of prosthetic re-sin-veneer materials processed in commercial laboratories. Dent Mater 5 : 77, 1989.
3. Jones MR, Goodacre CJ, Moore BK, Ky-kema RW : A comparison of the physical properties of four prosthetic veneering materials. J Prosthet Dent 61 : 38, 1989.
4. Barzilay I, Mayers ML, Cooper LB, Graser GN : Mechanical and chemical retention of laboratory cured composite to metal surfaces. J Prosthet Dent 59 : 131, 1988.
5. Tanaka T, Nagata K, Takeyama M, Atsuta M, Nakabayashi N, Masuhara E : 4-Meta opaque resin-A new resin strongly adhesive to nickel-chromium alloy. J Dent Res 60 : 1697,

- 1981.
6. Shue S-L, Nicholls JI, Townsend JD : The effect of metal retentive designs on resin veneer retention. *J Prosthet dent* 58 : 297, 1987.
  7. Matsumura H, Kawahara M, Tanaka T, Atsuta M : Surface preparations for metal frameworks of composite resin veneered prostheses made with an adhesive opaque resin. *J Prosthet Dent* 66 : 10, 1991.
  8. Musil R, Tiller H-J : die molekulare Kopplung der Kunststoff-Verblendung an die legierungsoberfläche. *Dental-labor XXX II*, Heft : 1155, 1984.
  9. Jones RM, Moore BK, Goodacre CJ, Mu-noz-Viveros CA : Microleakage and shearbond strength of resin and porcelain veneers bonded to cast alloys. *J Prosthet Dent* 65 : 221, 1991.
  10. Hansson O : The Silicoater technique for resin-bonded prostheses : clinical and laboratory procedures. *Quint Int* 20 : 85, 1989.
  11. Taleghani M, Leinfelder KF, Taleghani AM : An alternative to cast etched retainers. *J Prosthet Dent* 58 : 424, 1987.
  12. LaBarre EE, Ward HE : An alternative resin-bonded restoration. *J Prosthet Dent* 52 : 247, 1984.
  13. Peutzfeldt A, Asmussen E : Silicoating : evaluation of a new method of bonding composite resin to metal. *Scand J Dent Res* 96 : 171, 1988.
  14. Livaditis GJ : A chemical etching system for creating micromechanical retention in resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 56 : 181, 1986.
  15. El-sherif MH, El-Messery A, Halhoul MN : The effects of alloy surface treatments and resins on the retention of resin-bonded retainers. *J Prosthet dent* 65 : 782, 1991.
  16. Wiltshire WA : Tensile bond strengths of various alloy surface treatments for resin-bonded bridges. *Quintessence Dent Technol* 10 : 227, 1986.
  17. Hanson GH, Gibbon WM, Shimizu H : Bonding bases coated with porous metal powder : A comparison with foil mesh. *Am J Ortho* 83 : 1, 1933.
  18. Stokes AN, Tidmarsh BG : Porous metal coating—a microretentive alternative to etched metal prostheses. *Quintessence Int* 18 : 675, 1987.
  19. 熱田, 化村 典之, 大竹 博明 : 質しジソの。歯樂出機株式会社, 東京, 1987.
  20. Yamashita A : A dental adhesive and its clinical applications. Quintessence Publishing Co., Tokyo, 1983.
  21. Masuhara E : A new 4-META adhesive resin. *Dent outlook* 59 : 661, 1982.
  22. Yamashita A : The clinical application of new adhesive resin to adhesion bridge. *Dent outlook* 59 : 671, 1982.
  23. Creugers NHJ, Welle PR, Vrijhoef MMA : Four bonding systems for resin-retained cast metal prostheses. *Dent Mater* 4 : 85, 1988.
  24. Naegli DG, Duke ES, Schwartz R, Norling BK : Adhesive bonding of composites to a casting alloy. *J Prosthet Dent* 60 : 279, 1988.
  25. McLean, J. W. : The science and art of dental ceramics, vol I & II, Chicago, Quintessence publishing Co, Inc., 1980.
  26. Anusavice, K. J. : Noble metal alloys for metal-ceramic restorations, *Dent. Clin. North Am.*, 29 : 789, 1985.
  27. 유재민, 조혜원, 동진근 : 팔라듐-은 합금의 금 전착이 도재의 색조에 주는 영향에 관한 연구—대한 치과 보철학회지, 29 : 111, 1991.
  28. 熱田, 松村英, 永野清可 : 質しゾソな生がす, 別冊 :

