

## 변연형태에 따른 IPS Empress 도재관의 적합도에 관한 연구

원광대학교 치과대학 치과보철학교실

주태훈 · 오상천 · 동진근

### I. 서 론

도재는 우수한 심미성과 생체 친화성을 가지고 있으나, 낮은 인장 강도 등의 물리적 취약점 때문에 전부 도재관으로 사용하기에는 어려움이 많아 금속이 보강된 금속-도재 수복물이 보편적인 심미적 수복 방법으로 사용되어 왔다. 그러나 이 방법은 도재 소성과정을 거치는 동안 금속하부 구조의 변형이 초래될 수 있고, 이런 현상은 적합도에 영향을 미쳐 보철물의 수명을 짧게 하고 심미적인 문제와 치주질환을 유발하게 되는 단점이 있었다. 또한 금속에 의한 치은 변색이 유발될 수 있고, 특히 금속의 심미적인 단점을 보완하기 위해 사용되는 불투명 도재의 사용은 자연스러운 심미성을 얻는데 한계가 있었다.

이러한 단점을 보완하기 위해 도재만을 이용한 방법들이 소개되기 시작하였는데 1965년에 McLean과 Hughes<sup>1)</sup>는 알루미늄 도재코아를 이용한 방법을 소개하였고 이들은 전통적인 장식 도재 대신에 알루미늄 도재를 사용하였다. 1977년 Adair<sup>2)</sup>는 유리도재를 수복재료로 사용할 수 있다고 제안하였으며 1984년에 Grossman과 함께 주조성 유리도재계(castable glass ceramic system)<sup>3-4)</sup>인 Dicor를 개발하였다. 그리고 1988년 Jeneric/Pentro회사는 도재를 내화 모형재 위에서 직접 축성하는 내화 모형계(refractory die system)<sup>5-6)</sup>인 Optec HSP<sup>7)</sup>를 개발하였고, 1988년 Sadoun<sup>8)</sup>은 유리 침투도재계(glass-infiltration ceramic system)인 In-ceram을 소

개하였다.

이 방법들 중 주조성 유리도재계는 전통적인 왁스소환법으로 내화성 몰드에 용융도재를 주조하여 제작하기 때문에 불투명 도재를 사용하지 않는 장점이 있으나 용해된 유리가 세라믹으로 전환되는 과정(ceramming)에서 부가적인 수축이 일어나 적합도를 떨어뜨리고 여러번에 걸친 착색제의 사용으로 자연감을 떨어뜨리는 문제점이 있고<sup>9)</sup>, 내화성 모형계는 내화모형재 위에서 도재를 직접 축성하여 소성하기 때문에 특수한 장비가 필요하지 않지만 소성 이후 내화모형재와 인접하는 도재의 표면에 기공이나 미세결함이 형성되어 파절의 원인이 되는 단점이 있다<sup>10)</sup>. 또한 유리침투 도재계는 강도가 높아 가공의치에도 사용될 수 있음을 시사하였으나 강도 증가를 위해 보강된 알루미늄이 투명도를 떨어뜨려 심미적인 문제를 야기하고 또한 제작시간이 길다는 단점이 있다<sup>11)</sup>.

IPS Empress는 다양한 색조의 결정화된 ingot를 녹여 열가압 과정을 통해 성형하는 방법으로, 제작이 간편하고 변형이 적은 왁스 소환법을 기초로 하고 있다. 이 방법은 자연치와 유사한 투명도와 마모도를 지니며, 형태의 재현성이 좋고 변연 적합도가 우수하며, 또한 채색과정에서 각 환자의 상아질색상에 맞는 레진디어가 다양한 색상으로 이루어져 있기 때문에 색조 재현이 우수하고 복합레진시멘트를 접착제로 사용할 경우 강도가 우수하다<sup>12-17)</sup>.

도재수복물은 자연치와 유사한 심미성, 저작에

견디는 충분한 강도를 지녀야 하고 변연적합성이 좋아야 한다. 적합도에 영향을 미치는 요인으로 부정확한 치아 형성과 인상채득, 납형의 부정확, 모형제작시의 변형, 매몰재의 경화 팽창, 주조체 내면의 조잡성, 부적절한 인공치관설계, 매몰재 제거(devesting)시 도재 내면의 손상과 변연부 파절, 가공과정의 부주의 그리고 부정확한 변연의 형태와 형성등이 있으며<sup>18-22)</sup>, 이로인해 생긴 수복물의 변연누출은 치은염, 치은퇴축, 치아우식증, 치주질환의 원인으로 심미적인 문제점을 야기하며 보철물 수명을 단축시키는 요인이 된다<sup>23-24)</sup>.

금속도재관(metal-ceramic crown)이나 도재관(all-ceramic crown)의 변연적합도에 관한 여러 연구들이 있었다. 금속도재관의 경우, Bryant등<sup>25)</sup>은 금속도재관의 각 소성과정에 따른 금속관 변형에 관하여, Buchanan등<sup>26)</sup>은 반복된 열처리에 의한 변연부 변형에 관하여, Faucher등<sup>27)</sup>은 금속도재관의 치경부 변연형태에 따른 변연부 적합도에 관하여, 그리고 Schneider등은 collarless 금속도재관의 제작방법에 따른 변연적합도에 관하여 보고하였다.

도재관의 경우는 Pera등<sup>28)</sup>이 In-Ceram의 변연형태에 따른 변연적합도에 관하여, Ferrari등<sup>29)</sup>은 레진시멘트가 IPS Empress도재관의 변연적합도에 미치는 영향에 관하여, Hoard등<sup>30)</sup>은 변연형태에 따른 Dicor 도재관의 변연적합도에 관하여 그리고 Lomanto등<sup>31)</sup>은 제작방법에 따른 도재관의 변연적합도에 대해서 연구 보고하였다. 또한 Shoher등<sup>32)</sup>과 Holmes등<sup>33)</sup>은 도재관과 금속관의 변연적합도를 비교했고, Morris<sup>34)</sup>와 Sorensen등<sup>35)</sup>은 도재관, collarless 금속도재관 그리고 금속관의 변연적합도를 비교 연구하였다.

