

# 금속 유지장치의 오염이 레진 접착 결합력에 미치는 영향

전남대학교 치과대학 보철학교실

박 하 옥방 몽 숙

## **The effect of contamination of the etched metal retainer on resin bonding strength.**

Ha-Ok Park, D.D.S., Mong-Sook Bang, D.D.S, Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry Chonnam National University

The purpose of this study was to evaluate the influence of saliva contamination on the resin bonding of the etched metal retainers.

The test samples were made of Verabond, and divided into 3 groups.

Retainers in group1 had normally etched metal surfaces.

Retainers in group2 had normally etched metal surfaces which were saliva-contaminated for 30 seconds and cleaned with streaming, luke-warm for 1 minute and dried thoroughly.

Retainers in group3 had normally etched metal surfaces which were saliva- contaminated for 30 seconds and dried thoroughly without water-cleansing. Each 3 group specimen was watched on SEM.

A resin core, 5mm in diameter and 6mm in length, was made of Panavia using Teflon mold on the each specimen.

These 3 groups were tested to evaluate shear bond strength, using universal testing machine.

The results were as follows :

1. The shear bond strength showed no significant difference between group1 and group2.
2. The shear bond strength showed significant difference between group1 and group3.
3. The shear bond strength significant difference between group2 and group3.
4. Scanning electron microscope photographs of group1 and group2 showed no signs of contamination but of group3 showed somewhat contaminated.

# 금속 유지장치의 오염이 레진 접착 결합력에 미치는 영향

전남대학교 치과대학 보철학교실

박 하 옥·방 몽 숙

## I. 서 론

Rochette는 1973년 치질삭제를 최소한으로 하기 위해 perforated retainer를 산처리된 범랑질 표면에 레진으로 접착시켜 처음으로 resin bonded retainer를 이용하여 결손치를 회복하였다.<sup>1-6)</sup> 비귀금속 합금의 표면을 전기화학적으로 식각시키는 방법은 1976년에 Dunn과 Reisbick이 매식용 금속인 Vitallium을 ceramic coating하기 위한 방편으로 처음 치과계에 소개하였다. 그 후 1979년에 Tanaka<sup>8)</sup>등이 레진 전장관 제작시 Ni-Cr 합금 표면을 전기화학적으로 식각시켜 레진과의 결합력을 얻는 방법을 발표하여 치아와 금속간의 결합을 목적으로 한 금속식각의 연구가 이루어지게 되었다. 그 후 Thompson, Livaditis<sup>9,10)</sup> 등에 의해 Ni-Cr 합금의 식각조건을 결정하려는 연구가 시도되어 perforated retainer가 갖는 여러 가지 문제점을 해결하여 이후 임상에 많이 이용되어 왔으며 이를 Maryland bridge라고 부르고 있다. 1980년 Yamashita<sup>11)</sup>등은 MMA-4META-TBB-O 접착성레진의 개발에 힘입어 adhesion bridge를 개발하였으며 이후 임상에서 광범위하게 이용되고 있다.

전기화학적 식각법의 치의학적 응용은 현재 임상 치과의학의 여러 분야에 영향을 주고 있으며, 선택된 경우에 한해서는 지대치를 약간만 삭제하거나 또는 전혀 삭제하지 않고 결손치를 수복할 수 있게 되었다.

금속식각의 방법으로는 전기화학적 식각법<sup>12)</sup>.

소금분말이용법<sup>13)</sup>·EZ-oxizer를 이용한 전해산화법<sup>11)</sup>·화학적 식각처리법<sup>14)</sup> 등이 있으며 이러한 금속 표면의 식각은 금속 내에 존재하는 여러 상(Phase) 중 하나 또는 그 이상의 상이 빠져 나감으로써 이루어지는 것이기 때문에 금속을 식각시켜 결합력을 얻기에 적당한 형태를 만들려면 그 금속은 다상구조를 많이 갖는 합금이어야 하며, 특히 Be을 함유한 비귀금속 합금이 레진과의 결합력이 높는데 이러한 결합력의 증가는 레진 tag와 금속 요철간의 기계적 결합에 의한 것과 표면적 증가에 따른 표면장력의 증가로 보고되고 있다. Cassidy<sup>15)</sup>등은 식각금속면에 bonding agent를 도포한 후 타액오염의 효과에 관한 연구를 하였고 Silverstone<sup>16)</sup>과 박<sup>17)</sup> 등 많은 학자들은 식각된 범랑질의 타액오염효과에 관한 연구를 하였다. 본 연구에서는 접착과정에서 발생할 수 있는 타액오염이 보철물과 레진 시멘트 사이의 결합력에 어떠한 영향을 미치는 가를 구명하고자 하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 시편 제작

