[UCI]I804:24011-200000232954

삭제기구의 종류에 따른 Clearfil™ SE Bond의 법랑질에 대한 미세전단 결합강도

Microshear bond strength of Clearfil™ SE Bond to enamel according to the type of bur

2006년 4월 일

조선대학교 대학원

치의학과

정 진 호

삭제기구의 종류에 따른 Clearfil™ SE Bond의 법랑질에 대한 미세전단 결합강도

지도교수 조 영 곤

이 논문을 치의학 박사학위 논문으로 제출함.

2006년 4월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

정 진 호

정진호의 박사학위 논문을 인준함.

위원장 부산대학교 교 수 허 복 인

위 원 조선대학교 교 수 조 영 곤 인

위 원 조선대학교 교 수 황 호 길 인

위 원 조선대학교 교 수 김 홍 중 인

위 원 조선대학교 교 수 고 영 무 인

2006년 7월 일

조선대학교 대학원

목 차

영문초록 ····· iii

Ⅰ. 서론 ····· 1

Ⅱ. 실험재료 및 방법 ····· 3

Ⅲ. 실험결과 ····· 6

Ⅳ. 총괄 및 고찰 ····· 8

Ⅴ. 결론 ····· 11

참고문헌 ····· 12

표 목 차

Table 1. Group classification by type of bur ····· 4
Table 2. Mean microshear bond strength (MPa) to enamel surface ····· 6
Table 3. Results of one-way ANOVA and Tukey HSD statistics ····· 7

도 목 차

Figure 1. Microshear bond testing of specimen ····· 5

ABSTRACT

Microshear bond strength of Clearfil™ SE Bond to enamel according to the type of bur

Jin-Ho Jeong, D.D.S., M.S.D.

Advisor : Young-Gon Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Dentistry, Graduate School, Chosun University

The purpose of this study was to compare the microshear bond strength (μSBS) to enamel prepared with different burs when a self-etching primer adhesive was used and to determine what type of bur are chosen to provide good bonding to enamel surface.

Forty-two human molars were sectioned to partially expose buccal or lingual enamel of crowns with Isomet Low Speed Saw and slabs of 1.2 mm thick were made.

Enamel surfaces of about 0.2 mm thickness were removed with different four diamond burs and two carbide burs. They were divided into one of six equal groups (n=7): Group 1: coarse (125-150 ㎛) diamond bur, Group 2: standard (106-125 ㎛) diamond bur, Group 3: fine (53-63 ㎛) diamond bur, Group 4: extrafine (20-30 ㎛) diamond bur, Group 5: plain-cut carbide bur (no. 245), Group 6: cross-cut carbide bur (no. 557).

Clearfil™ SE Bond was applied to enamel surface and Clearfil AP-X was bonded to enamel suface using Tygon tubes. After storage in distilled water for 24 hours, the bonded specimens were subjected to μSBS testing with a crosshead speed of 1mm/min. The mean μSBS (n=20 for each group) was statistically compared using one-way ANOVA and Tukey HSD test.

The results of this study were as follows:

1. The μSBS of Group 1 was the lowest among groups and it was statistically significant lower than that of Group 4 and 5 (p 〈

0.05).

2. The μSBS of Group 4 was the highest among groups and it was significantly higher than that of Group 1, 2, 3, and 6 ($p < 0.05$), but no significant difference than that of Group 5 ($p > 0.05$).
3. There was not statistically significant different between Group 5 and 6 ($p > 0.05$).

In conclusion, the enamel surfaces prepared with different burs were affected to the microshear bond strength between a self-etch primer adhesive and enamel surface. The use of extrafine diamond and plain-cut carbide bur are recommended for the good bonding of Clearfil™ SE Bond to enamel.