변연 형태에 대해서는 금속도재관의 경우, Shillingburg등<sup>36)</sup>과 Faucher등<sup>27)</sup>은 shoulder나 shoulder with a bevel을, Miller등<sup>37)</sup>은 90° shoulder를 추천하였고, 도재관의 경우 Schneider등<sup>38)</sup>은 내화모형계에서 shoulder가 가장 우수한 변연 적합성을 보이는 것으로, Malament등<sup>39)</sup>은 유리도재계에서 1.2~1.5mm 폭의 chamfer와 rounded shoulder가 우수한 것으로 보고했다.

도재관이 금속주조관이나 금속도재관과는 다르게 변연형태에 제약을 받는 이유는 술식에 따른 어려움과 소성후 도재수축으로 인해 예리한 변연을

형성하기 어렵고, 수분을 함유한 도재를 축성하고 소성하는 과정에서 파절의 원인이 되는 미세 기공이나 결함이 형성되어 강도에 문제가 있었기 때문이라 사료된다. 그러나 IPS Empress의 세라믹 ingot는 왁스 소환법을 활용함에 따라 납형상에서 예리한 변연형태를 형성해 줄 수 있고, ingot 자체가 미리 부분적으로 결정화되어 있어 결정화에 따른 도재 수축을 최소화 하였기 때문에 여러가지 변연형태가 가능하리라 생각된다.

최근에 bevel을 포함한 변연형태에 따른 파절강도를 측정한 김 등<sup>40)</sup>의 연구 결과에 따르면 전부도재관에서도 bevel 변연의 활용 가능성이 시사되고 있다. 따라서 본 연구는 변연형태에 따른 IPS Empress 도재관의 적합도를 비교 연구하기 위하여 시행되었으며, 그 결과 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 치아 형성 및 실험 모형 제작

기본 모형 제작을 위해 경질 레진치(상악 좌측 제1 소구치, Columbia Co., USA)를 이용하여 고탈면은 사면에 따라 1.5mm 두께가 되도록 균일하게 삭제하고 측벽의 경사도는 6°로 하였으며, 변연은 백악-법랑 경계 1mm 상방에서 1mm 폭의 bevel로 형성하여 기본 모형으로 정하였다.

고무 인상재(President light body, Colten, Swiss)와 다이 제작용 레진(Epoxy Die, Ivoclar, Liechtenstein)을 이용하여 6개의 기본 모형을 복제하고 각 모형의 치경부 변연을 bevel, shoulder, shoulder with bevel, rounded shoulder, rounded shoulder with bevel 그리고 grooved bevel 등의 6가지의 형태가 되도록 변연을 다시 형성하였다(Fig. 1).

이상의 각기 다른 변연형태를 갖는 레진모형을 주 모형으로하여 일반적인 방법에 따라 각군당 10개씩 총 60개의 실험용 레진 다이를 제작하였다.

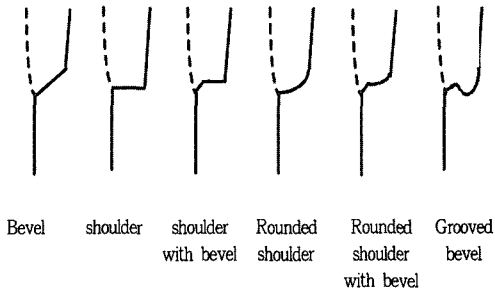


Fig. 1. Six different margin types

### 2. IPS Empress 도재관 제작

도재관 제작을 위하여 각각의 실험용 레진 다이로부터 고무인상재와 내화성 모형재(MG, Crystal rock, Maruishi gypsum Co., Ltd, Japan)를 이용하여 석고 모형을 제작하였다. 석고 모형상에서 왁스(Green inlay casting wax, hard-type, Kerr, USA)를 이용하여 납형을 제작한 다음 고무 인상재를 이용하여 matrix를 제작하였다. 석고 모형에 제조 회사의 지시에 따라 die spacer를 바르고 matrix 내에 석고 모형을 삽입시킨 후 연화된 왁스를 주입하여 납형을 복제하였다. 복제된 납형은 현미경(×40)하에서 다듬고 매몰링 기저부에 주입선을 연결하여 고정시켰다.

Press furnace(IPS-Empress EP500 press furnace, Ivoclar, Leichtenstein)에서 staining 제작법을 위한 프로그램을 선택하여 IPS Empress ceramic ingot(O1)과 가압 과정이 끝난 매몰체를 소환로에서 꺼내 격자(grid) 위에서 실온까지 식힌후 50μm의 glass beads(Shofu, Japan)를 이용하여 매몰체를 제거 하였다. 이때 변연부의 손상이 가지 않도록 주의하였으며 Diamond disc로 주입선을 자르고 fit checker (ZPS Control Paste, Ivoclar, Liechtenstein)를 이용하여 내면의 적합도를 확인하고 수정하였으며, 3회의 staining과정과 2번의 glazing과정을 거쳐 IPS-Empress 도재관을 완성하였다.

### 3. IPS Empress 도재관과 레진다이의 접착

제작된 도재관은 각각의 레진모형과 복합레진 시

멘트(Bistite resin cement, Tokuyama Soda Co. LTD., Japan)을 이용하여 접착하였다. 접착에 앞서 도재관 내면을 IPS Empress etchant를 이용하여 1분간 산부식시키고, 증류수 내에서 초음파 세척기로 수세한 후 건조시킨 다음 Tokuso Ceramic Primer(Tokuyama Soda Co. Ltd., Japan)를 내면에 도포하고 10초 후에 공기로 가볍게 건조시켰다. 동일한 양의 레진시멘트 A와 B를 제조회사의 지시대로 혼합하여 도재관 내면과 레진모형에 골고루 바르고 압제한 후 여분의 시멘트를 붓으로 제거하였다. 일정한 힘을 가하기 위하여 15kg의 정하중기를 사용하였으며, 레진시멘트의 경화를 위해 15초동안 광중합을 시행하여 접착을 완료하였다.

### 4. 적합도 측정

접착된 도재관을 투명레진(Ortho-jet resin, Lang, Germany)을 이용하여 포매하였다. Low speed diamond saw(BUEHLER, England)를 이용하여 근원심, 협설축의 중앙부위를 절단하고 절단면을 240, 320, 400 그리고 600 grit silicon carbide sandpaper를 이용하여 연마하였다.

