

## 도재브라켓의 제거방법에 따른 법랑질표면의 주사전자현미경학적 관찰

박 미 숙<sup>1)</sup> · 윤 영 주<sup>2)</sup> · 김 광 원<sup>3)</sup>

도재브라켓의 제거방법에 따라 법랑질표면에 미치는 영향을 비교 평가하기 위하여 80개의 발거된 소구치를 대상으로 통법에 의해 도재브라켓을 부착시키고 일주일후 각각 40개의 기계적 방법에 의한 제거군과 전기열전도 방법에 의한 제거군으로 구분하여 도재브라켓의 제거를 유도한 후, 그 탈락양상 및 도재브라켓과 법랑질 표면의 주사전자현미경 관찰을 시행하였으며, 전기열전도 방법에 의한 제거군을 다시 각각 10개씩 고속 tungsten carbide bur에 의한 연마군, 저속 sof-lex disc에 의한 연마군, 고속 resin polishing bur에 의한 연마군, 그리고 초음파 치속제거기에 의한 연마군으로 분류하여 잔여레진의 연마를 시행한 후, 잔여레진의 평가에 의해 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 결찰와이어 절단용 검자를 이용한 도재브라켓의 기계적 제거시, 0.69의 평균 잔여레진 부착지수를 보임으로써 법랑질과 레진 경계부에서 파절이 가장 빈발한 양상을 보였다.
- 2) 전기열전도 방법을 이용한 도재브라켓의 제거시 2.19의 평균 잔여레진 부착지수를 보임으로써 브라켓과 레진 경계부에서의 파절이 가장 빈발한 양상을 보였다.
- 3) 기계식 방법으로 도재브라켓의 제거시, 법랑질표면의 주사전자현미경 관찰조건은 실험군의 7.5%에서 법랑질표면의 탈락과 패임 등의 손상을 보였다.
- 4) 잔여레진의 제거의 고속 resin polishing bur사용군에서 가장 적은 잔여레진막을 보였다.

(주요단어 : 도재브라켓, 기계적 제거방법, 전기열전도 제거방법, 잔여레진)

### I. 서 론

1955년 Buonocore<sup>7)</sup>에 의해 법랑질을 산부식시켜 브라켓의 기계적 유지를 얻는 직접 부착술식이 보고된 이래, 교정분야에서는 심미적 치료를 위한 교정장치의 많은 개선이 이루어졌다. 비교적 눈에 띄지 않는 설측교정장치, 플라스틱 브라켓, 도재브라켓 등이 소개되었는데, 특히 도재브라켓은 플라스틱브라켓의 변형, 변색과 같은 단점을 보완하여 널리 사용되어 왔

다. 그러나 도재브라켓은 치료과정이나 치료가 종료되어 장치를 제거할 때, 브라켓자체의 파절 또는 법랑질 표면의 손상 등의 단점이 지적되면서 도재브라켓의 물리적 성질<sup>11,21,27)</sup>, 임상적인 적용<sup>2,3,5,22)</sup>, 그리고 법랑질 구조에 미치는 영향<sup>2,4,34,38,40,41)</sup>에 많은 연구가 이루어졌다. 전통적인 금속브라켓의 제거시, 그 파괴양상은 브라켓과 레진 경계부의 접착제 파괴, 레진부분의 파괴, 브라켓자체 변형 등을 보이지만<sup>5,9,20)</sup>, 도재브라켓의 경우는 산부식에 의한 법랑질과 레진의 기계적 결합력보다 도재브라켓 기저부와 레진의 화학적 결합력 증가로 브라켓 제거시 그 파괴부위가 법랑질과 레진 경계부에 빈발하며 그 결과, 법랑질 표면에 손상 빈도의 증가를 보고하고 있다<sup>3,15)</sup>.

1) 조선대학교 치과대학 교정학교실

2) 조선대학교 치과대학 교정학교실 전임강사

3) 조선대학교 치과대학 교정학교실 부교수

도재브라켓은 다결정형 또는 단결정형 산화 알루미늄으로 구성되어 있는데, Kusy등<sup>21)</sup>은 도재브라켓의 주사전자현미경 관찰을 통해 그 표면에는 불규칙한 형태의 다공이 존재하여 거칠다는 것과 다결정체 입자 사이의 결합이 매우 약해 입자간 파절이 빈발함을 보고하였다. 또한 도재브라켓 파절과 관련된 다른 요소로 표면의 미세한 굽힘과 균열을 들었다. 이는 도재브라켓이 쉽게 파절될 수 있는 원인이 되며 교정용 선재의 조정이나 결찰, 저작력, 교합력에 의해 발생된 응력도 균열을 형성할 수 있다고 하였다.

도재브라켓의 제거시, 그 파절양상은 레진과 범랑질 경계부의 파절이외에도 브라켓자체의 파절, 레진 내부의 파절, 범랑질표면의 파절, 브라켓과 레진 경계부의 파절 등을 볼 수 있는데 이는 범랑질표면 처리방법<sup>7,12,25)</sup>, 산부식시간<sup>19)</sup>, 레진의 종류<sup>8,24,28)</sup>, 도재브라켓의 유지양상<sup>2,27,31,39)</sup>, 그리고 제거방법<sup>13,17,20,32,33,35,36,37,38)</sup> 등에 의해 영향받는다. 따라서 교정치료후 브라켓의 제거와 그 파절양상에 따른 치면의 잔여레진을 제거하고 범랑질 표면을 회복시켜 주는 것이 중요한 문제가 되고 있다<sup>6,8,10,14)</sup>. 여러 선학자들에 의해 다양한 기구와 술식으로 잔여레진 제거와 범랑질표면의 평가가 이루어졌다<sup>8,9,12,15,30,40)</sup>.

