

## 반복 사용된 IPS Empress ceramic의 물리적 성질에 관한 연구 Part III. 염색저항성에 관한 연구

원광대학교 치과대학 치과보철학교실

진태호 · 송영국

### I. 서 론

산업의 발달과 더불어 사용후 발생하는 폐기물에 대한 처치와 재활용에 관한 관심과 연구가 사회 전반에 걸쳐 행해지고 있으며, 치의학 분야에서도 치과용 재료의 급속한 발달과 더불어 사용된 치과재료에 대한 재활용의 필요성이 점차 대두되고 있다.

치과재료의 재활용에 관한 연구로 Jochen 등<sup>1)</sup>은 재사용된 은-팔라듐합금과 도재의 결합강도에 관하여 연구하였고, Rasmussen와 Doukoudakis<sup>2)</sup>는 재사용된 귀금속합금과 도재와의 결합강도에 관하여 연구하였으며, Reisbick과 Brantley<sup>3)</sup>은 재사용된 저금합금의 기계적인 성질등에 관하여 연구하였다. Martina 등<sup>4)</sup>은 세라믹 브라켓의 재활용 효과에 관하여 보고하였고, Lew 등<sup>5)</sup>은 재활용한 세라믹 브라켓의 전단결합강도에 관하여, Egan 등<sup>6)</sup>은 재사용한 교정용 브라켓의 결합강도에 관하여 연구보고하였다. 또한 Westman<sup>7)</sup>은 아말감의 재활용에 관하여 연구보고하였으며 국내에서는 정 등<sup>8)</sup>의 치과용 합금에 관한 연구와 최근 IPS Empress의 재활용에 관한 진 등<sup>9)</sup>을 비롯한 여러 연구 등<sup>10-12)</sup>이 있어 왔다. 그러나 치과용 합금이나 교정용 브라켓등을 제외한 기타 고가재료의 재활용에 관해서는 그 연구가 미흡한 실정이다.

1990년에 소개된 IPS-Empress system은 단일 치

관, 인레이, 언레이 및 라미네이트 비니어등을 제작할 수 있는 전부도재관 시스템중 한가지로 자연치와 유사한 투명도를 갖고, 심미성이 우수하고 변연 적합성이 뛰어나며, 부가적인 도재 축성과 소성과정 없이 제작과정이 간편하고 색조 선택이 용이하며 치아의 재현성이 높다. 그리고 staining과 glazing firing과정을 통하여 보강재 역할을 하는 백류석(leucite) 양의 증가로 인해 충분한 강도를 지닌 치아 수복물의 제작이 가능하다. 또한 ingot은 미리 색조를 띠고 있으므로 shade guide에 의한 색조선택이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 IPS-Empress system은 높은 가격의 기공장비 및 재료를 요구하므로 이에 따른 환자의 경제적인 부담이 증가되는 단점이 있어 치과보철 영역에서의 사용에 제한을 받는등의 아쉬움이 있는 형편이다

또한 구강내에 존재하는 IPS Empress ceramic을 이용한 전부도재관은 자주 변화하는 구강내 환경에 처하게 되는데 특히 환자가 섭취하는 여러 음식물의 색소등에 의한 염색으로 그 심미성이 감소될 수 있다고 사료된다. 본 연구에서는 재활용된 IPS Empress ceramic의 재활용을 위한 물리적 성질에 관한 제 연구의 일환으로 염색저항성에 관하여 연구하여 재활용의 가능성을 다각적으로 연구함으로써 IPS Empress도재관의 임상적 활용에 도움이 되고자 하였다.

\* 이 연구는 1998년도 원광대학교 교비지원에 의하여 연구되었음.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 시편 제작

두께 1.5mm의 base plate 왁스를 이용하여 직경 10mm의 왁스시편을 20개 제작한후 IPS-Empress system에서 사용되는 staining technique용 매몰재 (Ivoclar Co.)와 plastic ring base, IPS-Empress paper investment ring, investment gauge, ring stabilizer 을 사용하여 진공매몰하였으며 제조회사의 지시에 따라 소환하였다.

TC1의 ingot을 사용하고 IPS-Empress system의 Pressing furnace (Ep500, Ivoclar Co.)를 이용하여 pressing하였으며 pressing이 끝난 후 서서히 냉각시킨 다음 Pen-blaster(Shofu Co.Japan)를 이용하여 devesting하였다.