Micro Hardness Tester에 부착된 measuring microscope(Model MXT 70 Matsuzawa, Seiki Co., Japan)을 이용하여 100배 상태에서 측정하였다.

측정부위는 근심면, 원심면, 순면, 설면 변연의 외측변연, 내측변연, 중심점, 측벽, 그리고 중심와 등으로 13부위를 측정하였으며 외측 변연은 시편 외연과 변연의 이등분선이 만나는 점간의 거리, 내측변연은 외측변연에서 내측으로 좁아

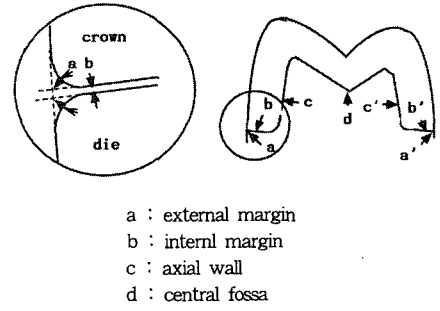


Fig. 5. Measurement points

지면서 간격이 일정하게 되는 지점의 거리를 측정하였다.

각각의 평균치를 구하고 각 군간의 유의성 검정을 위해 Scheffe test를 시행하였다.

### III. 연구 성적

각 측정부위에서의 변연형태에 따른 IPS Empress 도재관의 적합도를 알기위하여 측정한 시멘트의 두께는 다음과 같다.

#### 1. 외측 변연에서 적합도

외측 변연에서의 시멘트의 두께는 rounded shoulder가 28,99 $\mu\text{m}$ 로 가장 적었으며 shoulder가 35,08

Table 1. Mean and standard deviation of cement film thickness at external margin

| Margin type                 | unit : $\mu\text{m}$ |       |
|-----------------------------|----------------------|-------|
|                             | Mean                 | SD    |
| Rounded shoulder            | 28,99                | 8,76  |
| Shoulder with bevel         | 31,33                | 7,38  |
| Grooved bevel               | 31,79                | 7,33  |
| Rounded shoulder with bevel | 34,65                | 10,41 |
| Bevel                       | 35,02                | 7,77  |
| Shoulder                    | 35,08                | 1,81  |

Groups connected by vertical line are not significantly different( $p < 0,05$ )

Table 3. Mean and standard deviation of cement film thickness at axial wall

| Margin type                 | unit : $\mu\text{m}$ |       |
|-----------------------------|----------------------|-------|
|                             | Mean                 | SD    |
| Bevel                       | 26,58                | 6,85  |
| Rounded shoulder            | 33,80                | 8,96  |
| Rounded shoulder with bevel | 34,47                | 10,08 |
| Shoulder with bevel         | 38,48                | 9,79  |
| Grooved bevel               | 39,80                | 10,57 |
| Shoulder                    | 49,59                | 12,25 |

Groups connected by vertical line are not significantly different( $p < 0,05$ )

$\mu\text{m}$ 로 가장 크게 나타났다. 그러나 각 군간의 시멘트의 두께는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

#### 2. 내측 변연에서 적합도

내측 변연에서의 적합도는 bevel이 25,75 $\mu\text{m}$ 로 가장 적었으며 shoulder가 47,98 $\mu\text{m}$ 로 가장 크게 나타났다. 각 군간의 시멘트의 두께는 bevel, rounded shoulder, shoulder with bevel, rounded shoulder with bevel이 shoulder와 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

#### 3. 측벽에서 적합도

Table 2. Mean and standard deviation of cement film thickness at internal margin

| Margin type                 | unit : $\mu\text{m}$ |      |
|-----------------------------|----------------------|------|
|                             | Mean                 | SD   |
| Bevel                       | 25,75                | 3,92 |
| Rounded shoulder            | 31,24                | 5,49 |
| Shoulder with bevel         | 32,07                | 4,91 |
| Rounded shoulder with bevel | 34,45                | 8,06 |
| Grooved bevel               | 35,26                | 7,65 |
| Shoulder                    | 47,98                | 9,04 |

Groups connected by vertical line are not significantly different( $p < 0,05$ )

Table 4. Mean and standard deviation of cement film thickness at central fossa

| Margin type                 | unit : $\mu\text{m}$ |       |
|-----------------------------|----------------------|-------|
|                             | Mean                 | SD    |
| Shoulder with bevel         | 38,88                | 7,57  |
| Grooved bevel               | 40,46                | 18,35 |
| Rounded shoulder            | 46,29                | 14,03 |
| Shoulder                    | 48,91                | 8,78  |
| Bevel                       | 49,47                | 16,17 |
| Rounded shoulder with bevel | 52,07                | 18,65 |

Groups connected by vertical line are not significantly different( $p < 0,05$ )

Table. 5. Mean and standard deviation of overall cement film thickness according to margin type

| Margin type                 | Mean  | SD   |
|-----------------------------|-------|------|
| Bevel                       | 29.71 | 4.00 |
| Rounded shoulder            | 32.49 | 5.29 |
| Shoulder with bevel         | 34.47 | 1.39 |
| Rounded shoulder with bevel | 35.89 | 7.03 |
| Grooved bevel               | 36.64 | 5.69 |
| Shoulder                    | 44.73 | 3.87 |

Groups connected by vertical line are not significantly different ( $p < 0.05$ )

측벽에서의 적합도는 bevel이  $26.58\mu\text{m}$ 로 가장 적었으며 shoulder가  $49.59\mu\text{m}$ 로 가장 크게 나타났다. 각 군간의 시멘트의 두께는 bevel이 shoulder와 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(Table 3).

#### 4. 중심와에서 적합도

중심와에서의 적합도는 shoulder with bevel이  $38.88\mu\text{m}$ 로 가장 적었으며 rounded shoulder with bevel이 가장 크게 나타났다. 그러나 각 군간의 시멘트의 두께는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Tabel 4).

#### 5. 전체적인 적합도

전체적인 적합도는 bevel이  $29.71\mu\text{m}$ 로 가장 적었으며 shoulder가  $44.73\mu\text{m}$ 로 가장 크게 나타났다. 각 군간의 시멘트의 두께는 bevel, rounded shoulder, shoulder with bevel이 shoulder와 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(Table 5).