- 質 しゾソの世界, 東京, クィソキシテンス出版株式  
會社, p155, 1989.
29. Crispin, B. J., Seghi, R. R., Globe, H. : Ef-fect of different metal ceramic alloys on the color of opaque and dentin porcelain, J. Prosthet. Dent., 65 : 351, 1991.
  30. Brewer, J. D., Akers, C. K., Garlapo, D. A., Sorensen, S. E. : Spectrometric analysis of the influence of the influence of metal substrates on the color of metal-ceramic restorations, J. Dent. Res., 64 : 74, 1985.
  31. 김광남, 조성암 : 비귀금속 산화물이 치과용 합금과 도재의 화학적 결합에 미치는 영향. 대한치과보철학회지, 25 : 317, 1987.
  32. Bell, A. M., Kurzeja, R.M., Gamberg, M.G. : Ceramometal crowns and bridges, Dent. Clin. North Am., 29 : 736, 1985.
  33. Yamamoto, M. : Metal-ceramics, Quintes-sence Publishing Co., 1985, p.483.
  34. Barghi, N. : Color and glaze : effect of re-peating firing, J. Prosthet. Dent., 47 : 393, 1982.
  35. Barghi, N., Lorenzana, R. E. : Optimum thickness of opaque and body porcelain, J. Prosthet. Dent., 48 : 429, 1987.
  36. Jorgenson, M. w., Goodkind, R. J. : Spect-rophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness and repeated firing, J. Prosthet, Dent., 42 : 96, 1979.
  37. Brodbelt, P. H. O'Brien, J. O., Fan, P. L. : Translucencys of dental porcelain, J. Dent. Res., 59 : 70, 1980.
  38. Obregon, A., Goodkind, R. J. Schwabacher, W. B. : Effect of opaque and porcelain surface texture on the color of ceramonmetal restoration, J. Prostet. Dent., 49 : 63, 1983.
  39. Lund, P. S., Aquilino, S.A., dixon, D. L. : Evaluation of the color and appearance of a new textured opaque porcelain, Int. J. Prosthet., 4 : 548, 1991.
  40. Lund, T. W., schwabacher, W. B., Good-kind, R. J. : Spectrophotometric study of the relationship between body porelain color and applied metallic oxide pigments, J. Prosthet. Dent., 53 : 790, 1985.
  41. Seghi, R. R., Johnston, W. M., O'Brien, W. J. : Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain system, J. Prosthet. Dent., 56 : 35, 1986.
  42. 백성기, 장완식, 양재호, 이선형 : 도재 전장 구조관 에 사용되는 도재의 색차에 관한 실험적 연구. 대한 치과 보철학회지, 25 : 41, 1987.
  43. Seluk, L. W., La Londe, T. D. : Esthetics and communication with a custom shade guide, Dent. Clin. Nor. Am.,, 29 : 741, 1985.
  44. Sproull, R. C. : Color matching in dentis-try Part II Practical applications of the organization of color, J. Prosthet. Dent., 29 : 556, 1973.
  45. Sorensen, J. A., Torres, T. J. : Improved color matching of metal-ceramic restorations. Part I : a systemic method for shade determination, J. Prosthet. Dent., 58 : 133, 1987.
  46. Sorensen, J. A., Torres, T. J. : Improved color matching of metal-ceramic restorations. Part II : procedures for visual com-munication. J. Prosthet. Dent., 58 : 669, 1987.
  47. Sorensen, J. A., Torres, T. J. : Improved color matching of metal-ceramic restorations. Part III : innovations in porcelain application, J. Prosthet. Dent., 59 : 1, 1988.
  48. 양홍서 : 도재 전장관의 심미성, 대한 치과 보철학회 지, 26 : 7, 1988.
  49. Ecker, G. A., Moser, J. B. : Visual and ins-trumental discrination steps between two adjacent porcelain shades, J. Prosthet. Dent.,