1차 pressing에 의해 시편을 얻은 후 남은 ingot을 이용하여 2차 pressing의 시편16개를 제작하였고 반복하여 3차의 시편 10개를 제작하였다. Pressing 후 서냉시킨다음 Pen-blaster를 이용하여 50~100  $\mu\text{m}$ 의 glass beads로 devesting하였다. Stone point 등을 이용하여 시편을 연마한 후, 각 시편의 표면 거칠기와 두께를 균일하게 하기 위하여 400grit에서부터 1000grit까지의 사포를 이용하여 직경 10mm, 두께 1.5mm의 ceramic시편을 제작하였다.

### 2. 염 색

제작된 시편을 종류별로 증류수로 희석한 중량비 0.05%의 메틸렌블루용액에 담구어 실온에서 24시간 방치함으로 염색을 시행하였다. 수 시간마다 시편이 잠긴 용기를 흔들어줌으로 염색이 골고루 되도록 하였다.

염색이 끝난 뒤 각 시편을 먼저 흐르는 수돗물로 씻은 후 비눗물 용액을 이용 1분동안 초음파세척기로 세척하였고 다시 증류수를 이용하여 10분간 초음파세척하였다.

이를 완전히 건조시킨 후 색측정을 하였다.

### 3. 색측정

측색색차계 (Model Tc-6FX, Denshoku Co.,

Tokyo, Japan)를 이용하여 색측정하였는데 XYZ 필터방식의 CIE표준 C광원을 이용하였으며 측정방법은 2광로교조측정방식에 의한 적분구식 0-45법이 었다. 광학부에 흡광통을 놓고 영점조정을 한 후 표준백색판을 놓고 표준조정을 시행하였다( $X=90.19$ ,  $Y=92.16$ ,  $Z=108.26$ ). 영점조정과 표준조정이 끝난 후 시편에 광학부를 밀착시켜 색조측정하여 XYZ치와 색공간 좌표인  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  및  $\Delta E^*$  값을 구하였다.

$L^*$ 은 명도를 나타내며 0부터 100까지의 수로 표시하며  $a^*$ 는 적색 및 녹색정도를 나타내는 지표로 -60부터 80까지의 수로 표시하며 값이 클수록 적색을 값이 작을수록 녹색을 나타낸다.  $b^*$ 는 황색과 청색의 정도를 나타내는 지표로서 그 범위는 -80부터 60까지이며 값이 클수록 황색을 값이 작을수록 청색을 나타낸다.

염색저항성을 측정하기 위하여 염색전.후의 각 시편의 색측정을 시행하였는데 원형의 시편 중앙에 광학부의 중심이 오도록 하고 동일한 부위를 반복 측정하도록 하여 각 시편에서의 염색 전.후의  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 값을 측정하여 그 차이값인  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ 를 구하였고 이를 이용 다음공식에 의하여  $\Delta E$ 값을 환산하였다.

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

### 4. 통계처리

염색 전후의 각각의 변화량을 측정하고 이를 이용하여 평균치와 표준편차를 구한후 one way ANOVA test와 t-test로 검증하여 변화량간의 차이를 구하였다

## III. 연구성적

Table 1 에서와 같이 염색전, 후 모든 경우에서 시편간 변화를 보였는데  $\Delta L^*$ 의 경우 1, 2차 pressing 시 양의 방향으로의 변화를 보였고 2차 pressing의 경우 0.35의 증가된 변화를 보여 1차의 경우에서 보다 크게 나타났으며 3차 pressing한 경우는 음의 방향으로 변화하는 한편 변화량이 0.70을 보임으로 가장 큰 변화를 보였다(Fig. 1).

$\Delta a^*$  값의 변화는 1차 pressing시 음의 방향으로 변

Table 1. Mean difference before and after staining.

Used frequency	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E$
1	0.07 (0.14)	-18.41 (0.28)	-0.82 (0.07)	18.43 (0.28)
2	0.35 (0.09)	19.30 (0.40)	-0.91 (0.08)	19.33 (0.40)
3	-0.70 (0.45)	19.90 (0.33)	-0.089 (0.09)	19.93 (0.33)
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Pressing	3rd	1st
1st	*	
2nd	*	*

\*: P<0.05

Fig. 1. Comparison of change in  $\Delta L^*$ .

Pressing	1st	2nd
2nd	*	
3rd	*	*

\*: P<0.05

Fig. 2. Comparison of change in  $\Delta a^*$ .

Pressing	1st	2nd
3rd	NS	
1st	*	*

\*: P<0.05

Fig. 3. Comparison of change in  $\Delta b^*$ .

Pressing	1st	2nd
2nd	*	
3rd	*	*

\*: P<0.05

Fig. 4. Comparison of change in  $\Delta E^*$ .