한편 Casparsen등<sup>10)</sup>은 에너지분산 X-ray의해, Gwinnett등<sup>14)</sup>은 자외선 촬영법에 의해 치면 연마 후에도 여전히 잔여레진막이 남아있음을 보고하였는데 이러한 잔여레진막이 남아있음을 보고하였는데 이러한 잔여레진은 치아와 유사한 색상을 지니고 있으며 또한 타액에 의해 젖어있음으로써 거의 눈에 띄지 않거나, 범랑질의 용해도를 증가시키지 않으므로 그 존재여부가 임상적으로 크게 중요하지 않다<sup>5,6,8)</sup>. 그러나 치경부에 근접한 잔여레진막에는 세균에 부착하기 쉽고 변색되기 쉽다. 임상적으로 잇솔질과 같은 기계적 마모에 의해 시간이 지남에 따라 이러한 잔여레진막이 저절로 제거되기를 기대하지만, Brobakken등<sup>6)</sup>의 보고에 의하면 일정기간동안 일어나는 마모 정도의 관찰 결과, 거대입자뿐 아니라 미세입자의 경우에서도 거의 마모가 일어나지 않는다고 하였다. 따라서 적절한 치면 연마의 과정이 필요하다고 할 수 있겠다.

이에 저자는 전기열전도 방법을 통하여 도재브라켓을 제거함으로써 기존의 기계적 방법에 의한 범랑질표면의 손상을 피할 수 있는 가능성을 찾아보고자 하였으며 또한 남아 있는 잔여레진의 효과적 제거방법을 선택하기 위해 연구를 시행하게 되었으며 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1) 연구재료

청소년기 환자에서 교정치료를 위해 발거한 소구치 80개를 본 연구의 연구재료로 선정하였는데 이들을 우식병소나 충전물이 존재하지 않는 건전한 범랑질 표면을 지닌 것들로 한정되었고 발거 즉시 0.1% Thymol 용액에 보관하여 탈수를 방지하도록 하였다. 40개는 기계적 방법에 제거를 위한 실험군으로 나머지 40개는 전기열전도 방법에 의한 제거를 위한 실험군으로 분류하였다.

### 2) 연구방법

#### 1. 도재브라켓 부착

Thymol용액에 보관되었던 표본을 불소 및 다른 첨가제가 포함되지 않는 연마제와 러버컵을 이용하여 치면세마한 후, 30초간 세척하여 건조하였다. 37% 인산으로 30초간 부식시킨 후 30초간 세척하였다. 교정용 직접부착레진(no-mix type<sup>R</sup> BISCO)을 사용, 제조회사의 지시를 따라 다결정형 도재브라켓(Fascination<sup>R</sup> Dentarum)을 정확하게 위치시켜 밀접하게 적합시킨 후 과도한 레진은 경화되기 전에 scaler로 조심스럽게 제거하였다. 15분의 초기 중합후 완전한 경화를 위해 37°C 100% 습도가 유지되는 항온기에 1주일 보관하였고, 5°C에서 60°C로 1000회(2 cycle/min) thermal cycling을 시행하였다.

#### 2. 기계적 방법에 의한 도재브라켓 제거

기계적 방법에 의한 도재브라켓의 제거는 40개의 실험군을 대상으로 결찰와이어 절단용 검자를 범랑질과 레진 경계부에 위치시킨 후 천천히 점진적인 squeezing force를 적용하여 브라켓의 레진 접합부의 파절을 유도하였으며 Stereo zoom microscope(Olympus)를 이용한 관찰하에 Kinch<sup>8)</sup>의 잔여레진 부착지수(Adhesive Remnant Index : ARI 0 : 치면에 잔여레진이 전혀 없는 경우, ARI 1 : 치면에 잔여레진이 반이하 남은 경우, ARI 2 : 치면에 잔여레진이 반이상 남은 경우, ARI 3 : 치면 전체에 잔여레진이 남은 경우)에 의한 탈락양상을 평가하였다.

#### 3. 전기열전도 방법에 의한 도재브라켓 제거

전기열전도 방법에 의한 도재브라켓의 제거는

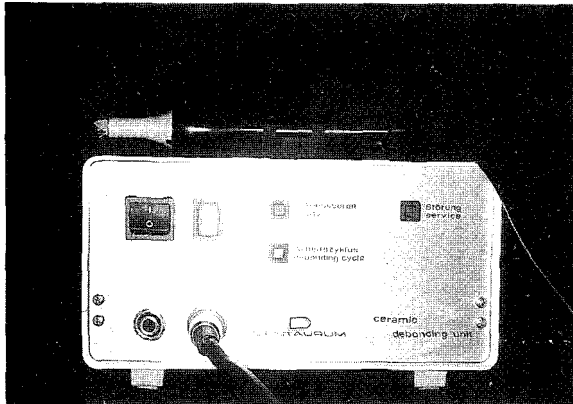


Fig 1. Ceramic debonding unit<sup>R</sup> (Dentaram)

Ceramic debonding unit<sup>R</sup> (Dentaram)를 이용하여 간접적 전기유도에 의한 가열말단부를 브라켓 solt과 wing에 밀착시켜 열에 의해 레진이 연화되면 시계방향으로의 약한 레진접합부의 파절을 유도하였으며, 역시 Kinch<sup>8)</sup>의 잔여레진 부착지수에 의한 탈락양상을 평가하였다. 이때 레진 연화에 필요한 heating cycle횟수를 기록하였다(Fig 1).