I. 서 론

접착제와 치질의 긴밀한 접착은 우수한 결합강도와 최소의 미세누출을 제공하여 결국 견고한 수복물을 제공한다[1]. 접착시스템은 술자가 더욱 쉽고, 빠르게 적용할 수 있도록 점점 단순화되어 가고 있다. 따라서 그동안 널리 사용되었던 3단계 접착시스템은 인산을 이용한 산 부식처리 후 프라이밍과 접착레진의 기능을 동시에 수행하는 self-priming adhesive를 적용하는 방식과 산부식과 프라이밍 기능을 동시에 수행하는 자가 산부식 프라이머 (self-etching primer)를 적용한 후 접착레진을 적용하는 방식의 2단계 접착시스템으로 개발되었다[2]. 이렇게 단순화된 접착시스템은 접착과정의 단축으로 인하여 임상에서 그 사용이 날로 증가하고 있다.

법랑질 표층은 약 70%의 무소주대 (aprismatic zone)로 구성되어 있다[3]. 이러한 표층은 일반적으로 하층의 법랑질보다 더 광화되어 있기 때문에 산부식 과정에서 적절하게 부식되지 않아 복합레진과 낮은 접착을 이룰 수 있다. 법랑질의 탈회와 도말층 (smear layer) 제거를 위하여 self-priming adhesive는 인산을 사용하고, 자가 산부식 프라이머는 인산 에스테르, 카복실 산 및 HEMA (hydroxyethyl methacrylate)와 같은 산성단량체의 혼합물을 사용한다[4]. 30-40%의 인산은 법랑질을 효과적으로 탈회하기 때문에 self-priming adhesive는 법랑질 표면의 삭제유무에 관계없이 높은 결합강도를 나타내지만[5], 자가 산부식 프라이머는 인산에 비해 약한 산도로 인하여 건전한 법랑질에서 보다 삭제된 법랑질에서 더 높은 결합강도를 나타내는 것으로 보고되었다[6,7]. 따라서 Senawongse 등[8]은 자가 산부식 프라이머 접착제의 법랑질에 대한 결합강도를 증가시키기 위한 하나의 방법으로 건전한 법랑질의 최 외층을 삭제할 것을 추천한 바 있다. 또한 삭제된 법랑질에 대한 자가 산부식 프라이머 접착제의 결합강도를 증가시키기 위해서 Tori 등[9]은 자가 산부식 프라이머를 적용하기 전에 인산의 보조적인 사용이 필요하다고 하였다. 그러나 최근 대부분의 연구에서 삭제된 법랑질에 대한 self-priming adhesive와 자가 산부식 프라이머 접착제의 결합강도는 유사하다고 보고되고 있다[10-12].

따라서 자가 산부식 프라이머 접착제의 높은 결합강도를 얻기 위해서는 법랑질의 삭

제가 필요하며, 임상에서 법랑질의 삭제를 위해서는 다이아몬드 버나 카바이드 버가 사용된다. 버와 같은 삭제기구로 법랑질을 기계적으로 삭제하면 표면에 무정형의 유기질과 무기질 잔사로 구성된 도말층이 형성된다. 이러한 층은 법랑질과 접착제간의 긴밀한 접착에 장해가 될 수 있으므로 산 처리에 의해서 제거되거나 변형되어야 한다[13]. 따라서 동일한 자가 산부식 프라이머 접착제를 사용한다 해도 법랑질에 대한 결합강도는 삭제기구에 의해 형성된 도말층에 의해 영향을 받을 수 있다.

삭제기구에 따른 결합강도에 관한 연구에서 Jung 등[14]은 거친 법랑질 표면을 제공하는 버의 사용은 피하여야 한다고 하였으며, Dias 등[15]은 self-priming adhesive인 Single Bond와 자가 산부식 프라이머 접착제인 Clearfil SE Bond의 상아질에 대한 높은 결합강도는 다이아몬드 버보다 카바이드 버에 의해 얻어질 수 있다고 보고하였고, Hosoya 등[16]은 Clearfil SE Bond의 상아질에 대한 결합강도는 다이아몬드 버의 입자크기에 영향을 받는다고 보고하였다.