### IV. 총괄 및 고찰

Land<sup>(4)</sup>는 백금박을 이용한 도재관을 처음으로 소개하였으며 Brecker<sup>(5)</sup>는 금합금에 도재를 용착시켜 도재가 지니고 있는 강도의 문제점을 해결한 금속도재관을 개발하였다.

1970년대 말부터 금속도재관의 심미성과 변연적합도의 개선을 위하여 금속도재관의 강도와 도재

관의 심미성을 결합시켜 지대치의 순측 변연부위에 도재를 직접 축성하는 collarless 금속도재관에 대한 연구가 시작되었는데<sup>(43-47)</sup>, collarless 금속도재관의 변연 부위는 금속하부 구조가 완성된 다음에 형성되므로 금속 주조관 자체의 적합도와 관계없이 제작기법에 따라 변연부위의 적합도에 차이가 생길 수 있고, 소성시 수축과 변연의 취약한 파절 강도 때문에 예리한 변연을 형성할 수 없으며, 내부 금속 코어로 인해 본질적인 빛 투과성의 차이는 해결되지 못하였다. 따라서 내부의 금속을 없애고 도재의 물성을 좀더 강화하여 도재만으로 수복물을 제작하는 전부도재관이 각광받기 시작하였다.

1923년, Wain<sup>(48)</sup>은 유리를 주조하였으나 강도가 약하여 치관수복 재료로써는 부적절하였으나, Stookey<sup>(49)</sup>는 유리성분에 nucleating 성분을 첨가하고 열처리를 하여 보다 향상된 재료를 만들어 냈다. 이러한 기초위에 McLean과 Sced<sup>(50)</sup>는 aluminous 도재를 주석 산화물이 도금된 백금박에 융합시켜 백금박 결합 도재관을 개발하였다. Adair<sup>(2)</sup>는 투명하며 기계적으로 가공성이 있는 유리 도재를 우수한 수복재료로 사용할 수 있다고 제안 하였고, 전부 도재관인 Dicor를 소개하였다. 그 뒤 Sadoun<sup>(8)</sup>은 독일의 Vita사 유리침투도재계(glass infiltration ceramic system)인 In-ceram을 상품화 했고 Sozio와 Riley<sup>(51)</sup>는 Cerestore 관을 개발 하였다. 1986년 Wohlwend에 의해 독특한 아이디어의 전부도재관이 고안되었는데 이 IPS Empress 도재관은 부가적인 수축을 최소화하기 위하여 미리 부분적으로 결정화된 도재를 사용하기 때문에 자연치와 유사한 투명도와 변연적합성이 우수한 새로운 전부도재관 제작술식이다. 이는 유리기질내에 포도상처럼 군집해있는 백류석(leucite) 결정들이 좁은 주입선을 통해 압축성형하는 과정에서 널리 퍼져 일차적인 강도 증가가 일어나고 이 백류석 결정의 양이 증가하여 충분한 강도를 지니게 되며 단일관, 인레이, 온레이, 라미네이트 비니어 등 높은 심미성을 요구하는 부위에 사용이 가능하다<sup>(52)</sup>.

접착제는 도재관의 적합도와 중요한 관계가 있다. 이상적으로 낮은 피막도를 갖는 시멘트가 보철물의 완전한 안착을 가능하게 하므로<sup>(53)</sup>, 가능한 적절한 강도와 접착성 그리고 낮은 피막도를 갖는

시멘트를 사용하여 보철물을 접착시키는 것이 바람직하다. Jorgensen<sup>54)</sup>은 피막후경에 영향을 주는 요소를 조사했는데 그 요소로는 접착시 압축압력, 힘의 지속시간, 혼합된 접착제의 점도, 지대치의 경사각, 교합면을 통한 통기(venting)등이 있으며 이들 요소중 피막도의 감소를 위해 보철물의 교합면에 통기공을 형성하는 것이<sup>55-58)</sup> 가장 효과적이라는 것을 보고 하였다. Hoard<sup>59)</sup>은 점성이 높을수록 피막후경이 증가한다고 했으며, Phillips<sup>60)</sup>, Porche<sup>61)</sup>, White<sup>62)</sup> 그리고 조등<sup>59)</sup>은 레진 접착제의 피막도에 접착제의 입자크기, 점도, 충전제등이 영향을 미친다고 했다. Porsche<sup>61)</sup>는 접착제 사용시 12kg 이상의 압축 하중을 가했을때 유리판 사이의 피막도가 유의하게 감소하지 않았으며, 과도한 하중이 피막도 감소와 무관함을 보였고, Fusayama<sup>64)</sup>은 접착제 사용시 임상에서 일반적으로 사용하는 평균 압축 하중인 15kg에서 최대 압축 하중인 50kg으로 증가시켰을때 압축 하중에 따른 접착제의 피막 후경에 유의한 차가 거의 없었으며, 15kg의 하중은 relief하지 않은 보철물의 접착에 충분한 것으로 보고 하였다. Levine<sup>65)</sup>은 대부분 상업적으로 유용한 레진접착제는 보철물을 성공적으로 안착시킬 정도로 얇은 피막후경을 갖는다고 보고했다.

본 실험은 도재를 사용했기 때문에 통기를 형성할 수 없어서 die spacer를 사용하여 relief를 하고 15kg의 압축하중을 가해서 도재관을 합착시켰다.

Pilo<sup>55)</sup>은 shoulder 형태에서 변연부의 피막후경이 제일 두껍고 chamfer margin의 경우 그 경사에 따라서 감소하며 shoulderless crown에서 최소가 된다고 하였다. 반면에 Gavelis<sup>56)</sup>은 feather edge와 shoulder 그리고 parallel bevel을 가진 chamfer가 가장 작은 변연 간격을 가진다고 주장하였다.

본 연구는 내측변연 적합도의 경우 bevel, rounded shoulder, shoulder with bevel, rounded shoulder with bevel, grooved bevel 그리고 shoulder 순으로 나타났는데 bevel, rounded shoulder, shoulder with bevel, rounded shoulder with bevel, rounded shoulder with bevel 이 shoulder와 유의한 차이를 보여주고 있다. 이렇게 shoulder의 적합도가 낮게 나타난 이유는 변연부위에서 접착제의 유출저항이 컸던것<sup>57)</sup>도 하나의 원인이 될 수 있을 것으

로 사료된다.

