

산부식 후 타액오염이 교정용 접착제의 결합강도에 미치는 영향

김 현 덕¹⁾ · 김 중 성²⁾ · 김 정 기³⁾

본 연구는 산부식 범랑질의 타액오염 효과를 오염 시간별 전단결합강도를 통해 알아보고 주사 전자현미경으로 표면 변화를 관찰하고자 하였다. 타액오염 시간이 전단결합강도에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 38% 인산용액으로 15초와 60초 산부식한 후 타액으로 0초, 1초, 20초, 60초동안 오염시켜 세척과 건조 후 주사 전자현미경으로 부식면을 검경하였으며, 교정용 레진을 이용하여 브라켓 접착 후 전단결합강도를 측정하고 통계 처리하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 타액에 오염시키지 않은 15초 산부식 군과 60초 산부식 군 사이의 전단결합강도는 통계적으로 유의한 차를 보이지 않았으나, 60초 산부식군에서 전단결합강도가 조금 낮았다.
2. 15초, 60초 산부식군에서 대조군, 1초, 20초, 60초의 타액오염 시간의 차이에 따른 전단결합강도는 통계적으로 유의한 차를 보이지 않았으나, 타액오염시간의 증가에 따라 전단결합력이 낮아지는 경향을 보였다.
3. 주사 전자현미경 관찰시 대조군에서는 특징적인 부식양상을 보였으나 타액오염 군에서는 유기물이 침착되어 있었다.

(주요단어 : 타액오염, 산부식 범랑질, 전단결합강도)

I. 서 론

치과용 레진의 접착력을 증가시키기 위하여 범랑질을 산부식시키는 방법은 교정치료에 널리 이용되고 있다. Buonocore¹⁾에 의해 범랑질에 레진을 결합시키는 방법이 처음 개발되었으며 교정 영역에서는 Mitchell²⁾, Mizrahi³⁾ 등의 연구가 있었고, Miura⁴⁾에 의해 브라켓을 직접 접착하는 방법이 본격적으로 실용화되었다.

교정용 브라켓을 접착할 때 결합력의 내구성은 임상적 성공의 관건인데 Berry⁵⁾는 구강에서 완전한 접

착을 얻기 위해 구강내의 여러 요소를 고려해야 한다고 하였으며, 이를 위해 범랑질의 적절한 전처치와 표면오염을 방지해 줌으로써 최적의 결과를 얻을 수 있다고 하였다. Silverstone⁶⁾은 인산을 이용해 범랑질 표면을 부식시키면 부식된 표면 아래에 다공층이 생기며 부식된 부위의 깊이 또는 부식과정중 제거되는 범랑질의 양은 산의 종류, 산의 농도, 부식 시간, 범랑질의 화학적 조성에 따라 다르다고 하였다.

산부식 시간에 따른 효과는 논란의 대상인데, Mardaga 등⁷⁾은 부식 시간 감소에 따라 결합강도가 감소한다고 주장한 반면 Barkmeier⁸⁾, Kinch⁹⁾ 등은 부식 시간 15초와 60초 구간 결합강도에 차이가 없다고 보고하였고, Nordenvall¹⁰⁾, Brannstorm¹¹⁾ 등은 부식 시간에 따른 범랑질의 현저한 형태적 차이가 없다고 하였으며, Carstensen¹²⁾, Labart¹³⁾ 등은 교정용 브라

1) 전북대학교 치과대학 치과교정학교실, 대학원생

2) 전북대학교 치과대학 치과교정학교실, 대학원

3) 전북대학교 치과대학 치과교정학교실, 조교수

켓을 치아에 접착시 그리고 Stephen 등¹⁴⁾은 전색제를 치아에 적용시 15초 정도의 짧은 부식 시간을 임상적으로 추천하는 등 최근의 연구에서 부식 시간을 줄이는 경향이다.