이상과 같이 상아질을 삭제하는 기구에 따른 self-priming adhesive와 자가 산부식 프라이머 접착제의 결합강도를 비교한 연구는 많이 진행되었지만, 법랑질을 삭제하는 기구에 따른 자가 산부식 프라이머 접착제의 결합강도에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 이 연구에서는 입자크기가 다른 4종의 다이아몬드 버 및 2종의 plain-cut와 cross-cut 카바이드 버로 삭제한 법랑질 표면에서 미약한 자가 산부식 프라이머 접착제인 Clearfil SE Bond의 결합강도를 상호 비교함으로써 법랑질에 우수한 접착표면을 제공하는 적절한 버를 알아보기 위해 시행하였다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

치관부에 결함이나 수복물이 없는 최근에 발거된 상·하악 대구치 42개를 실험치아로 사용하였다.

이 실험에서 자가 산부식 프라이머 접착제와 복합레진은 각각 Clearfil™ SE Bond와 A3 색조의 Clearfil AP-X (Kuraray Medical Inc., Okayama, Japan)를 사용하였다. 접착제와 복합레진의 중합을 위한 광조사기는 Spectrum 800 (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.)을 사용하였고 500 mW/cm^{2}의 광 강도를 이용하였다.

2. 실험방법

(1) 군 분류

고속용 다이아몬드 버를 사용하여 상·하악 대구치의 치근을 절단하였다. 각 치관의 협면 또는 설면을 cyanoacrylate 접착제 (ALTECO Korea Inc., Pyungtaek-City, Korea)를 사용하여 레진블록에 접착하였다. 주수 하에서 Isomet Low Speed Saw (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, U.S.A.)를 이용하여 접착되지 않는 치관의 협면이나 설면의 최외층 법랑질을 편평하게 삭제한 후, 시편이 1.2 mm의 두께로 절단되도록 digital caliper (Mitutoyo Corp, Japan)를 조정하고 시편을 근, 원심 방향으로 절단하였다. 절단된 42개의 시편은 무작위로 선택하여 각 군에 7개씩 배정하였고, 법랑질 표면을 삭제할 버의 종류에 따라 6개의 군으로 분류하였다 (Table 1).

각 군의 버를 이용하여 각 시편의 법랑질 표면을 약 0.2 mm 두께로 삭제하여 삭제표면의 거칠기를 다르게 하였다. 접착제와 복합레진을 축조하기 전 법랑질 표면에 형성된 잔사를 깨끗이 제거하기 위하여 air-water 시린지로 세척하고 건조하였다.

(2) 복합레진의 접착

공급된 솔에 Clearfil™ SE Bond의 Primer를 적셔 각 군의 법랑질 표면에 적용하고 20초간 기다린 다음, air 시린지로 Primer를 건조하였다. 새로운 솔에 Clearfil™ SE Bond의

Bond를 적셔 법랑질 표면에 도포한 후, air 시린지로 가볍게 불어 법랑질 표면에 충분히 퍼지도록 하고 Spectrum 800 광조사기로 10초간 광조사 하였다. 접착제가 적용된 법랑질 표면에 내경 0.5 mm, 높이 1 mm의 Tygon tube (Saint-Gobain Performance Plastic Co., Beaverton, MI, U.S.A.)를 위치시킨 다음, 색조 A3의 Clearfil AP-X를 충전하고 40초간 광조사 하였다. 이러한 방식으로 하여 각 법랑질 표면에 3개의 복합레진을 접착하였다. 제작된 시편은 미세전단 결합강도를 측정하기 직전까지 증류수에 24시간동안 보관하였다.

Table 1. Group classification by type of bur

Group	Type of bur	Bur number	Manufactures
1	Coarse diamond (125-150 ㎛)	TF-13C	Mani, Inc., Takanezawa-machi Sioya-gun Tochigi-Ken, Japan
2	Standard diamond (106-125 ㎛)	TF-12	Mani, Inc., Takanezawa-machi Sioya-gun Tochigi-Ken, Japan
3	Fine diamond (53-63 ㎛)	TF-12F	Mani, Inc., Takanezawa-machi Sioya-gun Tochigi-Ken, Japan
4	Extrafine diamond (20-30 ㎛)	TF-12EF	Mani, Inc., Takanezawa-machi Sioya-gun Tochigi-Ken, Japan
5	Plain-cut carbide fissure	No. 245	Komet, Lemgo, Germany
6	Cross-cut carbide fissure	No. 557	SS White, Lakewood, NJ, U.S.A.