40×80×1.8mm의 metal plate 한 장에 직경 10mm의 hole을 뚫어 paraffin wax를 넣은 후 두 장을 전후로 중첩하여 press를 사용하여 300kg/cm<sup>2</sup>의 압력으로 압축한 후 제거하여 납형을 제작하였다(Fig.1). 이를 인산염 매몰제인 Hi-Temp(Whip Mix Corp. U.S.A)를

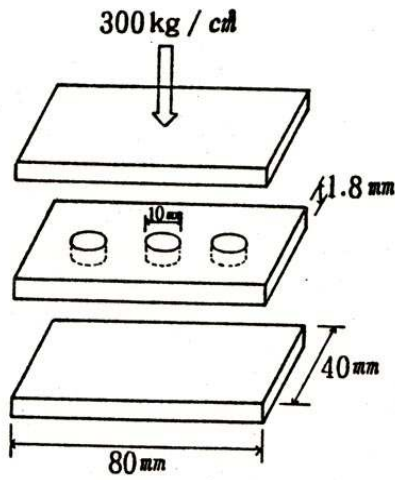


Fig 1. Diagram of wax specimen mold for wax pattern.

이용하여 Ni-Cr-Be 합금인 Verabond를 주조하였다. ring이 식은 후 매물체를 제거하였고 주조되어 나온 시편은 50 $\mu$ m 산화알루미늄(Dentsply International Inc., U.S.A)으로 20초간 균일하게 blasting하였고 실제의 도재소성과정과 동일한 처리를 위해 1800°F까지 4회 가열하였다.<sup>10)</sup> 그 후 식각 처리할 면을 10mm 거리에서 20초간 균일하게 blasting하여 금속 산화물을 제거하였으며 dull matte finish가 된 것을 확인한 후 수세하였다.<sup>18)</sup> Oxy-Etch (Oxy-dental product Inc., U.S.A) 식각기를 사용하여 각 금속시편에 전기 화학적 식각처리를 행하였다. 식각처리시에는 10% 황산 용액을 사용하였으며, 1cm<sup>2</sup>당 300mA의 전류로 3분간 처리하였다.<sup>12,19)</sup>

처리된 시편을 흐르는 물에 세척한 다음 18% 염산용액에 넣고 10분간 초음파 세척하여 부식산물을 제거한 후 수세하고 Dryer로 건조하였다. 식각된 면을 X 100 stereoscope하에서 확인하여 적절한 식각이 된 시편을 36개 선택한 후 세 군으로 나누어 시편제작용 10개, 현미경 관찰용, 2개로 분류하였다. 제1군은 대조군으로서 식각된 표면에 건조이외에 아무런 처리도 하지 않았다. 제2군은 I.L.Shannon<sup>20)</sup>의 공식에 의해 제조한 인공타액에 30초간 침적시킨 후 dryer로 건조만 시행하였다.