4. 주사전자현미경 관찰

주사전자현미경(JEOL, JSM840A)을 이용하여 각 군별로 법랑질표면의 손상과 도재브라켓 파절면을 관찰하였다.

5. 연마에 의한 레진 제거

도재브라켓의 전기열전도 방법에 의한 제거군을 각각 10개씩 저속 tungsten carbide bur에 의한 연마군, 저속 sof-lex disc에 의한 연마군, 그리고 고속 resin polishing bur에 의한 연마군, 그리고 초음파 치석제거기에 의한 연마군으로 분류하였고 법랑질손상을 최소로 하기 위해 동일한 술자에 의해 주의깊게 시행되었다.

6. 잔여레진막 평가

연마후, 치면에 대한 잔여레진막 표면적비율을 평가하기 위해 10배율에서 촬영된 사진을 이용하여 명도차이에 의한 비율의 평가가 가능한 화상분석기(Image Analyser Leco 300)에 입력하여 레진 제거 후에도 여전히 남아있는 잔여레진막 표면적비율(%)을 구하였다.

III. 연구성적

1. 도재브라켓의 제거양상 비교

기계적 방법에 의한 제거시, 분리된 위치의 52.5%는 법랑질과 레진 경계부였고 잔여레진양은 거의 없었다. 그리고 4개의 도재브라켓자체의 파괴(10%)를 보였으며 평균 잔여레진 부착지수 0.69를 보임으로써 치면에 잔여레진이 전혀 없는 경우나 반이하 남은 경우가 가장 많은 것으로 나타났다(Table 1).

전기열전도 방법을 이용한 경우, 분리된 위치의 80%는 레진과 브라켓 경계부였고 치면에 부착된 잔여레진양이 많았으며 평균 잔여레진 부착지수 2.19를 보임으로써 치면에 잔여레진이 반이상 남은 경우가 가장 많은 것으로 나타났다(Table 1).

2. 법랑질표면과 탈락된 도재브라켓의 주사 전자현미경적 소견

기계적 방법으로 제거한 경우 3개의 치아에서 법랑질표면의 탈락과 패임이 관찰되었고(7.5%) 브라켓기저부에 많은 양의 레진과 탈락된 법랑질이 존재하였다(Fig 5, 6). 그리고 4개의 표본에서 브라켓기저부는 치면에 부착된 채 wing만이 파절되었다. 전기열전도 방법으로 제거한 경우 법랑질표면의 손상과 도재브라켓자체의 파절은 관찰되지 않았다(Fig 7, 8).

3. 연마방법에 따른 잔여레진의 평가

연마방법에 따른 법랑질표면의 양상은 저속 tungsten carbide bur의 잔여레진을 제거하기 용이하였지

Table 1. ARI by mechanical and electrothermal debracketing methods.

(Unit : %)

Debracketing type	ARI 0	1	2	3	Mean Index
mechanical	40%	52.5%	5%	2.5%	0.69%
electrothermal	0%	2.5%	80%	17.5%	2.19%

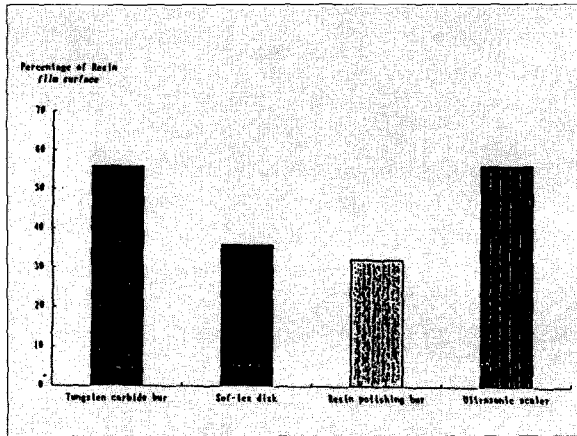


Fig 2. The Percentage of surface of Residual resin remnant

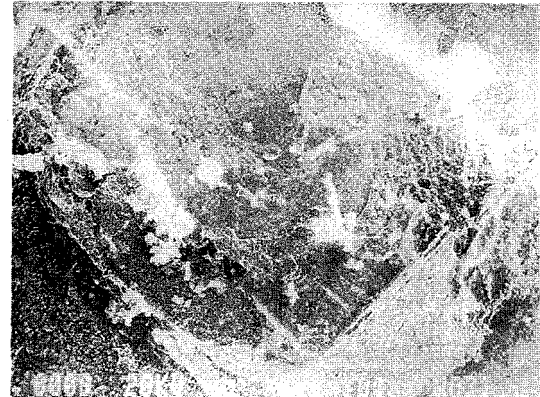


Fig 5. Enamel surface mechanical debracketing (×23)

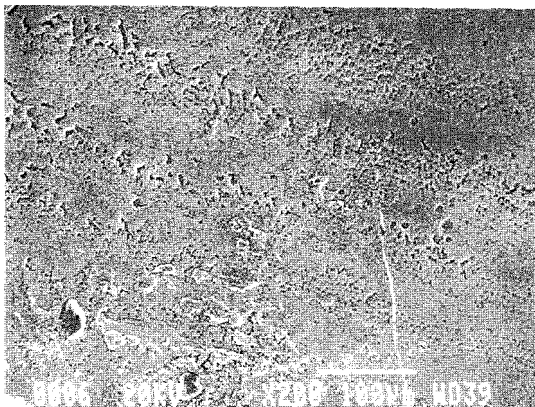


Fig 3. Unconditioned normal enamel surface (×200)