한편 치과 수복용 레진의 사용시 부식 범랑질의 타액오염에 관한 많은 연구가 있는데, Hormati¹⁵⁾, Young¹⁶⁾, Silverstone¹⁷⁾ 등은 복합레진을 접착하기 전에 부식된 표면이 타액에 오염되었을 때 결합강도가 감소된다고 보고하였으며 O'Brien¹⁸⁾, Thomson¹⁹⁾ 등은 각각 60초, 10초 동안 타액 오염시켰을 때와 타액 오염시키지 않았을 때의 인장결합강도 사이에 통계적 유의차가 없었다고 하였다. 또한 Silverstone²⁰⁾, Meurman²¹⁾ 등의 주사 전자현미경을 이용해 오염된 부식 범랑질을 관찰한 연구도 있었다. 그러나 이러한 연구들은 치과 수복용 레진에 관한 연구들이 대부분 이었고 치과교정 영역에서는 연구가 거의 미진한 실정이다. 임상적으로 타액오염이 비교적 짧은 시간동안 일어나기 때문에 오염된 범랑질을 다시 부식시켜야 한다는 주장에 의문이 제기되기도 한다. 이에 본연구는 교정용 브라켓의 접착시 부식 시간을 15초와 60초로 달리했을 때 전단결합강도를 비교 평가하고, 부식 범랑질의 타액오염 효과를 알아보기 위해 타액오염 시간에 따른 전단결합강도를 비교 평가하고, 산부식 범랑질이 타액에 오염되었을 때의 범랑질 표면을 주사 전자현미경으로 관찰하여 임상적 응용에 도움이 되는 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험 재료 및 방법

교정치료 목적으로 발치된 건전한 소구치 80개를 dental lathe에서 연마제로 세척하고 70% 에칠알콜에

Table 1. Identification of experimental groups.

Etching time(sec)	Contamination time(sec)	Sample number
15	0	10
15	1	10
15	20	10
15	60	10
60	0	10
60	1	10
60	20	10
60	60	10

저장하여 이용하였다.

1) 전단결합강도 측정

치아 순면을 38% 인산 용액으로 각각 15초와 60초 동안 부식한 두 군으로 나누고, 타액오염 시간에 따라 각각 대조군, 1초 오염군, 20초 오염군, 60초 오염군으로 다시 나누어, 각 군당 10개의 치아를 표본으로 실험하였다(Table 1). 타액은 건장한 성년에서 파라핀 자극에 의해 분비된 신선한 완전한 타액을 이용하였다. 불소나 기름이 없는 연마제와 물을 혼합하여 저속 핸드피스에 연결된 rubber cup을 이용해 모든 치아의 순면을 20초동안 연마하였고 10초동안 water spray로 세척한 후 건조시켰다. 각군을 38% 인산 용액으로 15초와 60초동안 부식시킨 후, water spray로 30초동안 세척한 다음 air spray로 건조시켰다. 이것을 각각 10개씩 1초, 20초, 60초동안 타액에 담가 오염시킨 후 다시 세척하고 완전히 건조시켰다. 브라켓 접착면이 그물모양의 유지형태를 가지고 있으며 단면적은 9.2 mm²인 소구치용 브라켓(Mini twin, batch no. 350-0506, Ormco Co.) 80개를 선택하여 치아의 순면 중앙에 교정용 레진(Mono-Lok 2, stock number J-3211, RMO)으로 부착시켰고 브라켓 주위에 있는 여분의 레진을 완전히 제거하였다. 브라켓이 부착된 치아를 자가 중합형 레진에 매식하여 시편을 만들었는데, 이때 브라켓 접착면이 밑바닥에 수직이 되게 고정시키는 장치를 고안해 사용하였다. 모든 시편은 결합강도를 측정하기 전 24시간 동안 37°C의 증류수에 보관하였다. 결합강도를 측정하기 위해 각 치아는 브라켓 접착면이 전단결합강도 측정기의 날과 평행하게 위치시켰으며 crosshead 속도가 2mm/min로 고정된 만능강도시험기(Instron machine, Instron Corp. Model 4201, Boston, Mass)로 접착이 파절될 때의 최고 하중을 킬로그램으로 기록하였다. 강도의 평균과 표준편차를 계산하였으며 신뢰도 95% 수준에서 Student's t-test 와 ANOVA를 시행하였다.

2) 주사 전자현미경 관찰

부식 시간 15초 군과 60초 군에 사용할 치아를 4등분하여 각각 600 grit silicon carbide paper를 이용해 치아를 연마하고 다음과 같이 처리하였다.