이 세가지 시편을 주사전자 현미경으로 관찰하였

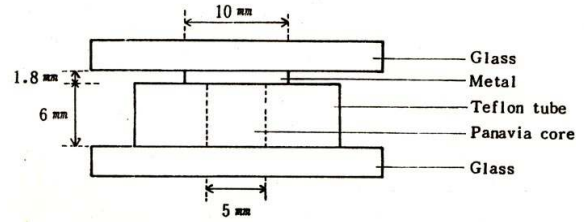


Fig 2. Diagram of bonding system

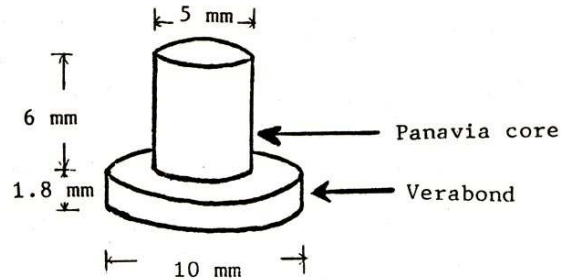


Fig 3. Diagram of constructed specimen

다(Fig.5-7). 그리고 Panavia resin core를 형성하여 부착하였다. resin core는 직경 5mm, 높이 6mm의 원주형으로서 Teflon tube를 이용해 제작하였다. Teflon tube내에 직경 5mm의 hole을 형성하여 Panavia EX(Kuralay Co., Japan)를 제조회사의 지시대로 혼합한 후 즉시 금속 시편에 부착시켰다. 그 후 Oxyguard를 바른 후 두께 3mm의 유리판으로 눌러놓았다. 레진이 굳은 후 조심스럽게 Teflon tube로부터 제거하였다. 과도한 레진은 예리한 칼로 제거하였다(Fig.2, 3). 모든 시편은 10일간 37°C에서 100% 습도에 보관하였다.

## 2. 실험 방법

### 1) 주사전자현미경 관찰

세 군의 식각된 금속시편 표면을 각각 주사전자현미경으로 관찰하였다. 각 시편은 Ion coating 기(JFC-1100C, JEOL Co., Japan)를 사용하여 400Å의 두께로 1200V에서 5분간 gold sputtering을 시행한 후 주사전자현미경(JSM-35C, JEOL Co., Japan)으로 X500, X2000의 배율로 관찰하였다(Fig5-7).

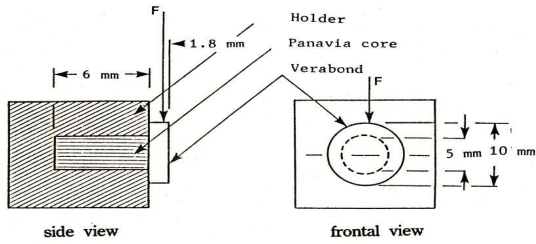


Fig 4. Planar interface shear bond test with circular interfacial area

2) 전단강도 측정

각 시편은 만능물성시험기(Instron 4302, Instron corp., England)를 사용하여 metal-resin bond의 전단강도를 측정하였다. 시편을 잡아줄 holder와 하중을 가할 metal 갱를 stain-less steel로 제작하였다.

시편은 holder에 resin core를 위치시키고 금속에 힘이 가하여지도록 하였으며<sup>21)</sup>(Fig.4) 0.5mm/min crosshead speed로 시행하였다.

세 군의 전단강도의 차이를 결정하기 위한 방법으로 t-test에 의한 통계검정을 하였다.

III. 실험 성적

1. 주사전자현미경 소견

주사전자현미경으로 관찰 시 정상시편은 수지상 결정구조의 표층부위까지 식각되어져 명확하지 않은 부위가 많이 나타났다. 수지상 결정구조 사이의 식각은 7-10µm의 간격으로 폭 3-7µm 깊이 15µm정도로 나타났다. 변연은 날카로운 곳과 둥그런 곳이 보였다(Fig.5 a,b). 타액오염 후 수세한 시편의 표면에서는 정상군과 같은 소견이 관찰되었으며 이물질이 발견되지 않았다(Fig.6 a,b). 타액에 오염된 후 수세하지 않은 시편의 표면에서는 얇은 막 형태의 이물질이 발견되었다(Fig.7 a,b).

2. 전단강도

비귀금속 합금인 Verabond로 시편을 제작하여 식각한 후 전혀 오염되지 않은 시편 (제1군)과 인공타액에 오염시킨 후 수세한 시편(제2군), 인공타액에

Table 2. Maximum sheer strength measurements

Group 1	Group 2	Group 3
117.8	92.3	24.2
130.0	91.8	61.7
99.0	130.8	26.3
84.4	122.8	51.1
86.1	100.7	24.4
85.2	103.6	58.9
104.4	83.8	60.7
105.8	130.1	43.5
96.2	95.4	38.5
103.2	89.6	52.5
Mean=101.2	Mean=104.1	Mean=44.2
S.D.=14.7	S.D.=17.4	S.D.=15.1