- 58 : 286, 1987.
50. 백은주, 배태성, 송광엽, 박찬운 : 도재 수복물의 표면 침색시 온도에 따른 색조 안정성과 표면 조도의 평가, 대한 치과보철학회지, 29 : 87, 1991.
  51. Lund, P.S., Piotrowski, T. J. : Color changes of porcelain surface colorant resulting from firing, *Int. J. Prosthet.*, 5 : 22, 1992.
  52. Crispin, B. J., Hewlett, E., Seghi, R. : Relative color stability of ceramic stains subjected to glazing temperatures, *J. Prosthet. Dent.*, 66 : 20, 1991.
  53. Mulla, F. A., Weiner, S. : Effects of temperature on color stability of porcelain stains, *J. Prosthet. Dent.*, 65 : 507, 1991.
  54. Baghi, N., Bosch, R. R. : Effects of batch variation on shade of dental porcelain, *J. Prosthet. Dent.*, 54 : 625, 1985.
  55. 이명호, 전영찬 : 내부 금속관 형태에 따른 도재 전장 금관의 파절 강도와 도재 색조에 관한 연구, 대한 치과 보철학회지, 30 : 103, 1992.
  56. Crispin, B. J., Okamoto, S. K., Globe, H. : Effect of porcelain crown substructures on visually perceivable value, *J. Prosthet. Dent.*, 66 : 209, 1991.
  57. Oysaed, H., Ruyter, I. E. : Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth, *J. Dent. Res.*, 65 : 1315, 1986.
  58. Ameye, C., Lambrechts, P., Vanherle, G. : conventional and microfilled composite resins Part I : Color stability and margin adaptation, *J. Prosthet. Dent.*, 46 : 623, 1981.
  59. Crispin, B. J., Caputo, A. A. : Color stability of temporary restorative materials, *J. Prosthet. Dent.*, 42 : 27, 1979.
  60. Venz, S., Vntonuci, J. M. : Effect of photoinitiators on curing and discoloration of composites, *Dent. Mater.*, 4 : 244, 1987.
  61. Phillips, R. W., et al. : One-year observations on a composite resin for class restorations, *J. Prostet. Dent.*, 26 : 68, 1971.
  62. Yaman, P., Razzoog, M. E., Brandau, H. E. : Color stability of provisional restorations, *J. Oral Rehabil.*, 9 : 431, 1981.
  63. Hayashi, H., et al. : In vitro study of discoloration of composite resins, *J. Prosthet. Dent.*, 32 : 66, 1974.
  64. Wendt, S. L. : The effect of heat used as secondary cure upon the physical properties of three composite resins. wear, hardness and color stability, *Quint. Int.*, 18 : 351, 1987.
  65. Dodge, W. W., Dale, R. A., Cooley, R. L., Duke, E. S. : Comparison of wet and dry finishing of resin composites with aluminum oxide discs, *Dent. Mater.*, 7 : 18, 1991.
  66. Hachiya, Y., Iwaku, M., Hosoda, H., Fusayama, T. : Relation of finish to discoloration of composite resins, *J. Prosthet. Dent.*, 52 : 811, 1984.
  67. Monaghan, P., Lim, E., Lautenschlager E. : Effects of home bleaching preparations on composite resin color, *J. Prosthet. Dent.*, 68 : 575, 1992.
  68. Monaghan, P., Trowbridge, T., Lautenschlager E. : composite resin color change after vital tooth bleaching, *J. Prosthet. Dent.*, 67 : 778, 1992.
  69. Powers, J. M., dennison, J. B., Koran, A. : Color stability of restorative resins under accelerated aging, *J. Dent. Res.*, 57 : 964, 1978.
  70. Ruyter, I. E., Nilner, K., Moller, B. : Color stability of dental composite resin material for crown and bridge veneers, *Dent. Mater.*, 3 : 246, 1987.
  71. 신미란, 조혜원, 진태호 : 도재 수복용 복합레진의 색 안정성에 관한 연구, 대한 치과보철학회지, 29 : 171, 1991.
  72. 이영식, 문병순, 최호영, 박상진 : Composite resin