A. 38% 인산으로 15초 부식, 30초 세척, 건조

B. 38% 인산으로 15초 부식, 30초 세척, 건조, 1초 타액오염, 30초 세척, 건조

- C. 38% 인산으로 15초 부식, 30초 세척, 건조, 20초 타액오염, 30초 세척, 건조
- D. 38% 인산으로 15초 부식, 30초 세척, 건조, 60초 타액오염, 30초 세척, 건조
- E. 38% 인산으로 60초 부식, 30초 세척, 건조

그 후 25 KV 상태의 주사 전자현미경(JEOL, JSM-T330A, JEOL-TECHNICS, Tokyo, Japan)으로 3500배 상태에서 표면을 관찰하였다.

III. 실험 결과

부식 시간에 따른 전단결합강도의 평균과 표준편차는 table 2와 같다. 15초 산부식 군이 약간 더 큰 전

Table 2. Shear bond strength(Kg) of resin bonded metal to enamel depending on etching time

Procedure	Number of specimen	Shear bond strength(Kg) Mean ± SD
Etch 38% H ₃ PO ₄ 15sec no contamination	10	18.02 ± 2.90
Etch 38% H ₃ PO ₄ 60sec no contamination	10	17.89 ± 2.76

(P>0.05)

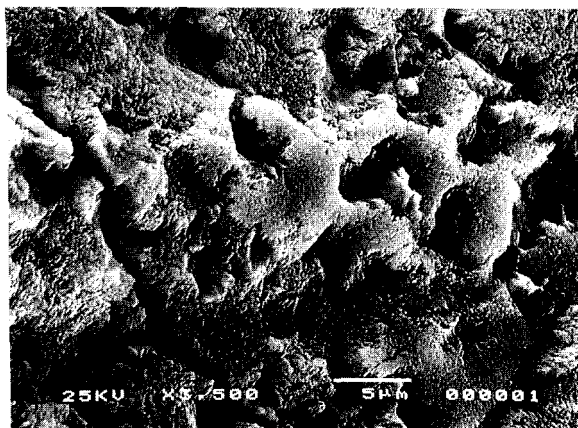


Fig. 1. Scanning electron micrograph of enamel surface after etching with 38% phosphoric acid for 15 seconds. Prism structure appears as porous region. (original magnification × 3,500)

단결합강도를 보였으나 통계적으로 유의한 차는 보이지 않았다. 15초 산부식 군에서의 타액오염 시간에 따른 전단결합강도의 평균과 표준편차는 table 3과 같고, 60초 산부식 군에서의 타액오염 시간에 따른 전단결합강도의 평균과 표준편차는 table 4와 같다. 각 군에서 타액오염 시간에 따른 결합강도는 통계적 분석(ANOVA) 결과 유의한 차를 보이지 않았으나, 15초 산부식 후 타액오염시키지 않은 군에서 가장 높은

Table 3. Shear bond strength(Kg) of resin bonded metal to enamel depending on the various contamination time (15sec etch)

Procedure	Number of specimen	Shear bond strength(Kg) Mean ± SD	Coefficient of variation(%)
Etch 38% H ₃ PO ₄ 15sec no contamination	10	18.02 ± 2.90	10.14
Etch 38% H ₃ PO ₄ 15sec 1sec contamination	10	15.68 ± 3.63	23.18
Etch 38% H ₃ PO ₄ 15sec 20sec contamination	10	16.59 ± 3.29	19.88
Etch 38% H ₃ PO ₄ 15sec 60sec contamination	10	15.66 ± 3.20	20.44

(F=1.15, P>0.05)



Fig. 2. Etched enamel surface was exposed to oral fluid for 1 seconds(15 sec etched). The etched surface was partially masked by the organic precipitate in spite of the short contamination period.(original magnification×3,500)

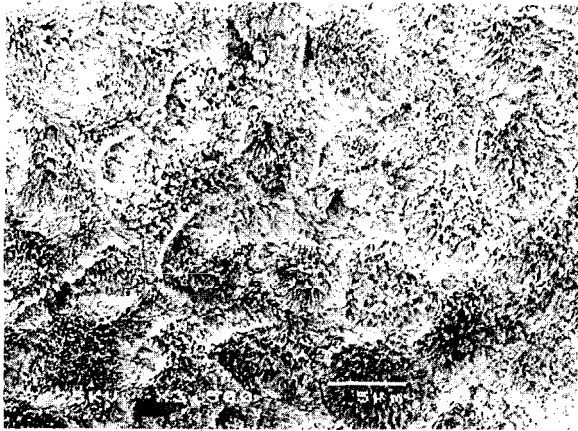


Fig. 3. Etched enamel surface after 20-second contamination period with oral fluid(15 sec etched). The etched surface was more masked by the organic precipitate. (original magnification $\times 3,500$)