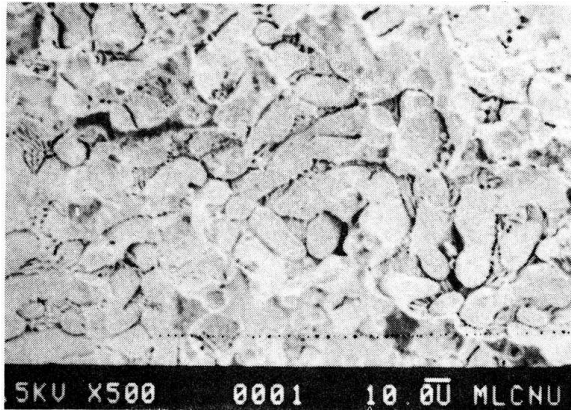
단위 : kg/cm<sup>2</sup>

오염된 후 수세하지 않은 시편(제3군)간에 있어서 Panavia로 부착한 후 접착전단강도를 측정한 결과 제1군은 평균전단강도가 101.2kg/cm<sup>2</sup>, 제2군은 104.1 kg/cm<sup>2</sup>, 제3군은 44.2kg/cm<sup>2</sup>이었다.

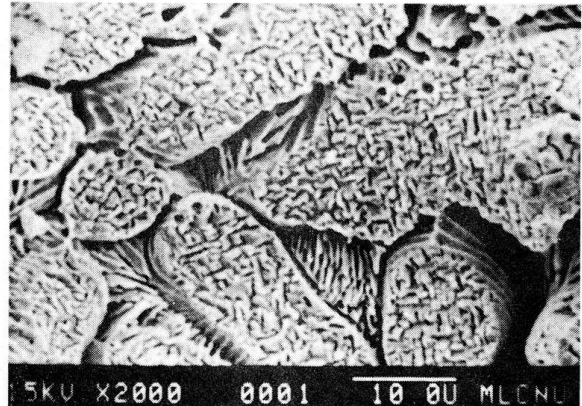
제1군과 제2군을 비교한 결과 전단강도가 통계학적으로 상호 유의한 차이가 없었으며(P>0.05), 제1군과 제3군의 비교, 그리고 제2군과 제3군의 비교에서는 통계학적으로 상호 유의한 차이가 있었다(P<0.05).

IV. 총괄 및 고찰

1955년 Buonocore M.G.가 법랑질 표면을 인산으로 탈회하면 법랑질의 표면에 미세한 요철구조가 생기며 이 미세구조에 레진이 침입하여 기계적 결합이 이루어진다는 사실을 발견한 이후 지속적인 연구가 진행되어 치질뿐만 아니라 금속에도 강하게 접착되는 접착성 레진이 개발되었다.<sup>11)</sup> 더 나아가서 기계적 결합뿐만 아니라 수소결합, Van der Waal's force에 의한 결합 등 분자수준의 결합도 기대하는 인산에스테르계 복합레진접착제도 개발되었다.<sup>11)</sup> Maryland bridge에 사용되고 있는 BIS-GMA 계의 복합레진은 기계적 결합에 의해 유지력을 얻

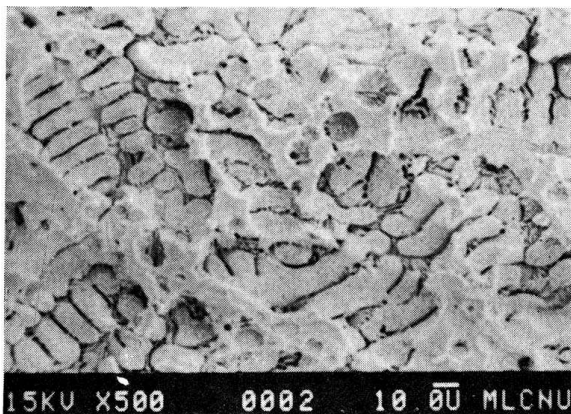


a

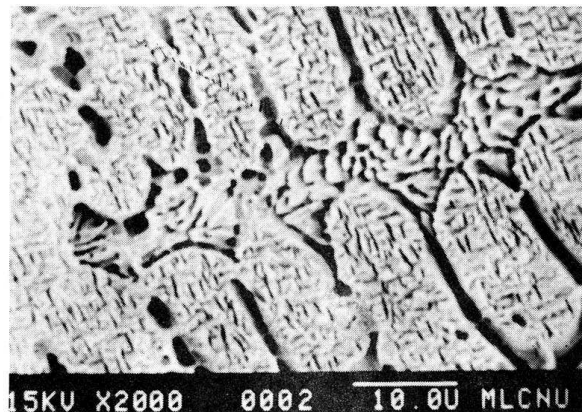


b

Fig 5 a. b. SEM photographs of group 1 showing normally etched metal surface without foreign body.