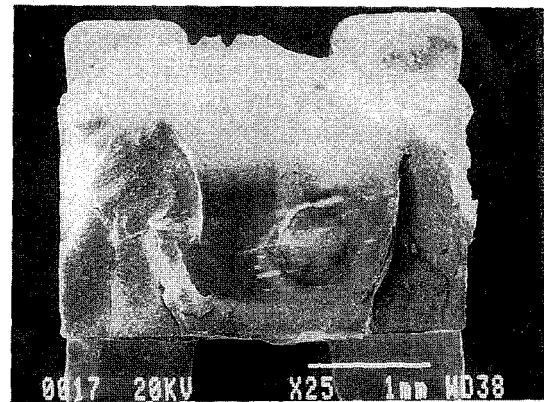


Fig 6. Ceramic bracket base after mechanical debracketing (×25)

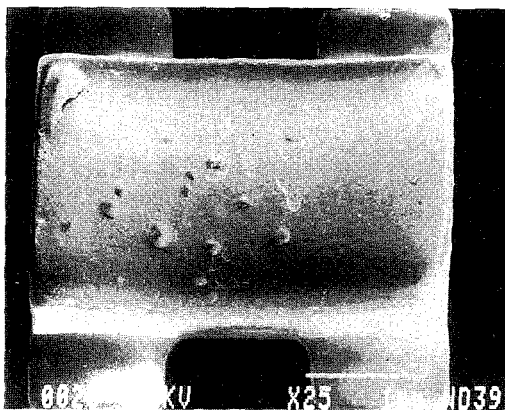


Fig 4. Unconditioned manufactured ceramic bracket base (×25)



Fig 7. Enamel surface after electrothermal debracketing (×23)

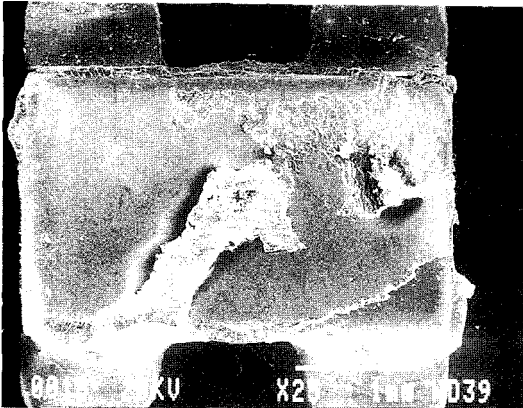


Fig 8. Ceramic bracket base after electrothermal debonding (×25)



Fig 11. Ceramic bracket base after resin removal using by polishing bur (×30)

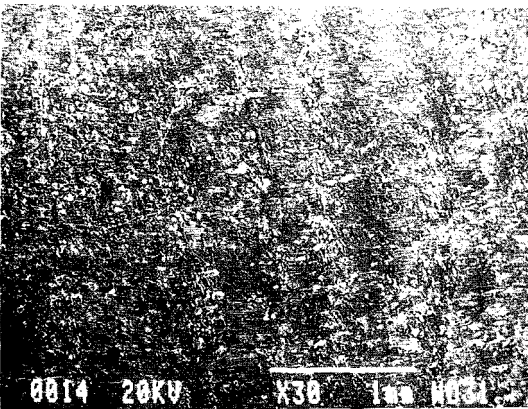


Fig 9. Ceramic bracket base after residual resin removal using by tungsten carbide bur(×30)



Fig 12. Ceramic bracket base after residual resin removal by ultrasonic scaler (×30)



Fig 10. Ceramic Debonding Unit (Dentarin)

만 많은 거침과 균열이 존재하였고 평균 55.91%의 잔여레진막이 존재하였다(Fig 9). 저속 sof-lex disc의 경우 미세한 줄무늬 형상이 존재하였고 35.85%의 매끄러운 잔여레진막의 존재하였다(Fig 10).

고속 resin polishing bur의 경우 잔여레진 제거에 가장 적은 시간이 소요되었지만 미세한 열구가 존재하였고 32.08%의 매끄러운 잔여레진막이 존재하였다(Fig 11). 초음파 치석제거기의 경우 거침과 미세한 균열이 존재하였고 56.25%의 잔여레진막이 존재하였으며 평균 소요시간이 가장 길었다(Fig 12). 또한 치면에 대한 잔여레진막의 비율을 평가한 결과, 고속 resin polishing bur에 의한 연마군에서 가장 적은 잔여레진막이 존재하였다.

#### IV. 총괄 및 고안

성인 교정의 수요가 증가됨에 따라 심미성을 고려한 도재브라켓의 사용이 널리 증가되었다. 그러나 도재브라켓의 가장 큰 단점인 치료과정이나 치료가 종료되어 장치를 제거할 때 법랑질표면의 손상 및 브라켓자체의 파절과 같은 문제점이 제시된 바<sup>3,4,10,22)</sup> 이러한 문제점을 해결하기 위해 다양한 도재브라켓의 종류<sup>19,27,39)</sup>, 법랑질표면 처리방법<sup>7,12,25)</sup>, 산부식시간<sup>19)</sup>, 접착레진의 종류<sup>8,24,28)</sup>, 브라켓 유지방법<sup>5,27,31,39)</sup>, 그리고 도재브라켓을 제거하기 위한 여러가지 방법이 고안되었는데 여기에는 브라켓 제거용 겸자 또는 결찰와이어 절단용 겸자를 이용하는 기계적인 방법<sup>33,35,38)</sup> 간접적 열전도에 의한 열전기적 방법<sup>13,29,36,37)</sup> 초음파기구를 이용한 방법<sup>20)</sup>, 그리고 레이저를 이용한 방법<sup>17,32)</sup>, 을 들 수 있다.