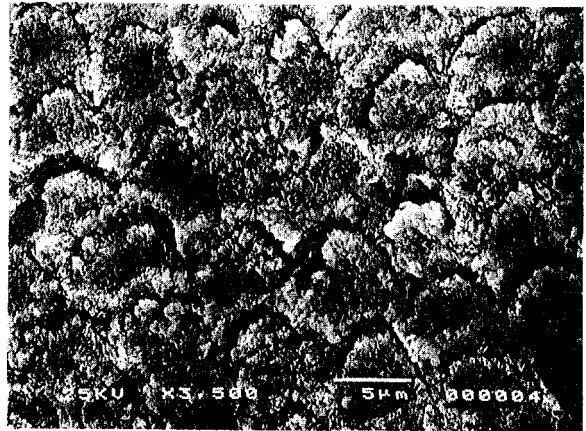


Fig. 4. Etched enamel surface after 60-second etched contamination period with oral fluid(60 sec etched). Surface film of organic material is seen as contaminant on etched prisms. (original magnification $\times 3,500$)

Table 4. Shear bond strength(Kg) of resin bonded metal to enamel depending on the various contamination time (60sec etch)

Procedure	Number of specimen	Shear bond strength(Kg)	Coefficient of variation(%)
		Mean \pm SD	
Etch 38% H ₃ PO ₄ 60sec no contamination	10	17.89 \pm 2.76	15.60
Etch 38% H ₃ PO ₄ 60sec 1sec contamination	10	14.99 \pm 4.42	29.50
Etch 38% H ₃ PO ₄ 60sec 20sec contamination	10	16.19 \pm 3.16	19.52
Etch 38% H ₃ PO ₄ 60sec 60sec contamination	10	14.33 \pm 4.21	29.39

(F=1.77, P>0.05)



Fig. 5. Scanning electron micrograph of enamel surface after etching with 38% phosphoric acid for 60 seconds. Areas showing preferential loss of prism cores where prism peripheries are prominent. (original magnification $\times 3,500$)

전단결합강도를 나타냈고 가장 낮은 전단결합강도를 보인 것은 60초 산부식 후 60초 타액오염 군이었다. 타액오염 시간에 따른 법랑질 표면의 주사 전자현미경 사진에서(Fig. 1-5) 60초 산부식 후 타액에 오염시키지 않은 법랑질은 규칙적인 부식 양상을 보였고, 15초 산부식 군은 좀 더 불규칙적인 양상을 보였다. 1초 동안 타액에 오염시킨 군에서 약간의 불순물이 침착

되어 있는 것을 볼 수 있었고, 20초와 60초동안 타액에 오염시킨 군에서 더 많은 불순물이 침착되어 있는 것이 관찰되었다.

V. 총괄 및 고찰

교정치료를 위해 밴드에 브라켓을 용접하여 이용

하는 방법은 환자와 술자에게 많은 불편을 주었고 시간 소비가 많았으나 산부식 방법에 의해 법랑질에 브라켓을 직접 부착시킴으로써 이러한 불편을 해결하게 되었다. 인산을 이용해 법랑질 표면을 부식시키면 부식된 표면과 그 아래에 다공층이 생기게 된다⁶⁾. 이 다공층으로 레진의 함입이 이루어져 resin tag를 형성하여 기계적으로 결합하게 되는 것이다²²⁾. 산부식된 부위의 깊이 또는 산부식 과정중 제거되는 법랑질의 양은, 산의 종류, 산의 농도, 부식 시간, 법랑질의 화학적 조성에 따라 다르게 나타난다. 레진으로 브라켓을 부착시킬 때, 결합력에 영향을 주는 여러 요소를 고려해야 하는데 본 연구에서는 산부식 시간에 따라 결합강도가 어떻게 되는지를 알아보고, 임상에서 브라켓 접착시 짧은 시간 동안 타액에 의한 부식 표면의 오염이 있을 수 있는데 이에 대한 처리에 대해 실험하여 보았다. 교정 목적으로 발치한 소구치를 연마제로 깨끗이 연마한 후, 70% 에칠알콜에 보관하였는데, 이것은 법랑질의 기계적, 물리적 특성에 영향이 없이 박테리아 성장을 억제하는데 효과적인 저장매체이다²³⁾. Sheen과 Wang²⁴⁾, Chaconas와 Angelo²⁵⁾ 등의 연구에서와 같이 소구치를 평평하게 절삭하지 않고 곡면 그대로 이용했는데 이는 보다 임상에 가까운 결과를 얻고자 하였다. Evans²⁶⁾, O'Brien¹⁸⁾ 등은 신선하고 완전한 사람의 타액이 타액오염 실험에 적합하다고 하였으며, 본 연구에서도 파라핀 자극에 의해 분비된 타액을 이용해 실험하였다.