화하였으며 2, 3차 pressing시는 양의 방향으로의 변화를 보였고 변화량은 3차 pressing한 경우에서 19.90으로 가장 크게 변화하였다(Table 1, Fig. 2)

$\Delta b^*$  값의 변화는 모든 경우에서 음의 방향으로 변화하였으며 1차 pressing한 경우에서 0.82로 가장 적

게 나타났다(Table 1, Fig. 3).

$\Delta E$  값의 변화는 3차 pressing한 경우에서 19.93으로 가장 크게 변화하였으며 1차pressing의 경우에서 18.43으로 가장 적은 변화를 보였다(Table 1, Fig. 4).

#### IV. 총괄 및 고찰

IPS Empress ceramic의 장점은 기본재료인 세라믹 ingot이 자연치아와 유사한 투명도를 가지며, 개인의 상아질 색상에 맞게 색상화되어 있으며, 반복 채색작업과 치광 외형의 복제가 가능하므로 얻어지는 높은 심미성을 가지며, 높은 압력으로 응축되어 내부구조가 치밀하고 기포가 적어 강도가 높고, 레진시멘트로 치질과 긴밀하게 합착되므로 얻어지는 높은 파절강도와 우수한 변연적합도, 제작의 편의성등을 들 수 있다<sup>12)</sup>.

사용된 IPS Empress ceramic의 재사용 가능성을 알아보기 위한 여러 연구가 있어 왔는데, 송 등<sup>10)</sup>은 재사용된 IPS Empress ceramic의 pressing accuracy에 관하여 연구한 결과 3회 반복 사용한 IPS Empress ceramic에서 모두 95%이상의 pressing accuracy를 보임으로 반복사용의 가능성을 제시하였다. 진과 박<sup>9)</sup>은 반복사용된 IPS Empress ceramic의 색안정성에 관하여 연구하였으며 반복 사용한 IPS Empress ceramic은 약간의 색변화를 보였으나 미세하여 임상적 사용에는 별 문제가 없을 것으로 보고 하였다. 또한 진과 김<sup>11)</sup>은 반복사용된 IPS Empress ceramic의 굽힘강도연구에서 1차 pressing한 경우나 2, 3차 pressing한 시편의 경우에서 모두 굽힘강도의 차이를 보이지 않았으며 모든 경우에서 110MPa이상의 강도를 보였다고 하였다. 김<sup>12)</sup>은 반복사용된 IPS Empress ceramic의 마모도와 미세구조에 관하

여 연구한 결과 1회 사용한 시편과 2회 사용한 시편 간에는 마모도간의 차이가 없었다고 하였으며 사용 횟수가 증가함에 따라 백류석결정이 잘 분산되었으나 백류석 내부의 미세균열과 유리기질내의 균열이 확산되는 경향을 보였다고 하였다.

인체의 구강내 환경은 자주 변화하며 특히 환자가 섭취하는 여러 음식물의 색소등에 의한 염색으로 구강내 보철물등의 심미성이 감소될 수 있다고 사료되어 본 연구에서는 반복사용된 IPS Empress ceramic의 염색저항성을 연구하기 위하여 시편을 제작하고 이를 0.05% 메칠렌블루 용액에 1일 담근 후 염색 전후의 색변화를 측정하였다.

본 연구에서 1차 pressing시편의 염색전후 색변화량( $\Delta E$ )은 18.43으로, 2차 pressing시편의 경우 19.33, 3차 pressing시편의 색변화량은 19.93으로 나타나 2차 pressing 시편의 경우는 1차 시편의 경우에 비해 0.9의 색변화량 차이를 보였고 3차 시편의 경우는 1.5의 색변화량 차이를 보였다. Goldstein과 Schmit<sup>13)</sup>은  $\Delta E$ 값이 0.4이상이면 숙련된 사람에 의해 색차이를 인식할 수 있다고 하였으며 O'Brien등<sup>14)</sup>은  $\Delta E$ 값이 1이면 양호, 2이면 임상적으로 수용할 만하다고 하였으며 3.7이면 불량하다고 하였다. 그러나 ADA는 2이내의  $\Delta E$ 값을 shade guide를 위한 한계(tolerance)로 하였다<sup>15)</sup>. 이러한 O'Brien 등에 의한 기준이나 ADA기준으로 볼 때 본 연구에서의 색변화는 모두 수용할 만한 것으로 사료된다.

이상에서의 연구에서와 같이 IPS Empress ceramic의 재활용은 그 가능성이 충분하다고 생각되나, IPS-Empress ceramic의 재 사용은 pressing후 ingot의 형태가 처음의 실린더형태와는 다르게 남게 됨으로인해 재차 pressing시 plunger에 맞는 형태대로 바뀌줘야 하는 불편과 남은 조각을 여러개를 이용해야한다는 불편이 있다. 그러나 이러한 불편은 IPS-Empress ceramic을 재활용하여 고가의 재료를 절약할 수 있다는 점에서는 충분히 그 불편을 감수하여 재활용 할수 있으리라 사료되며 향후 충분한 임상적 관찰과 이러한 재활용상의 불편을 해결하기 위한 방법등에 관한 연구가 필요하리라라고 사료된다.