본 연구는 도재브라켓의 여러가지 제거방법중 기존에 이용되어 왔던 기계적 제거방법과 비교적 최근에 도입되었던 전기열전도방법을 이용하여 도재브라켓을 제거한 결과 레진접착부의 탈락양상을 평가하였으며 아울러 잔여레진의 효과적 연마방법을 찾아 한 것이다.

브라켓의 기계적 제거방법은 브라켓 제거용 겸자 또는 결찰와이어 절단용 겸자를 이용하는데 Swartz<sup>38)</sup>는 날카로운 날을 지닌 기구를 법랑질과 레진 경계부에 위치시킨 후 천천히 점진적인 squeezing force를 적용시켜야 한다고 하였으며 Samir<sup>33)</sup>은 날이 좁은 기구와 날이 넓은 기구를 비교하여 치면에 대해 인장력, 전단력을 적용시켜 분리시 효율성과 필요한 힘의 크기를 평가하여 날이 좁은 기구가 ( $120\text{kg}/\text{cm}^2$ )가 날이 넓은 기구( $150\text{kg}/\text{cm}^2$ )보다 효과적이라고 하였다. 이에 따라 가능한 날이 좁은 기구를 브라켓 기저부양측, 브라켓과 레진 경계부에 동시에 접촉시킨 후 천천히 squeezing force를 적용하는 것이 바람직한 것으로 보인다. 그러나 이러한 방법은 금속브라켓의 경우, 금속 파절 전 까지 20%의 자체변형을 허용하는 물성에 의해 브라켓과 레진 경계부에서 분리하여 임상적 조직학적으로 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었지만, 도재브라켓의 경우에는 낮은 인성과 높은 취성으로 1%의 변형을 허용하기 전에 파괴되는 물성에 의해 법랑질표면의 손상과 브라켓 자체의 파절이 야기된다<sup>33,35)</sup>. Samir<sup>35)</sup>은 기계적 방법으로 도재브라켓의 제거시 법랑질표면 손상으로 인한 도재브라켓의 제거시 법랑질표면 손상으로 인한 우식이환을

의 증가, 브라켓자체 파절로 인한 연하가능성, 그리고 치면에 남아있는 도재제거를 위한 고속용 회전기구 사용을 단점으로 지적하였고, Theodore<sup>39)</sup>은 5가지 종류의 도재브라켓의 탈락양상을 비교하여 브라켓이 기계적 화학적으로 유지될 때 더 빈발한 법랑질표면 손상이 야기되었고 또한 단결정형 도재브라켓에서 브라켓자체의 파절이 더 빈발하다고 하였다.

본 연구에서 도재브라켓을 기계적 방법으로 제거한 결과, 0.69의 평균 잔여레진 부착지수를 보임으로써 법랑질과 레진 경계부에서 분리가 가장 빈발하였음을 나타내고 이는 도재브라켓과 레진의 결합력증가에 기인된 것으로 사료된다. 이러한 소견은 법랑질표면의 손상가능성을 암시하는 것으로 보이는데 실제로 주사전자현미경 관찰 결과, 실험군의 7.5%에서 법랑질표면의 탈락과 패임이 존재하여 선학들의 보고와 유사한 결과를 보였다. 또한 실험군의 10%에서 도재브라켓의 wing이 파절되었다.

금속브라켓의 변형을 최소화하여 재활용하기위한 방법으로 열전도에 의한 전기열전도 방법이 도입되면서 유도 전류에 의해 금속브라켓을 안전하고 용이하게 제거할 수 있게 되었다<sup>13,36,37)</sup>. 그러나 도재브라켓은 전기적, 열적 부도체이므로 간접적으로 열전기가 전해져야 한다. Paul-George<sup>29)</sup>은 금속브라켓과 도재브라켓은 전기열전도 방법으로 제거한 결과 금속브라켓경우에는 레진 연화동안 치수의 염증반응을 야기하지 않았고 평균소요시간은 80-120msec인 반면, 도재브라켓경우에는 1회 이상의 열을 가한 경우 치수의 염증반응, 동통, 브라켓자체의 파절이 유발될 수 있다고 하였고 열기구의 온도가  $450^\circ\text{C}$ 일때 법랑질과 상아질 경계부의 온도는  $42^\circ\text{C}$ 이상으로 상승되지 않는다고 하였다. Frederick<sup>13)</sup>은 레진 연화에 필요한 열은 레진 종류에 따라 다르고 레진 온도의 작은 차이가 제거에 필요한 하중에 큰 영향을 주는데, 실온에서는 346N(Newton)의 하중이 요구되었고 이는 법랑질 손상을 야기한 반면,  $75^\circ\text{C}$ 에서는 147N(Newton)의 하중이 요구되었고 법랑질 손상이 없었으며 이 온도에서는 치수손상이 야기되지 않는다고 하였다. 그러나 전기열전도 방법에 의한 브라켓제거시, 레진 연화에 상당히 고온이 요구된다는 것과 레진 종류와 양에 따라 필요한 heating cycle이 다르고, 1회 이상 heating cycle이 적용된 경우 여러 치아의 치수에서 약간의 염증세포 침윤이 관찰되었고, 몇 개의 브라켓 제거후 반드시 열기구의 가열말단부를 식혀야 하고, 가열말단부의 형태가 특별한 도재브라켓에만 적합되

도록 설계되어 있다는 등의 단점이 보고되고 있다<sup>29,35</sup>. 또한 Frederick<sup>13</sup>은 전기열전도 방법에 의해 금속브라켓과 도재브라켓을 제거한 결과를 비교하여, 도재브라켓의 경우 법랑질표면의 손상이 관찰되지 않았고 법랑질과 레진의 경계부에서 분리되었고 금속브라켓보다 많은 heating cycle이 요구되었다고 하였다.