Hormati 등¹⁵⁾은 타액에 오염된 법랑질에서 복합레진의 결합강도가 약해지는 것은 젖은 부식된 법랑질 표면의 wettability가 부족하기 때문이라 주장하였는데, 이는 부식된 법랑질 표면이 젖으면서 다공질의 대부분에 수분이 차게 되고 그 결과 레진의 침투가 잘 안되기 때문에 tag의 수와 깊이가 불충분하게 형성되어 결합강도가 약해진다고 하였다. Pashley²⁷⁾는 생체 연구와 실험적 연구를 통해 단백질 오염이 주요 임상적 문제점이라고 하였는데, 타액과 혈액에 의한 오염은 매우 낮은 결합강도를 보인다고 하였다. Berry와 Barghi 등⁵⁾은 타액오염은 레진이 미세공속으로 들어가 생기는 기계적 유지력을 약화시키며 타액이 레진과 법랑질 사이의 접촉부분에서 피막 장애물 역할을 하고 법랑질의 표면 에너지를 약화시킨다고 하였다. 또한 오염된 표면에서 복합레진으로의 수분 확산이 결합강도를 약화시킨다고 하였으며, 이러한 모든 문제점들은 산부식 때부터 복합레진의 중합 때까지 전과정중에 수분 조절이 절대적으로 필요하다는 것을

분명히 인식시켜 주는 것이다. Hormati 등¹⁵⁾의 주사전자현미경 연구에 의하면 부식된 표면의 타액오염은 표면의 형태적 특성에 영향을 미치고, 타액안의 단백질(Glyco-proteins)이 부식에 의해 형성된 미세공을 막는다고 하였으며, 타액으로 1초 이상 오염된 경우 타액 유기물이 완전히 제거되지 않기 때문에, 오염된 표면은 다시 부식시켜야 한다고 하였다. 또 그는 젖은 상태와 타액오염된 표면에서의 결합강도가 현저히 낮아졌다고 하였다. 그러나 Retief 등¹⁸⁾은 Hormati의 연구에 대해 타액에 오염된 부식 법랑질 표면을 다시 세척하고 건조시킨 군의 전단결합강도(22.10 Kg)와 대조군의 전단결합강도(24.90 Kg) 사이에 통계적으로 유의한 차가 없다고 주장하였다. O'Brien & Retief 등¹⁸⁾은 산부식된 평평한 법랑질 표면을 15초동안 타액에 오염시키고 15초동안 세척한 후 건조시킨 것의 전단결합강도($16.2 \pm 3.7 \text{ MN.m}^{-2}$)와, 15초동안 다시 부식시킨 법랑질 표면의 전단결합강도($14.2 \pm 6.1 \text{ MN.m}^{-2}$) 사이에 유의한 차가 없었으며, 15초, 60초, 60분 동안 타액오염시킨 것 중에서 60분 군에서만 전단결합강도가 현저하게 감소되었다고 하였고, Thomson, Gillespie¹⁹⁾ 등의 연구에서도 비슷한 결과를 보였다. 본 연구에서도 60초까지의 타액오염군에서 전단결합강도의 약간의 감소는 있었으나 통계적으로 유의한 차를 보이지 않았는데, 이것은 세척으로 어느 정도 유기물을 제거하고 건조시킨 상태에서는 결합력에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