- 충전재의 변색요소에 관한 연구, 경희치대 논문집, 7 : 97, 1985.
73. 엄정문, Ruyter, I. E. : Staining for resin-based veneering materials with coffee and tea, Quint. Int., 22 : 377, 1991.
74. Reptis, C. N., et al. : Staining of composite resins by cigarette smoke, J. Oral Rehabil, 9 : 367, 1982.
75. Wozniak, W. T., et al. : Photographic assessment of colour changes in cold and heat curing resins, J. Oral Rehabil, 8 : 333, 1981.
76. Nordbo, H., Attramadal, A., Eriksen, H. M. : Iron discoloration of acrylic resin exposed to chlorhexidine or tannic acid, J. Prosthet. Dent., 49 : 126, 1983.
77. Khokhar, Z. A., Razzoog, M. E., Yaman, P. : Color stability of restorative resins, Quint. Int., 22 : 733, 1991.
78. Satou, N., Khan, A. M., Matsumae, I., Sa-tou, J., shintani, H. : In vitro color change of composite-based resin, Dent Mater, 5 : 384, 1989.
79. Ruyter, I. E., Svendsen, S. A. : Remaining methacrylate groups in composite restorative materials, Acta Odontol Scand, 36 : 75, 1978.
80. 이채경, 허복 : 가시광선의 파장과 강도가 광중합형 복합레진의 경화에 미치는 영향, 대한 치과 보존학회지, 14 : 149, 1989.
81. 김공주 : 색채 과학, 제2판, 대광서림, 1986, p.18.
82. 박도양 : 실용 색채학, 제2판, 이우 출판사, 1989, p.99.
83. 한국 공업 규격 KS A 0066 : 물체 색의 측정 방법.
84. 한국 공업 규격 KS A 0066 : X Y Z색 표시계 및 X Y Z색 표시계에 따른 색의 표시 방법.
85. Goodkind, R. J., Keenan, K. M., Schwba-cher, W. B. : A comparison and spectro-photometric color measurements of 100 natural teeth, J. Prosthet. Dent., 53 : 105, 1985.
86. Shaffer, V. B., Jones, D. W. : The influence of porcelain powder blending on color, J. Prosthet. Dent., 60 : 425, 1988.
87. O'Brien, Johnston, W. M., Fanan, F. : Dou-ble layer color effects in porcelain system, J. Prosthet. Dent., 64 : 940, 1985.
88. 최기열, 김철위 : 분광 분석기를 이용한 치과용 콤포 지트 레진의착색도 측정, 대한 구강 생물학회지, 10 : 135, 1986.
89. Moser, J. B., Woziak, W. J., Muller, J. P., Moore, B. K. : Use of the Munsell system to compute color difference in compsoite resins, J. Dent, Res., 57 : 958, 1978.
90. Culpepper, W. D. : A comparative study of hade matching procedures, J. Prosthet. Dent., 24 : 166, 1979.
91. O'Neal, S. J., Powell, W. D. : Color discrimination and shade matching ability of third year dental student, J. Prosthet. Dent., 63 : 174, 1984.
92. Van Der Burgt, T. P., Ten Bosch, J. J. Bor-sboom, P. c. F., Plsschaert, A. J. M. : A new method for matching tooth colors with color standards, J. Dent. Res., 64 : 837, 1985.
93. 윤수선, 이선형, 양재호, 정현영 : 팔라디움-은 합금에 색조 변화 및 변색 작용에 관한 연구, 대한 치과 보철학회지, 27 : 123, 1989.
94. 측색 색차계 Model TC-6FX 취급 설명서 : 색의 표준호, 동경 전색 주식회사.
95. 김병호 : 유리 공학, 청문각, 1982.
96. 한국 공업 규격 KS A 0067 : L\*a\*b\*표색계 및 L\*u\*v\*표색계에 의한 물체색의 표시방법.
97. 한국 공업 규격 KS A 0065 : 표면색의 비교 방법
98. 한국 공업 규격 KS A 0074 : 측색용 표준광 및 표준광원.
99. O'Brien, W. J., Nelson, D., Lorey, R. E. : The assessment of chroma sensitivity to porcelain pigments, J. Prosthet. Dent, 49 : 63, 1983.
100. 박영섭, 양홍서 : 아크릴릭 레진의 색차에 관한 실험적 연구, 전남치대 논문집, 제1권 제1호, 245,