본 연구에서 전기열전도 방법으로 도재브라켓을 제거한 결과, 2.19의 평균 잔여레진 부착지수를 보임으로써 브라켓과 레진 경계부에서 분리가 빈발하였음을 나타내었고 이는 법랑질표면의 손상을 최소화할 수 있는 소견으로 사료되며 실제로 주사전자현미경 관찰 결과, 법랑질표면의 손상과 브라켓자체의 파절은 없었다. 이러한 소견은 여러 선학들이 보고와 대체로 유사한 결과를 보이는 것으로 사료된다.

도재브라켓의 기계적 제거방법과 전기열전도 제거방법과 다른 방법으로 Ketth<sup>20</sup>은 특수하게 설계된 초음파기구 절단부와 초음파 치석제거기(Cavitron 2002<sup>R</sup> dentsply international, York.)를 사용한 제거방법을 보고하였다. 직선형 chisel tip을 브라켓 지지부와 법랑질 경계면사이의 레진에 위치시켜 약 0.5mm의 골이 형성될 때까지 근원심방향으로 움직여 레진 결합을 파괴하고 브라켓제거를 용이하게 한다고 하였다. 그러나 브라켓제거를 시도하기 전에 브라켓주위의 과도한 레진을 제거해야 하는 점과 제거시 많은 소요 시간과 과도한 열이 발생한다는 단점을 보고하고 있다<sup>20,35,40</sup>.

Karlheinz<sup>17</sup>은 CO<sub>2</sub>와 YAG 레이저를 이용하여 다결정형과 단결정형 산화 알루미늄으로 구성된 도재브라켓 제거방법을 보고하였는데 CO<sub>2</sub> 레이저 파장(10.6mm)에너지가 도재표면에 흡수되어 열로 전환, 기저부에 전도되어 레진이 연화된다고 하였는데 치수와 골조직 손상 가능성이 있고 국소마취 필요성이 있다고 하였으나 그 임상적 적용은 아직 보고된 바 없다.

초음파 치석제거기를 이용한 제거방법과 레이저를 이용한 제거방법을 시술상의 많은 시간소요, 많은 열 발생, 특수 장비의 설치로 인하여 임상적 적용이 제한되는 단점에 의해 본 연구에 포함시키지 않았다.

브라켓 제거후 치면 연마는 다양한 기구와 술식으로 잔여레진을 제서하는 과정인데 Burapavong<sup>9</sup>는 hand scaler, Retief<sup>30</sup>는 sandpaper disc, Gwinnett<sup>15</sup>은 green rubber wheel, Zachrisson<sup>40</sup>은 tungsten carbide bur를 권장하였다. 또한 Fitzpatrick<sup>12</sup>, Br-

own<sup>8</sup>은 브라켓과 잔여레진 제거 방법에 따른 법랑질 상실량을 보고 하였고, Gwinnett<sup>15</sup>은 브라켓 제거과정에 의해 법랑질의 굽힘과 열구의 발생을, 그리고 Zachrisson<sup>40</sup>은 균열발생의 양상을 보고한 바 있다.

본 연구에서는 제거술식의 객관화를 위해서 동일한 술자에 의해 공기에 의한 냉각을 시행하면서 조심스럽게 잔여레진의 제거가 이루어졌다. 잔여레진 제거는 고속 resin polishing bur 사용군에서 가장 짧은 시간에 육안적 관찰에 의한 제거가 이루어졌고, 초음파 치석제거기 사용군에서 가장 많은 시간이 소요되었다. 굽힘은 저속 tungsten carbide bur 사용군에서 가장 많이 존재하였고, 초음파 치석제거기 사용군, 저속 sof-lex disc 사용군, 고속 resin polishing bur 사용군 순서로 감소된 양상을 보였다.

잔여레진 제거후 치면에 존재하는 잔여레진막 표면적비율은 초음파 치석제거기 사용군에서 가장 높았고, 저속 tungsten carbide bur 사용군, 저속 sof-lex disc 사용군, 고속 resin polishing bur 사용군 순서로 감소된 양상을 보인 바, 제거시간의 효율성과 잔여레진막의 효과적인 제거에 있어서 모두 고속 resin polishing bur 사용군이 우수함을 알 수 있다.

법랑질표면 손상방지와 도재브라켓의 재활용측면에서는 브라켓과 레진 경계면 또는 레진 내부에서 분리가 일어나는 것이 바람직하므로 전기열전도 방법에 의한 제거가 우수하지만, 잔여레진의 제거과정에서 있을 수 있는 법랑질 표면 손상, 소요되는 시간과 열에 의한 치수손상 등의 문제를 들 수 있다. 그러나 이는 주의깊은 연마에 의해 극복될 수 있는 것으로 보이며 여러가지 연마방법중에서 고속 resin polishing bur를 이용하여 조심스럽게 연마하는 것이 잔여레진막의 형성을 최소화 할 수 있는 방법으로 사료된다.