법랑질안의 불소농도는 법랑질 표면에서 가장 높고 내부로 갈수록 낮아진다²⁸⁾. 법랑질 표면을 다시 산부식시키는 것은 표면 법랑질에서의 불소농도를 더욱 감소시킬 것이고 치아 표면이 충치에 더 쉽게 이환될 수 있으며, 임상적으로 산부식 법랑질 표면의 타액오염이 짧은 시간동안 일어난 경우, 최적의 결합강도를 얻기 위해 다시 산부식시켜야 하는지 의문이 제기된다. Silverstone²⁹⁾, Brown과 Way³⁰⁾, Pus와 Way³¹⁾ 등은 30% - 50% 농도의 인산 용액으로 산부식 후 법랑질 손실의 깊이는, 1분 산부식 후 대개 3-10 μm 정도이고 2분 산부식 후 15 μm 정도라고 하였다. Legler 등³²⁾은 산부식시간의 감소와 산 농도의 감소에 따라 부식된 깊이가 감소된다고 하였는데, 부식된 깊이는 37% H_3PO_4 로 60초 적용했을 때 30 μm 정도이고, 5% H_3PO_4 를 15초 적용했을 때 5 μm 정도라고 하여 산부식시간 감소 또는 산 농도 감소는 법랑질의 영구 손실을 감소시킨다고 하였다. Shapira와 Eidelman³³⁾ 등은 60초 이상의 산부식이 15초 때보다 법랑

질 부식양상이 더 균일하다고 했으나, Nordenvall⁹⁾, Carstensen¹¹⁾ 등은 이러한 균일성이 결합강도의 가치를 반영하는 것은 아니라고 하였고, Legler와 Retief³⁴⁾ 는 각기 다른 부식과정에 의한 표면 거칠기의 차이가 전단결합강도의 차이를 나타내는 것은 아니라고 하였다. Barkmeier⁷⁾, Labart³⁵⁾ 등은 산부식시간에 따른 결합강도에 차이가 없다고 하였고, 더우기 Legler와 Retief³⁴⁾, Britton³⁶⁾ 등은 산부식시간을 감소시킴으로써 결합강도를 증가시킬 수 있다고 하였으며, 산부식시간을 줄여 15초하는 것은 법랑질 손상을 감소시키기 때문에 더 보존성이 있는 방법이라 하였다. Kinch⁸⁾, Sadowsky³⁷⁾ 등도 산부식시간의 감소가 결합된 장치물의 임상적인 사용에 문제가 되지 않는다고 하였다. 본 연구에서 15초와 60초 산부식군 사이의 결합강도에 통계적으로 유의한 차가 없었는데 이는 산부식된 표면의 유지특성이 양 부식시간 군에서 유사한 것으로 생각된다.

본 연구에서 가장 낮은 전단결합강도는 60초 산부식 후 60초 타액오염시킨 군으로서 155.4 Kg/cm²이었는데, 이것은 Reynold³⁸⁾에 의해 추천된 브라켓 결합강도의 임상적 허용 범위인 60-80 Kg/cm²(6-8 MN/M²)를 훨씬 초과하며 임상적으로 사용하기에 충분한 전단결합강도라고 생각된다.

주사 전자현미경 관찰에서는 타액오염 시간의 증가에 따라 유기물의 침착이 더 증가된 것을 볼 수 있었으며 이것은 Meurman²¹⁾의 연구와 같은 결과를 보였고 washing으로 유기물이 완전히 제거되지 않은 이유는 산부식된 법랑질의 porosity에 의한 기계적 유지와 산부식에 의해 노출된 칼슘과 인산 이온이 타액의 단백질과 electrostatic interaction을 하기 때문이라고 생각된다³⁹⁾.

이상에서 고찰한 바와 같이 산부식 법랑질에 복합 레진을 이용해 브라켓을 접착하기 전에 타액오염은 피해야 하고 수초의 타액오염이 일어난 산부식 법랑질 표면을 다시 산부식시킬 필요는 없다고 생각되며, 약간의 타액오염은 세척 후 건조만으로도 충분한 결합강도를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 또한 법랑질 손실량과 전단결합강도를 고려하여 본다면 60초보다는 15초 산부식시키는 것이 좋은 방법이라고 생각된다. 본 연구에서는 타액오염시간을 60초까지 한정지어 실험하였으나, 앞으로의 연구에서는 어느 정도까지의 타액오염시간이 임상적 허용치인가와 침착된 유기물과 레진 사이의 정확한 관계에 대한 연구가 있어야 할것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 산부식 법랑질의 타액오염 효과를 오염 시간별 전단결합강도를 통해 알아보고 주사 전자현미경으로 표면 변화를 관찰하고자 하였다. 타액오염 시간이 전단결합강도에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 38% 인산용액으로 15초와 60초 산부식한 후 타액으로 0초, 1초, 20초, 60초동안 오염시켜 세척과 건조 후 주사 전자현미경으로 부식면을 검경하였으며, 브라켓 접착 후 전단결합강도를 측정하고 이상에서 얻은 자료를 통계 처리하여 평가하였다.