Kern<sup>57)</sup>은 sandblasting후에 도재의 부피가 감소된 양에 대하여 2.5bar 압력하에서 Empress 도재관이 In-ceram 도재관에 비하여 36배(Wilcoxon test:  $P \leq 0.0001$ )나 컸고, 이때 부피의 감소는 sandblasting 시간과 직접 관련이 있어서 시간이 절반으로 줄면 부피의 감소도 절반으로 준다고 하였다. 그리고 Empress 시편에서 7초 동안의 sandblasting만으로 대략 1mm 정도 삭제된다고 주장하였다. 따라서 본 연구에서는 제작회사의 지시에 따라 50µm의 polishing bead를 이용하여 4bar의 압력으로 매물재를 제거했고 도재관이 보이기 시작하면서 2bar의 압력으로 낮추었는데 이때 변연이 손상되지 않도록 주의하였다.

Wohlwend<sup>58)</sup>은 내화 모형을 이용한 laminate veneer의 devesting시 매물재를 쉽게 제거하고 도재의 변연 부위를 보호하기 위하여 미세한 수정 입자가 들어있는 매물재를 0.1mm 두께로 인상재 내면에 바른 다음 내화성 매물재를 부으면 효과적이라 하였다.

Robert와 Holmes<sup>52)</sup>은 매물재에 대해서도 언급하였는데 매물재와 구조체의 결합이 marginal fit에 중요한 역할을 한다고 생각했고 구조체의 thermal shrinkage를 보상하기 위해 매물재의 경화 팽창이 이루어 지는데 실제적으로 구조체의 수축과 매물재의 팽창사이의 불일치로 인해 변연부위에서 문제가 발생된다고 주장하였다.

적합도에 영향을 미치는 것으로 지금까지 서술된 것뿐 아니라 치아의 형성과 변연형태도 중요한 비중을 차지한다. 지대치 형성방법에 있어서 측벽의 경사도(10° 이상)가 큰 것이 접착제의 유출을 쉽게하여 적합성에 유리하지만 유지력을 볼때는 경사도가 작은 것(2-7°)이 유리하다<sup>54)</sup>. 본 연구에서는 일반적으로 전부도재관의 측면 경사도로 추천되는 6°의 경사도를 부여하였다.

도재전장구조관의 변연형태에 대해 Johnston<sup>60)</sup>과 Miller<sup>55)</sup>은 소성에 의한 변연부 변형때문에 90° shoulder를 주장하였고 bevel은 구조체가 치아에 기계적으로 적합할 수 있는 장점만을 가진다고 하였으며, Shillingburg<sup>53)</sup>과 Faucher<sup>54)</sup>은 shoulder가 chamfer에 비해 도재소성시 급속관을 보강해주어 변연변형을 적게해 준다고 하였다. Starting

등<sup>70)</sup>은 porcelain butt margin이 metal butt margin에 비해 적합도가 떨어져 임상적으로 불리하다고 보고하였다.

한편 도재관의 변연형태에 대해 Pera<sup>25)</sup>은 In-Ceram의 경우 shoulder와 chamfer 그리고 50° shoulder 중에서 deep chamfer와 50° shoulder가 우수하다고 하였고, Friedlander<sup>71)</sup>는 Dicor관에서 shoulder를 주장했다. Schneider<sup>36)</sup>은 내화모형계에서 shoulder를 추천했고, Malament<sup>37)</sup>은 유리도재계의 경우 1.2~1.5mm폭을 갖는 deep chamfer와 rounded shoulder를 주장했다. 기존 도재관의 경우 shoulder나 deep chamfer를 일반적인 변연형태로 했던 것은 제작의 어려움과 강도에 문제가 있었던 것으로 생각된다.

한편 도재관의 변연형태와 파절 강도에 대해서 김 등<sup>40)</sup>은 IPS Empress 도재관의 파절강도를 rounded shoulder(484N), bevel(357N), rounded shoulder with bevel(341N), shoulder with bevel(300N), shoulder(280N), 그리고 grooved bevel로 보고했으며 rounded shoulder가 shoulder with bevel이나 shoulder, grooved bevel과 유의한 차이를 보이는 것으로 주장하여 여러가지 변연형태의 가능성을 시사하였다.

적합도 측정시 고려사항은 적합도의 평균수치와 관련된 표준편차이다. Robert Holmes<sup>32)</sup>은 Type III Gold crown과 도재관(Dicor)의 적합도를 비교한 결과 Dicor관의 표준편차의 평균이 13 $\mu$ m이었고 Type III Gold crown의 경우 25 $\mu$ m로써, 임상에서 적합도가 우수하다고 받아들여지고 있는 Type III Gold crown의 다양성이 도재관(Dicor)보다 2배나 높다고 하였다. 이것은 gold crown의 맨위와 맨 아래의 수치는 실제적으로 접착제의 추가에 의하여 적합도에 도움이 되지 않기 때문에 일정한 적합도의 분포를 보이는 도재관(Dicor)이 임상적으로는 더욱 우수한 적합성을 보인다고 하였다.

본 연구의 결과 표준편차가 도재관 외측변연부위는 7.24 $\mu$ m이었고 도재관 내면의 전체적인 적합도의 표준차는 4.56 $\mu$ m로 일정한 적합도의 분포를 보여주고 있다.

다양한 재료와 술식을 포함하는 이전의 연구들은 적합도의 측정수치가 매우 다양하다. 측정치는 작게는 3.63 $\mu$ m에서 크게는 100 $\mu$ m이상 까지 보고하

였으며, 이론적으로 가능한 변연적합도의 한계는 0이나 실제적으로는 불가능하고, Christensen<sup>72)</sup>은 적합성을 임상적으로 평가하는데 특히 gingival margin 부위에서는 어려움이 많다고 주장하였다. 그는 casting에서 육안상 접근 가능한 면의 변연간격의 수치를 39 $\mu$ m라고 계산하였으나, gingival margin의 수치는 접근이 더 어렵기 때문에 더 클 것이라고 주장했다. 그러나 치은연하의 변연간격은 치주조직에 직접적인 영향을 미치기 때문에 최대한의 적합도를 유지하는 재료와 술식이 개발되어야 할 것이다.