## V. 결 론

본 연구는 심미적으로 우수한 장점을 지닌 IPS

Empress system의 임상적 활용을 돕기 위하여 IPS Empress ceramic의 재활용에 관하여 연구하고자 하였다. 1회, 2회 그리고 3회 반복사용된 IPS Empress ceramic으로 시편을 제작하고 메칠렌블루를 이용하여 염색한 후 염색전후의 색변화에 관하여 연구한 결과 반복사용에따른 염색전후의 색변화량( $\Delta E$ )은 1회 사용시 18.33, 2, 3회 사용시 각각 19.33, 19.93으로 나타나 IPS Empress ceramic의 염색저항성은 반복 사용함에 따라 염색에 대한 저항성이 다소 감소됨을 보였으나 그 차이가 미세하여 재활용이 가능할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. Jochen DG, Caputo AA, Matyas J. Reuse of silver-palladium ceramic metal. *J Prosthet Dent* 1991;65:588-91.
2. Rasmussen ST, Doukoudakis AA. The effect of using recast metal on the bond between porcelain and gold-palladium alloy. *J Prosthet dent* 1986;55:447-452.
3. Reisbick MH, Brantley WA. Mechanical property and microstructural variations for recast low-gold alloy. *Int J Prosthodont* 1995;8:346-350.
4. Martina R, Laino A, Cacciafesta V, Cantiello P. Recycling effects on ceramic brackets: a dimensional, weight and shear bond strength analysis. *Eur J Orthod* 1997;19:629-36.
5. Lew KK, Chew CL, Lee KW. A comparison of shear bond strengths between new and recycled ceramic brackets. *Eur J Orthod* 1991;13:306-10.
6. Egan FR, Alexander SA, Cartwright GE. Bond strength of rebonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:64-70.
7. Westman JF. Recycling amalgam and keeping it simple. *Northwest Dent* 1997;76:19-24.
8. 정금태, 양재호, 이선형, 정현영. 반복구조된 치과용 합금의 피착면 처리방법에 따른 접착성수지와 접착강도에 관한 실험적 연구. *대한치과보*

- 철학회지 1990;28:53-76.
9. 진태호, 박현배. 반복사용된 IPS Empress ceramic의 물리적 성질에 관한 연구. Part I. 색 안정성에 관한 연구. 원광치의학 1997;7:133-8.
  10. 송병권, 박현배, 오상천, 진태호. 재 사용된 IPS Empress ingot의 pressing accuracy에 관한 연구. 대한치과보철학회지 1997;35:357-64.
  11. 진태호, 김희진. 반복사용된 IPS Empress ceramic의 물리적 성질에 관한 연구. Part II. 굽힘강도에 관한 연구. 대한치과보철학회지 1998;36:524-9.
  12. 김상돈. IPS Empress 도재의 반복사용에 따른 마모도와 미세구조에 관한 연구. 석사학위논문 원광대학교 1998학년도.
  13. Goldstein GR, Schmit GW. Repeatability of a specially designed intraoral colorimeter. J Prosthet Dent 1993;69:616-619.
  14. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new small color difference equation for dental shades. J Dent Res 1990;69:1762-1764.
  15. Esquivel JF, Chai J, Wozniak WT. Color stability of low-fusing porcelain for titanium. Int J Prosthodont 1995;8:479-485.

ABSTRACT

**PHYSICAL PROPERTIES OF THE REUSED IPS EMPRESS CERAMIC.  
PART III. STUDY ON THE STAIN RESISTANCE**

Tai-Ho Jin, Young-Kuk Song

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Wonkwang University*

The purpose of this study was to investigate the possibility on recycling of IPS Empress ceramic for the wide use of esthetically pleased IPS-Empress ceramic in clinical prosthodontic treatment.

The specimens were made of first, second, and third pressed IPS Empress ceramic and were immersed in 0.05% methylene blue solution for 24 hours. The amount of color change before and after staining was measured with colorimeter (Model Tc-6Fx, Denshoku Co., Tokyo, Japan).

The change of  $\Delta E$  in first pressed ceramic was 18.33 and those in second and third pressed ceramics were 19.33 and 19.93 respectively.

Although there was statistical difference among them, the differences were minute and acceptable. From the results of this study, the possibility of recycling of IPS Empress ceramic could be suggested.