1. 타액에 오염시키지 않은 15초 산부식 군과 60초 산부식 군 사이의 전단결합강도는 통계적으로 유의한 차를 보이지 않았으나, 60초 산부식군에서 약간 전단결합강도가 낮았다.
2. 15초, 60초 산부식군에서 대조군, 1초, 20초, 60초의 타액오염 시간의 차이에 따른 전단결합강도는 통계적으로 유의한 차를 보이지 않았으나, 타액오염 시간의 증가에 따라 전단결합력이 낮아지는 경향을 보였다.
3. 주사 전자현미경 관찰시 대조군에서는 특징적인 부식양상을 보였으나 타액오염 군에서는 유기물이 침착되어 있었다.

참 고 문 헌

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. Dent Res 1955;34:849-853.
2. Mitchell DL. Bandless orthodontic brackets. Am Dent Ass 1967;74:103-110.
3. Mizrahi E, Smith DC. Direct cementation of orthodontic brackets to dental enamel. Brit Dent J 1969;127:371-375.
4. Miura F, Nakagawa K, Masuhara E. New direct bonding system for plastic brackets. Am J Orthod 1971;59: 350-361.
5. Berry TG, Barghi N, Knight GT, Conn LJ Jr. Effectiveness of nitric-NPG as a conditioning agent for enamel. Am J Dent 1990;3:59-62.
6. Silverstone LM. The acid etch technique : in vitro studies with special reference to enamel surfaces and the resin-enamel interface. In : Silverstone LM, Dogon IL. Proceedings of an international symposium on the acid etch technique. St Paul, North Central Publishing Co, 1975:13-39.
7. Mardaga WJ, Shannon IL. Decreasing the depth of etch