한편 전기열전도 방법에 의한 도재브라켓의 제거과정과 잔여레진 연마과정에서 발생하는 열에 의한 치수조직의 조직학적 변화양상이 앞으로 연구되어야 할 것이다.

## V. 결 론

도재브라켓의 제거방법에 따라 법랑질표면에 미치는 영향을 비교 평가하기 위하여 80개의 발거된 소구치를 대상으로 통법에 의해 도재브라켓을 부착시키고 일주일후 각각 40개의 기계적방법에 의한 제거군

과 전기열전도 방법에 의한 제거군으로 구분하여 도재브라켓의 제거를 유도한 후, 그 탈락양상 및 도재브라켓과 법랑질표면의 주사전자현미경 관찰을 시행하였으며, 전기열전도 방법에 의한 제거군에 다시 각각 10개씩 저속 tungsten carbide bur에 의한 연마군, 저속 sof-lex disc에 의한 연마군, 고속 resin polishing bur에 의한 연마군, 그리고 초음파 치석제거기에 의한 연마군으로 분류하여 잔여레진의 연마를 시행한 후, 잔여레진의 평가에 의해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 결찰와이어 절단용 겸자를 이용한 도재브라켓의 기계적 제거시, 0.69의 평균 잔여레진 부착지수를 보임으로써 법랑질과 레진 경계부에서의 파절이 가장 빈발한 양상을 보였다.
2. 전기열전도 방법을 이용한 도재브라켓의 제거시, 2.19의 평균 잔여레진 부착지수를 보임으로써 브라켓과 레진 경계부에서의 파절이 가장 빈발한 양상을 보였다.
3. 기계적 방법으로 도재브라켓의 제거시, 법랑질표면의 주사전자현미경 관찰소견은 실험군의 7.5%에서 법랑질표면의 탈락과 패임등의 손상을 보였다.
4. 잔여레진의 제거는 고속 resin polishing bur 사용군에서 가장 적은 잔여레진막을 보였다.

REFERENCE

1. 송정국, 손병화 : 수종의 bracket(DBS)제거방법에 따른 법랑질 표면에 대한 주사전자현미경적 연구 : 대한치과교정학회지, Vol 15, No 2, 1985.
2. 윤정진, 유영규 : "metal bracket과 ceramic bracket의 전달 결합강도와 debonding상태에 관한 연구" : 대한치과교정학회지, Vol 22, No 2, 1992.
3. Anthony, D.V. and Ralph, D. : "Enamel surface abrasion from ceramic orthodontic brackets ; A case report" : Am. J. Orthod., 96 ; 514-518, 1989.
4. Anthony, D.V. and Kathleen, A.C. : "Scanning electron microscope evaluation of clinical failure of single crystal ceramic brackets" : Am. J. Orthod., 103 ; 537-544, 1993).
5. Bertrand, D.R. and Grayson, W.M. : "Enamel surface evaluation after clinical treatment and removal of orthodontic bracket" : Am. J. Orthod., 423-426, 1982.
6. Brobakken, B.O. and Zachirsson, B.U. : "Abrasive wear of bonding adhesives : studies during treatment and after bracket removal" : Am. J. Orthod., 79 ; 134, 1981.
7. Bronocore, M.C. : "A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface" : J. Dent. Rest., 34 : 849-853, 1955.

8. Brown, C. R. L. and Way, D. C. : "Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives" : Am. J. Orthod., 74 : 663-671, 1978.
9. Burapavong, V., Apfel, D.A. and Marshall, G. W. : "Enamel surface characteristics on removal of bonded orthodontic bracket" : Am. J. Orthod., 78 : 176-187, 1978.
10. Caspersen, I. : "Residual acrylic adhesive after removal of plastic orthodontic bracket : A scanning electron microscopic study" : Am. J. Orthod., 71 ; 637-649, 1977.
11. Douglass, J. B. : "Enamel wear caused by ceramic brackets" : Am. J. Orthod., 95 ; 96-98, 1989.
12. Fitzpatric, D. A. and Way, D. C. : "The effect of wear, acid etching and bond removal on human enamel" : Am. J. Orthod., 71 : 671-689, 1977.
13. Frederick, A. R. : "Thermal debonding of orthodontic resins" : Am. J. Orthod., 98 ; 56-65, 1990.
14. Gwinnett, A. T., and Ceen, R. H. : "An ultraviolet photographic technique for monitoring plaque after direct bonding procedures" : Am. J. Orthod., 73 : 178-186, 1978.
15. Gwinnett, A. T. : "A comparison of shear bond strength of metal and ceramic brackets" : Am. J. Orthod., 93 ; 346-348, 1988.
16. Gwinnett, A. T. : The bonding of sealants to enamel" : J. Am. Soc Prev Dent., 3 : 21, 1973.
17. Karlheinz, S. and Ted, L. B. : "Laser-aided debonding of orthodontic ceramic brackets" : Am. J. Orthod., 101 ; 152-158, 1992.
18. Kinch, A. P., Taylor, H., Wartier, R., Oliver, R. G., and Newcomb, R. G. : "A clinical study of amount of adhesive remaining of enamel after bonded, comparing etch times of 19 and 60 seconds" : Am. J. Orthod., 95 ; 415-421, 1989.
19. Keith, V. K. and James, M. C. : "Orthodontic brackets removal using conventional and ultrasonic debonding techniques, enamel loss, and time requirements" : Am. J. Orthod., 103 ; 258-266, 1993.
20. Kusy, R. P. : "Coefficients of friction for arch wires in stainless steel and polycrystalline alumina bracket slots" : Am. J. Orthod., 98 ; 300-312, 1990.
21. Jeirondi, M. T. : "Enamel fracture caused by ceramic brackets" : Am. J. Orthod., 99 ; 97-99, 1991.
22. Johanna, C. B. : "Shear bond strength of ceramic brackets to enamel" : Am. J. Orthod., 98 ; 348-353, 1990.
23. Joseph, V. P. and Rossouw, E. : "The shear strengths of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resins" : Am. J. Orthod., 97 ; 212-125 1990.
24. Maskerroni, A. J. : "Ceramic brackets bonding ; A comparison of bond strength with polyacrylic acid and phosphoric acid enamel conditioning" : Am. J. Orthod., 97 ; 168-175, 1990.