치경부 변연적합의 임상적 허용한계는 연구자에 따라 많은 차이를 보여주고 있다. ADA specification No.8<sup>73)</sup>에 의하면 접착된 주조체의 변연적합도는 25 $\mu$ m 이하여야 한다고 했으나, 접착제의 피막 후경으로 인한 문제가 가로막고 있기 때문에 실제로 이 정도의 적합도를 얻기란 매우 어렵다. 임상적 허용한계에 대해서 Christensen<sup>72)</sup>은 인레이의 경우 치경부에서 34-119 $\mu$ m 이었고 교합면 부위는 2-51 $\mu$ m 이라고 주장했다. 또한 McLean<sup>74)</sup> 등은 5년간 1000개의 수복물을 연구한 결과 120 $\mu$ m, Assif<sup>65)</sup>는 약 140 $\mu$ m라고 보고 하였다. 도재관(Dicor)의 변연적합도의 경우 Dicor 제조회사의 연구 보고<sup>30)</sup>에 의하면 변연적합도가 28 $\mu$ m이라고 보고하며, ADA specification No.8에 있는 25 $\mu$ m와 유사하다고 주장하고 있으나, Davis<sup>76)</sup>는 설측 치경부에서 38 $\mu$ m, Schaefer<sup>11)</sup>은 순측에서 87.8 $\mu$ m, 김등<sup>77)</sup>은 변연적합도가 접착제를 사용하지 않은 상태에서 51.2 $\mu$ m라고 보고했다. 또한 Robert Holmes<sup>71)</sup> 등은 변연적합도가 48 $\mu$ m라고 보고하였고 이 수치는 다른 도재관과 비교하여 양호하다고 하였다. 그러나 최근의 연구와 이전의 연구 비교는 조심스럽게 행해져야 하고 기록된 수치는 자주 시험된 재료보다는 연구 설계와 측정방법에 의하여 결정된다고 하였다. 본 연구의 결과 외측 변연적합도는 rounded shoulder(28.99 $\mu$ m), shoulder with bevel(31.33 $\mu$ m), grooved bevel (31.79 $\mu$ m), rounded shoulder with bevel(34.65 $\mu$ m), bevel(35.02 $\mu$ m) 그리고 shoulder(35.08 $\mu$ m) 순이었는데 이 수치들은 위에 제시된 적합도와 비교시 Dicor제조회사의 보고 내용을 제외한 어떤 보고 보다는 낮은 수치를 보여주고 있다. 그리고 서로간에 유의성이 없는 것으로 나타났기 때문에 어떤 변연형태

를 부여해도 적합도에는 문제가 없으리라 생각된다. 특히 이중에 bevel 형태는 범랑질층에 접촉면을 넓혀서 레진 시멘트 사용시 도재관과 치아의 결합력을 강화시킬 수 있고 치경부가 좁아진 경우와 치근이 노출된 경우에서도 변연형성에 도움이 되리라 사료된다.

따라서 본 연구의 결과 매몰재의 경화 팽창, 접착제의 피막후경 그리고 devesting에 의한 변연의 손상을 줄이고 납형의 변연형성시 현미경하에서 주의깊게 작업한다면 기존의 도재관 변연에 일정한 두께를 부여하는 shoulder나 rounded shoulder 뿐만 아니라 변연의 적합성이 좋고 부드러운 이행에 따른 심미성이 보장되며, 특히 레진 시멘트를 사용하게 되는 IPS-Empress system의 경우 범랑질 상에 변연을 두게되어 더욱 강한 접착력을 얻을 수 있는 bevel을 포함한 기타의 변연도 가능할 것으로 사료되며 본 연구의 결과를 근거로 임상에서 더욱 심미성과 적합성이 뛰어난 도재관 수복물 활용이 가능할 것으로 기대된다.

## V. 결 론

본 연구는 IPS Empress system이 왁스 소환법을 이용하므로 다양한 변연 형태가 가능한 점에 착안하여 일반적으로 도재관에 적용되는 shoulder, rounded shoulder와 예각의 bevel, shoulder with bevel, rounded shoulder with bevel, grooved bevel 등 6 종류의 변연 형태를 갖는 도재관을 제작하고 시멘트의 두께를 측정 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 외측 변연 부위에서의 적합도는 rounded shoulder(28.99 $\mu$ m), shoulder with bevel(31.33 $\mu$ m), grooved bevel(31.79 $\mu$ m), rounded shoulder with bevel(34.65 $\mu$ m), bevel(35.02 $\mu$ m) 그리고 shoulder(35.08 $\mu$ m)의 순으로 나타났으나 통계학적인 유의차는 없었다.
2. 내측 변연 부위에서의 적합도는 bevel(25.75 $\mu$ m), rounded shoulder(31.24 $\mu$ m), shoulder with bevel(32.07 $\mu$ m), rounded shoulder with bevel(34.45 $\mu$ m)이 shoulder(47.98 $\mu$ m)보다 우수하게 나타났다.

3. 측벽에서의 적합도는 bevel(26.58 $\mu$ m)이 shoulder(49.59 $\mu$ m)보다 우수하게 나타났다.
4. 중심와에서의 적합도는 shoulder with bevel(38.88 $\mu$ m), grooved bevel(40.46 $\mu$ m), rounded shoulder(46.29 $\mu$ m), shoulder(48.91 $\mu$ m), bevel(49.47 $\mu$ m) 그리고 rounded shoulder with bevel(52.07 $\mu$ m)의 순으로 나타났으나 통계학적 유의차는 없었다.
5. 전체적인 적합도는 bevel(29.71 $\mu$ m), rounded shoulder(32.49 $\mu$ m), shoulder with bevel(34.49 $\mu$ m)이 shoulder(44.73 $\mu$ m)보다 우수하게 나타났다.

## 참 고 문 헌

1. McLean JW, Hughes H. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. *Br Dent J* 1996;119:251.
2. Adair PJ, Grossman DG. The castable ceramic crown. *Int J periodont Rest Dent* 1984;4:32.
3. Hobo S, Iwata T. Castable apatite ceramics as a new biocompatible restorative material. Theoretical considerations. *Quintessence Int* 1985;16:135.
4. Iijima H, Hakamazuka Y, Ito S, Hata Y. Clinical application, evaluation of Olympus Castable Ceramics(OCC). *J Dent Res* 1991;70:757.
5. Vita Zahnfabrik. Vita Hi-ceram Working Instructions Bad Sackingen Germany 1988.
6. Vintage manual. Shofu Co. Tokyo, Japan.
7. Optec HSP laboratory technique manual. Jeneric/Pentro Inc Wallingford CN January 1988.
8. Sadoun M. All ceramic bridges with the slip casting technique. Presented at the 7th international symposium on ceramics, Paris, September, 1988.
9. Scharer P, Sato T, Wohlwend A. A comparison of the marginal fit of three cast ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 1988;59:543.
10. Mclean JW. Ceramics in clinical dentistring *Br Dent J*, 1988;187.