- 1989.
101. Seghi, R. R., Johnston, W. M., O'Brien, W. J. : The accuracy and precision of two Minolta colorimeters on dental porcelain, *J. Dent. Res.*, 65 : 230, 1986.
  102. Sproull, R. C. : Color matching in dentistry III Color control, *J. Prosthet. Dent.*, 31 : 146, 1974.
  103. Sproull, R. C. : Color matching in dentistry Part I Three dimensional name of color, *J. Prosthet. Dent.* 29 : 416, 1973.
  104. Saleski, C. G. : Color, light shade matching, *J. Prosthet. Dent.*, 28 : 589, 1972.
  105. Gross, M. D., Moser, J. B. : A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins, *J. Oral Rehabil.*, 4 : 311, 1977.
  106. 조신석, 양홍서 : 금속 종류가 전장 레진 및 도재의 색채에 미치는 영향, 대한 치과 보철 학회지, 32 : 9, 1994.

=Abstract=

## **EFFECT OF GOLD ELECTRODEPOSIT OF PD-AG, NI-CR ALLOYS ON THE COLOR OF VENERED RESIN**

**Hong-So Yang, D. D. S., Ph. D.\*, Yeong-Joon Park, D. D. S., Ph. D.\*\***

*Dept. of Prosthodontics\*, Dept. of Dental Materials\*\**

*Chonnam National University*

As the mechanical property of composite resin improved, composite resin has been widely used in esthetic dentistry. In the field of esthetic dentistry, the color of prosthetic material is very important.

The purpose of this study was to evaluate the color difference of specimens, by the types of alloys and gold electrodeposit.

Experimental groups were as follows :

Group Prec : Au-Pt alloy with no gold coating and no resin veneer.

Group Semi : Pd-Ag alloy with no gold coating and no resin veneer.

Group BAsE : Ni-Cr alloy with no gold coating and no resin veneer.

Group Gsem : Pd-Ag alloy with no gold coating and no resin veneer.

Group Gbas : Ni-Cr alloy with no gold coating and no resin veneer.

Group PreR : Resin veneer on the Pd-Ag alloy without gold coating.

Group SemR : Resin veneer on the Pd-Ag alloy without gold coating.

Group GbsR : Resin veneer on the Ni-Cr alloy with gold coating

Group BasR : Resin veneer on the Ni-Cr alloy without gold coating.

In this study, colors of metal surfaces and veneered resins were evaluated by the CIE L\*a\*b system.

The results obtained were as follows :

1. different alloy types and gold coating make the L\*a\*b system.
2. The  $\Delta E^*_{ab}$  value between groups semi and Base was less than 1.5 and there was no a\* and b\* value difference between groups Gsem and Gbas
3. The values of L\* and a\* in groups GsemR and GbasR were so similar that the  $\Delta E^*_{ab}$  value was as small as 0.58.
4. In resin specimens with gold coated semiprecious or base alloys showed yellower and redder deviation than the resin specimens with precious alloy.
5. The  $\Delta E^*_{ab}$  values between groups PreR-GsemR and groups PreR-GbasR were as small as 2.68 and 2.22 respectively.