25. Mark, E. and David, P. W. : "Heat generated by grinding during removal of ceramic brackets" : *Am. J. Orthod.*, 99 ; 505-512, 1991.
26. Meister, R. E. : "A comparison of enamel detachment after debonding between Unitek's "Dynamok" bracket and a foil mesh bracket ; A scanning electron microscopic study" : *Am. J. Orthod.*, 88 ; 266-271, 1985.
27. Odegaard, J. and Segner, D. : "The use of visible light-curing composites in bonding ceramic brackets" : *Am. J. Orthod.*, 97 ; 188-193, 1990.
28. Paul-Georg, Jost-Brinkmann, : "Histologic investigation of the human pulp after thermodebonding of metal and ceramic brackets" : *Am. J. Orthod.*, 102 ; 410-417, 1992.
29. Retif, D. H., Denys, F. R. : "Finishing of enamel surface debonding of orthodontic attachment" : *Am. J. Orthod.*, 49 ; 1-10, 1979.
30. Ripley, K. T. : "In vitro comparative study of shear and tensile bond strengths for stainless steel and ceramic orthodontic brackets. (Master thesis) Iowa city : The university of Iowa, 1988.
31. Robert, M. T., and Prter, T. W. : "Laser debonding of ceramic orthodontic bracket" : *Am. J. Orthod.*, 103 ; 155-162, 1993.
32. Samir, E. B. and Dale, E. F. : "Comparisons of the effectiveness of pliers with narrow and wide blades in debonding ceramic brackets" : *Am. J. Orthod.*, 103 ; 253-257, 1993.
33. Samor, E. B. and Dale, E. F. : "Debonding strengths of different ceramic brackets, enamel conditioners and adhesives" : *Am. J. Orthod.*, 104 ; 170-179, 1993.
34. Samir, E. B. : "Comparison of different debonding techniques for ceramic brackets, An in vitro study part I" : *Am. J. Orthod.*, 98 ; 145-153, 1990.
35. Sheridan, J.J., Brawley, G., and Hastings, J. : "Electrothermal debracketing, Part I. An vitro study" : *Am. J. Orthod.*, 89 ; 21-27, 1986.
36. Sheridan, J.J., Brawley, G., and Hastings, J. : "Electrothermal debracketing, Part II. An vivo study" : *Am. J. Orthod.*, 89 ; 141-145, 1986.
37. Swartz, M. E. : "A technical bulletin on the issue of bonding and debonding ceramic brackets" : Glendora, California, Ormco Corp 1988.
38. Theodore, E., and Anthony, D. : "Failure mode analysis of ceramic brackets bonded to enamel" : *Am. J. Orthod.*, 104 ; 21-26, 1993.
39. Zachrisson, B.U., and Arthun, J. : "Enamel surface appearance after various debonding techniques" : *Am. J. Orthod.*, 75 ; 121-137, 1979.
40. Zachrisson, B. U. : "A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics" : *Am. J. Orthod.*, 71 ; 173-189, 1977.

---

-ABSTRACT-

## A Scanning electron microscopic study of enamel surface by debracketing of ceramic bracket

Mi-Suk Park, Young-Jooh Yoon, Kwang-Won Kim

*Department of Orthodontics, College of Dentistry, Chosun University*

The purposes of this study were to evaluate and compare the frequency of ceramic bracket fracture, frequency of enamel fracture, bond fracture site, adhesive remnant index after mechanical and electrothermal debracketing, to evaluate effectiveness of high and low speed rotary instrument and ultrasonic instrument during residual adhesive remnants removal, and to measure resin film surface(percentage) using by image analyser(Leco 300). Bond fracture site, bracket fracture, and enamel surface damage were examined by scanning electron microscope.

The following results were obtained :

1. In the mechanical debracketing group, the bond failed predominantly at enamel-adhesive interface with the bulk of adhesive remaining on bracket base.
2. In the eletrothermal debracketing group, the bond failed predominantly at adhesive-bracket interface with the bulk of adhesive remaining on enamel surface.
3. The most effectiveness of residual resin removal was obtained by means of the resin polishing bur and the order of scratch formation was the precedure using tungsten carbide bur, ultrasonic scaler, sof-lex disc, and polishing bur.
4. The order of the resin film surface percentage was ultrasonic scaler, tungsten carbide bur, sof-lex disc, and resin polishing bur.

KOREA. J. ORTHOD. 1996 ; 26 : 613-622

※**Key words** : cermic bracket, mechanical debracketing method, electothermal dibracketing method, residual resin