11. Schwickerrath H. Die In-Ceram Aluminiumoxied-Keramiker innovativer dentalkeramischer Werkstoff. *Dent Labor* 1989;37:1597.
12. Dong JK, Luthy H, Wohelwend A, Scharer P. Heat-Pressed Ceramics : Technology and strength. *Int J Prosthodont* 1992;5:9.
13. Beham G. IPS-Empress : A new ceramic technology. *Invoclar-Vivadent Report* 1990; 6:1.
14. Brodbeck U, Studer S, Lehner C. Six-year clinical experience with an all-ceramic restoration system. *Dental-labor*, XL111, 1995.
15. Wohlwend A. The Empress Technique : The new technique for the fabrication of the full ceramic crown, inlay, veneers. *Quintessenz Zahntech* 1990;16:966.
16. 유형우, 송창용, 배태성, 송광엽, 박찬운. All ceramic crown용 도재의 굽힘강도에 관한 비교 연구. *대한치과보철학회지* 1994;32:2.
17. 백승진, 양재호. 수중 전부도재관의 파절강도에 관한 비교연구 *대한치과보철학회지* 1995;33:4.
18. Grossman DG: Cast glass ceramics. *Dent Clin North Am* 1985;29:725.
19. Malament KA, Grossman DG. The cast glass-ceramic restoration. *J Prosthet Dent* 1987;57:674.
20. Savitt ED, Malament KA, Sacransky SS, Melcer AJ, Backman KJ. Effectson colonization of oral microbiota by a cast glass-ceramic restoration. *Int J Periodont Rest Dent* 1987;2:2.
21. Dicor Clinical Procedures Manual York Pa. *Dentsply International Inc* 1984.
22. Fit of Dicor castable ceramic corwns. *Dicor research report Vol 2 issue 1 Fed*, 1986.
23. Hobo S, Iwata T. Castable apatite ceramics as a new biocompatible restorative material. II Fabrication of the restoration. *Quintessence Int* 1985;16:207.
24. Vryonis P. A simplified approach to the complete porcelain margin. *J Prosthet Dent* 1979;42:592.
25. Bryant RA, Nicholls JI. Measurement of distortion in fixed partial denture resulting from degassing. *J Prosthet Dent* 1979;42:515.
26. Buchanan WT Svare CW, Turner KA: The effect of repeated firings, strength on marginal distortion in two ceramometal systems. *J Prosthet Dent* 1981;40:502.
27. Faucher RR, Nicholls JI. Distortion related to margin design in porcelain-fused-to-metal restoration. *J Prosthet Dent* 1980;43:149.
28. Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S. In Vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1994;72(6):585.
29. Ferrari M, Dalloca L, Kugel G, Bertelli E. An evaluation of the effect of the adhesive luting on microleakage of the IPS-impress crowns. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1994;6:4.
30. Hoard RJ, Chiang PC, Hewlett ER, Caputo AA. Marginal discrepancy as related to margin design in porcelain-fused-to-Dicor restorations. *Oral Health* 1993;83(3):15.
31. Lomanto A, Weiner S. A comparative study of ceramic crown margins constructed using different techniques. *J Prosthet Dent* 1992 :67(6):773.
32. Shoher I, Whiteman A. Evaluation of marginal adaptation of all-ceramic crowns, metal ceramic crowns(letter:Comment). *J Prosthet Dent* 1992;68(5):869.
33. Holmes JR, Sulik WD, Holland GA, Bayne SC. Marginal fit of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1992;67(5):594.
34. Morris HF. Department of Veterans Affairs Cooperative Studies Project No. 242. Quantitative, Qualitative evaluation of the marginal fit of cast ceramic, porcelain-shoulder,, cast metal full crown margins. *J Prosthet Dent* 1992;67(2):198.
35. Sorensen JA, Okamoto SK, Seghi RR, Yarovesky U. Marginal fidelity of four methods of swaged metal matrix crown fabrication. *J Prosthet Dent* 1992;67(2):162.
36. Shillingburg H.T, Hobo S, Fisher DW. Preparation design & margin distortion in porcelain-fused-to-metal restoration. *J Prosthet*