( ): grit size of diamond bur

(3) 미세전단 결합강도의 측정

결합강도를 측정하기 전 복합레진에 부착된 Tygon tube를 #15 blade로 제거하였다. 시험장치에 시편을 cyanoacrylate 접착제로 접착시킨 후, Universal testing machine (EZ test, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)의 zig에 시험장치를 고정하고 상부의 복합레진과 하부의 고정부위에 0.3 mm 두께의 교정용 철사 (Tomy International Inc., Tokyo, Japan)를 평행하게 걸었다 (Figure 1). 결합강도는 법랑질 표면에서 복합레진이 파절될 까지 분당 1.0 mm의 cross-head speed로 전단하중을 가하여 측정하였다.

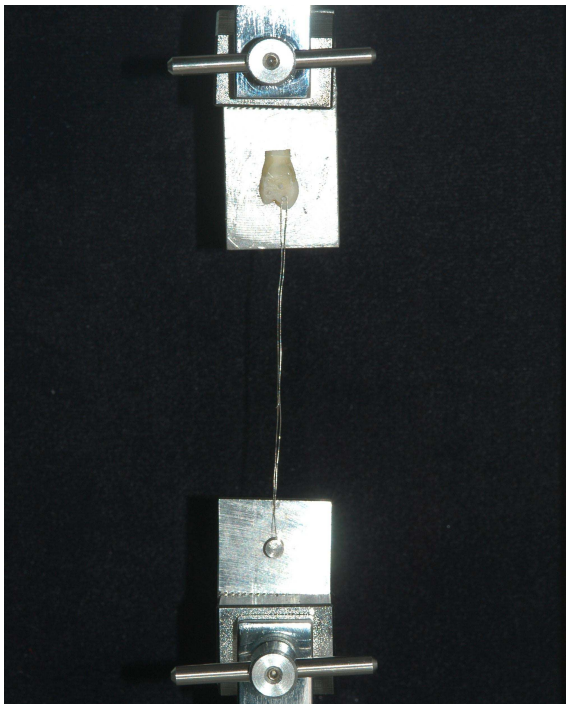

Figure 1. Microshear bond testing of specimen

(4) 통계분석

법랑질과 복합레진에 대한 각 군의 미세전단 결합강도간의 유의성 검증은 통계분석 프로그램인 SPSS (ver. 10.1)에서 one-way ANOVA를 이용하여 비교 분석하였으며, 사후검정은 Tukey 검정을 이용하여 p=0.05 유의수준에서 분석하였다.

Ⅲ. 실험결과

각 군의 법랑질에 대한 미세전단 결합강도의 평균치와 표준편차는 Table 2에 나타냈다. 각 군의 미세전단 결합강도는 1군에서 22.40 ± 4.40 MPa, 2군에서 25.05 ± 3.85 MPa, 3군에서 27.80 ± 5.45 MPa, 4군에서 32.95 ± 7.25 MPa, 5군에서 30.55 ± 5.40 MPa, 6군에서 26.60 ± 3.60 MPa를 나타내어 4군이 가장 높은 결합강도를 나타냈으며, 1군이 가장 낮은 결합강도를 나타냈다 (Table 2).

각 군의 법랑질에 대한 미세전단 결합강도를 상호 비교한 결과, 1군은 4군과 5군보다 그리고 2군, 3군, 6군은 4군보다 통계학적으로 낮은 결합강도를 나타냈다 ($p < 0.05$, Table 3). 4군의 결합강도는 1군, 2군, 3군, 6군보다 통계학적으로 높게 나타났으며 ($p < 0.05$), 5군의 결합강도와는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$, Table 3).

Table 2. Mean microshear bond strength (MPa) to enamel surface

Group	uSBS(mean ± SD)	No. of specimens
1	22.40 ± 4.40	20
2	25.05 ± 3.85	20
3	27.80 ± 5.45	20
4	32.95 ± 7.25	20
5	30.55 ± 5.40	20
6	26.60 ± 3.60	20

Group 1: Coarse diamond, Group 2: Standard diamond,
Group 3: Fine diamond, Group 4: Extrafine diamond,
Group 5: Plain-cut carbide bur, Group 6: Cross-cut carbide bur.