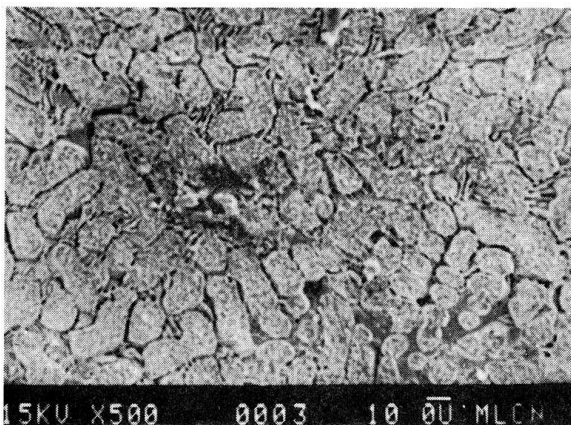


a

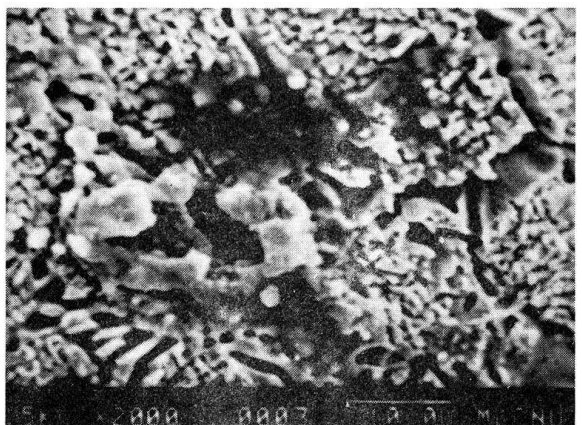


b

Fig 6. a, b. SEM Photographs of group 2 showing same pattern of group 1



a



b

Fig 7 a. b. SEM photographs of group 3 showing pellicle-like foreign bodies

기 때문에 미세한 요철구조를 잘 wetting시키기 위하여 bonding agent를 사용하였고 따라서 bonding agent의 사용이 미세한 요철구조에 대한 적합성을 증진시켜 접착력이 증가하나 한편에서는 이의 사용여부가 접착강도에 큰 영향을 미치지 않는다 하였다.<sup>22,23,24)</sup> Livaditis<sup>9)</sup> 등과 Phillips등<sup>25)</sup>에 의하면 BIS-GMA계 복합레진의 자체 접착강도는 340-600 kg/cm<sup>2</sup>, 레진과 식각된 금속간의 접착강도는 280kg/cm<sup>2</sup>로 보고되고 있다. Yamashita<sup>11)</sup>에 의하면 금속접착면을 산화 알루미늄으로 blasting하는 것은 금속접착면에 미세한 요철과 crack을 형성하여 접착면적을 증가시켜 기계적 결합에 의한 접착력을 증진시키며, 금속접착면에 slip step을 야기시켜 실온에서도 일과성의 전자방사가 금속표면으로부터 발생되는 exoelectron 현상을 일으키며 이 전자는 금속표면에서 여러 화학반응에 관여하여 접착강도를 향상시킨다고 하였으며 50 $\mu$ m 입자 크기의 산화 알루미늄을 이용하여 금속면과 5mm거리에서 5초간 blasting한 경우에 가장 안정된 구조를 볼 수 있었다고 하였다.

Simonsen등<sup>12)</sup>과 정<sup>26)</sup>은 Ni-Cr-Be 합금의 전기화학적 식각시 micromechanical retention은 lamellar interdendritic phase의 대부분의 상실과 소량의 intra-dendritic gamma prime phase의 상실에 의해 얻어진다고 하였다.

etched retainer-용 합금은 비귀금속 합금으로 Ni 75%, Cr 12%, Mo 5%, Be 1.99%의 조성을 가지며 이것은 통상 사용하고 있는 도재소부용 비귀금속 합금인 Verabondsks Rexillim의 조성구와 유사하다 Simonsen등<sup>12)</sup>은 Ni-Cr-Be 합금과 레진과의 결합력은 수지상 결정구조내에 생기는 gamma prime phase 상실보다는, 수지상 결정구조 사이에 존재하는 lamellar phase의 상실로써 얻어지며, 미세구조의 기계적 undercut보다는 전체적으로 넓혀진 표면적 때문인 것 같다고 하였다. 그러나 한번 사용되었던 금속으로 재 주조시에는 구성성분이 증발되어 결정구조가 바뀌고 interdendritic eutectic이 감소하기 때문에 만족스럽게 식각되지 않는 성질이 있다.<sup>8)</sup>