- for direct bonding in orthodontics. *J Clin Orthod* 1982;16:130-132.
8. Barkmeier WW, Gwinnett AJ, Shaffer SE. Effects of reduced acid concentration and etching time on bond strength and enamel morphology. *J Clin Orthod* 1987;1:395-398.
 9. Kinch AP, Taylor H, Wartier RFB, Oliver RG, Newcombe RG. A clinical trial comparing the failure rates of directly bonded brackets using etch times of 15 or 60 seconds. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1986;94:476-483.
 10. Nordenvall KJ, Brannstrom M, Halmgren O. Etching of deciduous teeth and young and old permanent teeth. *Am J Orthod* 1980;78:99-108.
 11. Brannstrom M, Malmgren O, Nordenvall KJ. Etching young permanent teeth with an acid gel. *Am J Orthod* 1982;82:379.
 12. Carstensen W. Clinical results after direct bonding of brackets using shorter etching times. *Am J Orthod* 1986;89:70-72.
 13. Labart WA, Barkmeier WW, Taylor MH. Retention of direct bonded orthodontic brackets following 15 second enamel acid conditioning. *J Dent Res* 1987;66:295.
 14. Stephen KW, Kirkwood M, Main C. Retention of a filled fissure sealant using reduced etch time. *Br Dent J* 1982;153:390.
 15. Hormati AA, Fuller JL, Denchy GE. Effects of contamination and mechanical disturbance on the quality of acid-etched enamel. *J Am Dent Assoc* 1980;100:34-38.
 16. Young K, Hussey M, Gillespie F, Stephen H. In vitro studies of physical factors affecting adhesion of fissure sealant to enamel. Proceedings of the International Symposium on Acid Etch Technique.
 17. Silverstone LM. State of the art on sealant research and priorities for further research. Proceedings of the NIH Consensus Development Conference In Journal of Dental Education. 1984;48:107-118.
 18. O'Brien III JA, Retief DH, Denys FR. Effects of saliva contamination and phosphoric acid composition on bond strength. *Dent Mater* 1987;3:296-302.
 19. Thomson JL, Main C, Gillespie FC, Stephen KW. The effect of salivary contamination on fissure sealant-enamel bond strength. 1981;8:11-18.
 20. Silverstone LM, Hicks MJ, Featherstone MJ. Oral fluid contamination of etched enamel surfaces : an SEM study. *J Am Dent Assoc* 1985;110:329-325.
 21. Meurman JH. Detrimental effect of in vitro salivary contamination on acid-etched enamel. *Proc Finn Dent Soc* 1976;72:30-32.
 22. Retief DH. The mechanical bond. *Int Dent J* 1978;28:18-27.
 23. Boyde A. Enamel structure and cavity margins. *Oper Dent* 1976;1:13-28.
 24. Sheen DH, Wang WN, Tarng TH. Bond strength of younger and older permanent teeth with various etching times. *Angle Orthod* 1993;63:225-230.
 25. Chaconas SJ, Caputo AA, Niu SL. Bond strength of ceramic brackets with various bonding systems. *Angle Orthod* 1990;61:35-41.
 26. Evans T, Silverstone LM. The effect of salivary contamination in vitro on etched human enamel. *J Dent Res* 1981;60:621.
 27. Pashley EL, Tao L, Mackert JR, Pashley DH. Comparison of in vivo vs. in vitro bonding of composite resin to the dentin of canine teeth. *J Dent Res* 1988;67:467-470.
 28. Brudevold F, Gardner DE, Smith FA. The distribution of fluoride in human enamel. *J Dent Res* 1956;35:420-429.
 29. Silverstone LM. Fissure sealants . Laboratory studies. *Caries Res* 1974;8:2-26.
 30. Brown CRL, Way DC. Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. *Am J Orthod* 1978;74:663-671.
 31. Pus MD, Way DC. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *Am J Orthod* 1980;77:269-283.
 32. Legler LR, Retief DH, Bradley EL. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on enamel depth of etch: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990;98:154-60.
 33. Shapira J, Eidelman E. Fissure topography after combined 20 and 60 seconds etching and mechanical preparation viewed by SEM. *Clin Prevent Dent* 1985;4:27-30.
 34. Legler LR, Retief DH, Bradley EL, Denys F, Sadowsky P. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on the shear bond strength of an orthodontic bonding resin to enamel. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989;96:485-492.
 35. Labart WA, Barkmeier WW, Taylor MH. Bracket retention after 15-second acid conditioning. *J Clin Orthod* 1988;22:254-255.
 36. Britton JC, McInnes P, Weinberg R, Ledoux WR, Retief DH. Shear bond strength of ceramic orthodontic brackets to enamel. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990;98:34-53.
 37. Sadowsky PL, Retief DH, Cox PR, Hernandez R, Pape G. Effect of etchant concentration and duration of etching on retention of orthodontic attachment. [Abstract] *J Dent Res* 1988;67:361.
 38. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-178.
 39. Poulsen S, Peltoniemi AL. Retention of fissure sealant in primary second molars after 6 months. *Scand J Dent Res* 1979;87:328-330.

-ABSTRACT-

THE EFFECTS OF SALIVARY CONTAMINATION OF ACID-ETCHED ENAMEL ON BRACKET BOND STRENGTH

Hyun-Deog Kim, Jong-Sung Kim, Jong-Ghee Kim

Department of Orthodontics, College of dentistry, Chonbuk National University

The purpose of this study was to determine the effect of salivary contamination of etched enamel on shear bond strength of a bracket adhered to etched enamel.

Eighty extracted human permanent premolars were used in this study. These samples were divided into two groups. Buccal surface of samples were etched *in vitro* with 38% phosphoric acid for 15 seconds and 60 seconds. Each group was divided into four subgroups. Etched enamel surfaces were contaminated with saliva for 0, 1, 20, 60 seconds, washed and dried. Test surfaces were examined using scanning electron microscope(SEM). The shear bond strength of each sample was determined with a universal testing instrument(Instron Co. Model 4201).

Results were as follows;

1. Salivary contamination for 1, 20, 60 seconds did not affect shear bond strength when compared with the uncontaminated enamel group.
- 2 There was no significant difference($P>.05$) in shear bond strength between 15 sec. and 60 sec. etching in uncontaminated enamel groups.
3. When samples were examined using SEM, organic materials coated enamel surface masked the etched pattern partially.

KOREA. J. ORTHOD. 1996 ; 26 : 309-316

*Key words : Salivary contamination, Acid etched enamel, Shear bond strength