- Dent 1973;29:276.
37. Miller IF, Belsky MW. The full shoulder preparation for periodontal health. *Dent Clin North Am* 1965;9:83.
  38. Schneider DM, Levi MS, Mori DF. Porcelain shoulder adaptation using direct refractory dies. *J Prosthet Dent* 1976;36:583.
  39. Malament KA, Grossman DG. The cast glass-ceramic restoration. *J Prosthet Dent* 1987;57:674.
  40. 김현수, 주태훈, 오상천, 동진근. IPS-Empress 도재관의 변연형태에 따른 파절강도에 관한 연구. *원광치의학지* 1996;6:3.
  41. Land CH. A New system of restoring badly decayed teeth by means of an enameled metallic coating. *Independent Practitioner* 1886;7:407.
  42. Brecker SC. Porcelain baked to gold: A new medium in prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1956;6:801.
  43. Arnold HN, Aquilino SA. Marginal adaptation of porcelain margins in ceramometal restorations. *J Prosthet Dent* 1988;59:409.
  44. Goodacre CT, Van Roekel NB, Dykema RW, Ullman RB. The collarless metal-ceramic crown. *J Prosthet Dent* 1977;38:615.
  45. Prince J, Donovan TE, Presswood RG. The all-porcelain labial margin for ceramo-metal restorations: a new concept. *J Prosthet Dent* 1983;50:793.
  46. Wiley MG et al. Esthetic porcelain margins. A modified porcelain-wax technique. *J Prosthet Dent* 1986;56:527.
  47. Jacobi R, Brooks TD. An intraoral fit technique for refining porcelain margins. *J Prosthet Dent* 1988;60:433.
  48. Wain D. Porcelain casting. *Br Dent J* 1923;44:B64.
  49. Stookey. Corning Develops New Ceramic Material. *Am Ceram Soc Bull* 1957;36:279.
  50. McLean JW, Seod IR. The bonded alumina crown I: the bonding of platinum to aluminous dental porcelain using tin oxide coatings. *Aust Dent J* 1976;21(2):119.
  51. Sozio RB, Riley EJ. The shrink-free ceramic crown. *J Prosthet Dent* 1983;49:182.
  52. Machert Jr, Russel C. Leucite Crystallization of a heat-pressed dental ceramic. *Int J Prosthodont* 1996;9:261.
  53. Kerby RE, Mcglumphy EA, Holloway JA. Some physical properties of implant abutment luting cements. *Int J Prosthodont* 1992;5:321.
  54. Jorgensen KD. Factors affecting the film thickness of Zinc phosphate cement. *J Prosthet dent* 1979;42:299.
  55. Pilo R, Cardash HS, Baharav H, Helfft M. Incomplete seating of cemented crowns: A literature review. *J Prosthet Dent* 1988;59:128.
  56. Dimashkieh MR, Davies EH, Fraunhofer JA. Measurement of the cement film thickness beneath full crown restoration. *Br Dent J* 1974;137:281.
  57. Jones MD, Dykema RW, Klein AI. Television micromasurement of vented, non-vented cast crown marginal adaptation. *Dent Clin North Am* 1971;15:663.
  58. Van Nortwick WT, Gettleman L. Effect of internal relief, vibration, venting on the vertical seating of cemented crowns. *J Prosthet Dent* 1981;45:395.
  59. Hoard RJ, Caputo AA, Contino RM, Koenig EM. Intracoronary pressure during crown cementation. *J Prosthet Dent* 1978;40:520.
  60. Phillips RW. Skinner's science of Dental Materials, 8th ed, Philadelphia, WB Saunders Co PP 1982:452.
  61. Porsche A: Die eignung der Zinc-oxide-phosphate-Zemente als befestigungsmittel. *Deutsche Zahn Ztschr* 1961;16:87.
  62. White SN, Yu Z. Film thickness of new adhesive luting agents. *J Prosthet Dent* 1992;67:782.
  63. 조국현, 송창용, 송광엽, 박찬운. 치과용 레진 시멘트의 피막도에 관한 실험적 연구. *대한치과보철학회지* 1994;32:2.

64. Fusayama T, Ide K, Hosoda H. Relief of resistance of cement of full cast crowns. *J Prosthet Dent* 1964;14:95.
65. Levine WA. An evaluation of the film thickness of resin luting agents. *J Prosthet Dent* 1989;62:175.
66. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The effect of various finish line preparation on the marginal seal, occlusal seat of full crown preparation *J Prosthet Dent* 1981;45:138.
67. Kern M, Thompson VP. Sandblasting, silica coating of a glass Infiltrated alumina ceramic.:Volume loss, morphology, changes in the surface composition. *J Prothet Dent* 1994;71:453.
68. Wohlwend A, Strub JR, Scharer P. Metal ceramic, all porcelain restorations. Current Consideration. *Int J Prosthodont* 1989;2:13.
69. Johnston JF, Mumford G, Dykema RW. Modern practice in dental ceramics. Philadelphia, 1967, W.B. Saunders Co.
70. Starting H, Pameijer CH, Gildenhuis RR. Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restoration. Part I *J Prosthet Dent* 1981;46:59.
71. Fiedlander LD, Munoz CA, Goodacre CJ, Doyle MG, Moor BK. The effect of tooth preparation design on breaking strength of Dicor Crowns. Part I *Int J Prothodont* 1990;3:159.
72. Christensen GJ. Marginal fit of gold inlay casting. *J Prosthet Dent* 1966;16:297.
73. ADA Specification No.8, Council on Dental Materials, Devices. *J Am Dent Assoc* 96 Jan. 1978.
74. McLean JW, Fraunhofer J A. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:197.
75. Assif D, Rimer Y, Aviv I. The flow of zinc phosphate cement under a full-coverage restoration, its effect on marginal adaptation according to the location of cement application. *Qunitessence International* 1987;18:765.
76. Davis DR. Comparison of fit of two types of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1988;59:12.
77. 김정호, 양재호, 이선형. 구조도재관과 도재전장 구조관의 치경부 변연 적합도에 관한 비교연구. *대한치과보철학회지* 1988;26:1.

ABSTRACT

**A STUDY ON THE FITNESS OF THE IPS EMPRESS  
CERAMIC CROWN ACCORDING TO MARGIN TYPE**

**Tae-Hun Ju, Sang-Chun Oh, Jin-Keun Dong**

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

The purpose of this study was to compare the fitness of the IPS Empress ceramic crowns according to margin type such as bevel, shoulder, rounded shoulder, shoulder with bevel, rounded shoulder with bevel and grooved bevel.

After 10 experimental dies were constructed for each group, the IPS Empress ceramic crowns were fabricated on the dies, cemented with resin cement(Bistite resin cement, Tokuyama Soda Co. Ltd., Japan) and embeded in clear epoxy resin. Each specimen was sectioned with a low speed diamond saw in both the faciopalatal and the mesiodistal direction. The cement film thickness was measured with a measuring microscope.

The obtained results were as follows :

1. The fitness at the external margin was good in the following order: rounded shoulder(28.99), shoulder with bevel(31.33), grooved bevel(31.79), rounded shoulder with bevel(34.65), bevel(35.02) and shoulder(35.08). However there is no significant statistical difference.
2. The fitness at the internal margin of bevel(25.75), rounded shoulder(31.24), shoulder with bevel(32.07) and rounded shoulder with bevel(34.45) was better than that of shoulder(47.98).
3. The fitness at the axial surface of bevel(26.58) was better than that of shoulder(49.59).
4. The fitness at the central fossa was good in the following order: shoulder with bevel(38.88), grooved bevel(40.46) rounded shoulder with shoulder(46.29), shoulder(48.91), bevel(49.47) and rounded bevel(52.07). However there is no significant statistical difference.
5. Overall fitness of bevel(29.71), rounded shoulder(32.49) and shoulder with bevel(34.47) was better than that of shoulder(44.73).