본 실험에서 시행한 전기화학적 식각법은 유지장치를 얇게 제작하는 것이 가능하고, 레진과 식각된 금속과의 결합력이 레진과 탈회 법랑질과의 결합력보다 3-4배 크며, 중요한 변연부위가 견고히 접착된

다는 등의 장점이 있는 반면 비귀금속 합금만이 만족스럽게 식각되며, 식각된 금속면의 부식가능성과 생체적합성에 대한 지식이 부족하며 육안으로는 절절한 식각여부를 구별하기 힘들다는 등의 단점을 갖고 있으며<sup>27)</sup> Zidan과 Hill<sup>28)</sup>은 overetching이 underetching보다 접착강도가 감소한다고 하였고, Marinelo<sup>29)</sup>등은 열처리된 Ni-Cr-Be계 합금이 주조 직후 합금과 비교한 결과 식각이 더 양호하다고 한 반면, Dilorenzo<sup>30)</sup>등 도재소성과정이나 식각처리과정에서 금속에 가해지는 어떤 자극도 레진의 전단 결합강도에 영향을 줄 정도로 금속의 식각정도에 큰 영향을 미치지 않는다고 하였다.

Maryland bridge의 타액오염에 관한 보고로는 Cassidy와 Storie<sup>15)</sup>에 의하면 식각된 금속 표면에 bonding agent를 바른 후 일단 bonding agent가 curing된 후에는 타액에 노출된 경우와 타액에 오염되지 않은 상태를 비교할 때 전단강도에 차이가 없다고 하였다.

Maryland bridge의 타액오염에 관한 보고로는 Cassidy와 Storie<sup>15)</sup>에 의하면 식각된 금속 표면에 bonding agent를 바른 후 일단 bonding agent가 curing된 후에는 타액에 노출된 경우와 타액에 오염되지 않은 상태를 비교할 때 전단강도에 차이가 없다고 하였다.

그리고 Silverstone<sup>16)</sup>에 의하면 법랑질의 타액오염시 타액에 노출된 시간이 1초 이상이면 더 이상의 타액노출시간에 관계없이 약 50%이상 유지력이 감소된다고 보고하였다. 본 실험에서는 X 100 stereoscope로 관찰하여 잘 식각된 36개의 시편을 선택하였다. 나머지 10개의 시편은 식각상태가 만족스럽지 않았다. 사용한 합금은 Be을 함유한 비귀금속 합금인 Verabond로 전기화학적 식각시 다른 합금에 비해 다상구조를 많이 나타내며 임상적으로 잘 사용되는 합금이다. 본 실험에서는 전단강도 측정을 시행하였는데 이는 각금속유지장치를 사용하는 Maryland bridge가 상실된 전치부 수복시 많이 쓰이며 전치부에서는 교합력의 방향에 의해 전단강도가 매우 중요시 되기 때문이다. 본 실험에서는 개 개인의 차, 자극의 종류, 시간경과에 따른 타액의 변화 등을 제거할 목적으로 I. L. Shannon의 공식에 의해 구강건조증 환자에게 투여하기 위해 고안된 인공타액을 제작했다.

Maryland bridge의 결합력을 구성하는 요소로는 레진과 금속간의 결합력, 레진 자체의 응집 결합력, 그리고 레진과 탈회된 법랑질간의 결합력으로 이루어지며,<sup>15)</sup> Simonsen 등에 의하면 레진과 식각된 금속간의 결합력이 280kg/cm<sup>2</sup>, 레진 자체의 응집 결합력이 340-600kg/cm<sup>2</sup>, 그리고 레진과 탈회된 법랑질간의 결합력이 84-98kg/cm<sup>2</sup>이다<sup>12)</sup>. 따라서 탈회된 법랑질과 레진간의 결합력이 제일 약하고 그 다음은 식각된 금속과 레진간의 결합력인데 이중 탈회된 법랑질과 레진간의 결합력은 박동에 의해 타액오염에 의해 50%이상 감소된다고 보고되었다.

본 실험의 결과에 의하면 전단강도가 두피검군에서는 동일하고, 다른 한 피검군에서는 다르게 나타났다. 본 실험에서 사용한 Verabond의 식각형태의 주사현미경적 소견은 수지상 결정 구조 사이의 식각은 7~10 $\mu$ m의 간격으로 폭 3-7 $\mu$ m, 깊이 15 $\mu$ m 정도로 나타나 정등<sup>26)</sup>의 결과와 유사하였다

제1군과 제2군 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않는 것은 비록 금속 식각면이 타액에 의해 오염되었다 하더라도 깨끗이 세척되면 임상적으로 큰 문제점을 일으키지 않는다는 것을 보여준다. 또 제1군과 제3군의 비교, 제2군과 제3군의 비교에서 전단강도가 유의한 차이가 있었다. 이것은 타액에 의해 resin-metal interface에 상당한 결합력 감소를 나타내는 것으로 주전자현미경에서 관찰시 타액에 오염된 후 깨끗이 수세한 시편의 금속표면에서는 이물질이 발견되지 않았으나(Fig. 6. a,b). 타액에 오염된 후 수세하지 않은 시편의 금속표면에는 식각된 표면의 요철구조상에 얇은 막형태의 이물질이 발견되었다(Fig. 7 a,b). 이는 타액성분으로서 이러한 이물질이 금속의 요철구조 내부로 레진이 함입되는 것을 방해하고 따라서 Tag의 형성이 불완전하여 결합력을 감소시킨다는 본 연구의 결과는 보존적 치료와 교정용 bracket의 접착 등 임상시술과정에서 고려해야 할 문제로 생각된다. 따라서 법랑질, 레진, 금속피착면의 세요소 이외에도 타액오염과 같은 구강내 환경요인이 유지력에 영향을 줄 수 있는 것으로 사료된다.

## V. 결 론

니켈, 크롬, 베릴리움합금인 Verabond로 주조제

작한 시편을 전기화학적으로 식각처리한 후 인공타액에 오염시키지 않고 건조한 군과 인공타액에 침적시켜 흐르는 물로 세척하여 건조한 군, 그리고 인공타액에 침착시킨 후 다른 처리없이 건조한 군 등 세군으로 나누어 주사전자현미경으로 관찰하고 식각처리된 금속면에 복합레진계 시멘트인 Panavia를 접착시켜 만능물성 시험기로 접착전단강도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 인공타액에 오염되지 않은 시편은 접착전단강도는 101.2 $\pm$ 14.7kg/cm<sup>2</sup>이었으며, 인공타액에 오염된 후 수세하여 건조한 경우 104.1 $\pm$ 17.4kg/cm<sup>2</sup>, 수세하지 않고 건조한 경우 44.2 $\pm$ 15.1kg/cm<sup>2</sup>이었다.
2. 정상시편과 오염된 후 수세하여 건조한 시편 사이에 접착전단강도를 비교한 결과 상호간에 유의한 차이가 없었다.
3. 정상시편과 인공타액에 오염된 후 수세하지 않은 시편간에는 접착전단강도가 유의한 차이가 있었으며, 또한 오염된 후 수세한 시편과 수세하지 않은 시편간의 비교에서도 유의한 차이가 발견되었다.
4. 주사전자현미경으로 관찰시 정상시편과 타액에 오염된 후 수세한 시편의 표면에서는 이물질이 관찰되지 않았으나 타액에 오염된 후 수세하지 않은 시편의 표면에서는 얇은 막 형태의 이물질이 발견되었다.
5. 모든 시편은 resin-metal interface에서 파절을 나타내었으며 타액오염으로 인하여 보철물 접착의 실패를 가져올 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. Barkmeier, W.W., Abrams, H., and Brookerson, J.W. : Techniques for an immediate temporary fixed tooth replacement. J. Prosthet. Dent., 41:155, 1979.
2. Barrak, G. : Recent advances in etched cast restorations. J. Prosthet. Dent, 52:619, 1984.
3. Doukoudakis, A., Brady, T., and Rasmussen, S.: Experimental comparison between perforated and etched metal resin bonded retainers. J. Prosthet. Dent., 54:361, 1985.
4. Braennstrom, M. : The effect of dentin desiccation and aspirated odontoblasts on the pulp. J. Prosthet. Dent., 20:

- 165, 1968.
5. Nicholls, J. I., and Bridger, D.V : Distortion of ceramometal fixed partial dentures during the firing cycle. *J. Prosthet. Dent.*, 45: 507, 1981.
  6. Rochette, A. L. : Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *J. Prosthet. Dent.*, 30: 418, 1973.
  7. Dunn, B., and Reisbick, M. H.: Adherence of ceramic coating on chromium-cobalt structures, *J. Dent. Res.*, 55: 328, 1976.
  8. Tanaka, T., Atsura, M., Uchiyama, Y., and Kawashima, I.: Pitting corrosion for retaining acrylic resin facings. *J. Prosthet. Dent.*, 42: 282, 1979.
  9. Livaditis, G. J., and Thompson, V. P. : Etched casting: An improved retentive mechanism for resin-bonded retainers. *J. Prosthet. dent.*, 47: 52, 1982.
  10. Thompson, V.P. : Resin-bonded retainers. part I : Resin bond to elcetrolytically etched non precious alloys. *J. Prosthet. Dent*, 50: 771, 1983.
  11. Yamashita, A. : A dental adhesive and its clinical applications. Quintessence, Publishing co., Tokyo, 1983.
  12. Simonsen, R., Thompson. V. P., and Barrack, G. : Etched cast restorations ; clinical and laboratory techniques, Quintessence publishing Co., Chicago, Illinois, 1983.
  13. Hudgens, J. L., Moon, P.C., and Knap, F. J. : Particle-roughened resin-bonded retainers. *J. Prosthet, Dent.*, 53: 471, 1985.
  14. Love, L. D., and Beitman. J. B. : Resin retention by immersion etched alloy. *J. Prosthet. Dent*, 53 : 623, 1985.
  15. Andrew J. Cassidy, and David Q. Storie : Saliva contamination and resin bonding of etched metal retainers, *J. Prosthet Dent.*, 57 : 29, 1987.
  16. Silverstone, L. M. : State-of-the-art on sealant research and priorities for future research. In proceedings of dental sealants in the prevention of tooth decay. *J. Dent. Educ.* 48 (Suppl) : 107, 1984.
  17. 박창근, 장완식, 양재호, 이선형 : 탈회된 법랑질과 복합레진계 시멘트의 접착시 레진들기 길이에 관한 주사현미경적 연구. 대한 치과보철학회지, 25'7, 1987.
  18. Meiers, J. C. : Effect of surface treatments on the bond strength of etched- metal resin bended retainers. *J. Prosthet. Dent*, 53 : 185, 1985.
  19. Oxy Dental Products, Inc. :Oxy etch instruction manual, Hillside New Jersey, The company, 1982.
  20. Nakamoto, R. Y. : Use of a saliva substitute in postradiation xerostomia. *J. Prosthet. Dent*, 42 : 539, 1979,
  21. McLean, J. W. : Dental Ceramics Proceedings of the First international Symposium on Ceramics, Quintessence Publishing Co. Inc, 1983.
  22. Forsten, L.'Effect of different factors on the marginal seal of composites. *J. Dent Res.*, Abstract 427, 1977.
  23. Thompson, V. P., and Livaditis, G. J. : Etched casting acid etch composite bonded posterior bridges. *Ped. Dent*, 4(1) : 38, 1982.
  24. Hormati, A., Denehy, G, E., and Fuller, J. L. : Retentives of enamel- resin bonds using unfilled and filled resins. *J. Prosthet Dent*, 47 : 502, 1982.
  25. Phillips, a W. : Skinner's science of dental materials. 8th ed., Philadelphia, 1982, W. B. Saunders Co.
  26. 정현영, 이선형 : 치과용 비귀금속 합금의 식각표면에 대한 주사현미경적 연구. 대한치과 보철학회지, 23: 83, 1985.
  27. Stokes, A. N., and Tidmarsh, B. G. : Porous metal coatings for resin bonding systems. *J. Prosthet. Dent.*, 56: 170, 1986
  28. Zidan, O., and Hill, G. : Proosphoric acid concentration : Enamel surface loss and bonding strength. *J. Prosthet. Dent.* 55: 388, 1986.
  29. Marinello, C. P., Luthy, H., and Scharer, P. : Influence of heat treatment on the surface texture of an etched cast nickel-chromium base alloy. : An evaluation by profilometric records. *J. Prosthet. Dent*, 56: 431, 1986.
  30. Dilrenzo, S. C., Duke, E. S.,m and Norling B. K.: Influence of laboratory variables on the resin bond strength of an etched-chrome-cobalt alloy. *J. Prosthet. Dent.*, 55: 27, 1986.