Table 3. Results of one-way ANOVA and Tukey HSD statistics

p-values	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6
Group 1	-	0.60	0.17	0.00*	0.00*	0.12
Group 2			0.54	0.00*	0.13	0.93
Group 3				0.02*	0.54	0.97
Group 4					0.67	0.00*
Group 5						0.15
Group 6						-

p-values(*) indicate statistically significant difference between groups

Ⅳ. 총괄 및 고찰

자가 산부식 프라이머를 법랑질 표면에 적용하여 20초 정도 기다리는 동안, 법랑질의 주성분인 수산화인회석으로부터 칼슘과 인 이온이 용해되어 프라이머 용액에 떠있게 된다. 그 후 공기건조에 의해 물이 증발될 때 프라이머 내에 있는 칼슘과 인 이온이 고농도가 되면서 법랑질은 더 이상 용해되지 않게 되어 법랑질의 탈회깊이가 제한된다[17]. 이와 같이 자가 산부식 프라이머는 법랑질 표면을 용해함으로써 3차원적으로 미세기계적인 유지면을 형성하고, 동시에 접착레진의 침투를 촉진함으로써 법랑질의 탈회깊이와 접착레진의 침투깊이는 동일하게 된다. 그 후 적용된 접착레진의 광중합과 복합레진과 접착레진간의 공중합으로 법랑질 면에 연속적인 결합이 형성 된다[18].

치질에 대한 다양한 접착제의 접착능력을 평가하기 위하여 그동안 수많은 연구가 수행되었다. Sano 등[19]이 미세인장 결합강도 검사법을 개발한 이래, 이 방법은 복합레진의 치질에 대한 결합강도를 평가하기 위해 많이 이용되고 있다. 미세인장 결합강도 검사를 위해서 제작되는 시편은 흔히 모래시계 모양으로 제작되며, 이를 위해서는 정교한 트리밍 과정이 필요하다[7]. 그러나 법랑질은 원래 취약하여 깨지기 쉬운 것으로서, 외력을 가할 때 특히 법랑소주를 따라 쉽게 금이 갈 수 있으므로 결합강도 검사를 위한 시편제작 시 트리밍 과정이 포함되지 않는 것이 좋다. 따라서 법랑질에 대한 결합강도를 보다 정확하게 검사하기 위해서는 트리밍 과정이 필요하지 않고, 시편제작이 더욱 단순한 미세전단 결합강도 검사법이 추천되고 있다[20,21].

접착과정을 시행하기 전 회전기구에 의해 삭제된 법랑질 표면은 두 가지의 상반된 효과를 나타낼 수 있다. 버에 의해 형성된 법랑질 표면의 거칠기는 접착을 위한 큰 면적을 제공하여 접착제의 젖음성 (wetting)을 촉진할 수 있다. 반면에 거칠게 형성된 법랑질 표면의 하방에 존재하는 깊고 좁은 부위는 법랑질과 복합레진사이에 기포를 함입시켜 결합강도를 저하시킬 수 있다[22]. 자가 산부식 프라이머 접착제중 Clearfil™ SE Bond는 법랑질에 미약한 부식효과를 나타내는 것으로 보고되고 있다[23,24]. Shimada 등[25]은 35%의 인산과 Clearfil SE Primer의 법랑질 부식효과를 비교한 결과, 35%의 인산은 법랑소주의 선택적인 부식과 함께 10 ㎛의 부식깊이를 나타낸 반면, Clearfil SE Primer는 인산에 비해 명확하지 않은 법랑소주의 부식과 1 ㎛의 부식깊이를 나타냈다

고 보고하였다. 이 연구에서는 입자크기가 서로 다른 4종의 다이아몬드 버와 2종의 카바이드 버로 거칠기가 다른 법랑질 표면을 형성하여 미약한 부식효과를 나타내는 Clearfil™ SE Bond와 법랑질의 결합강도를 미세전단 검사법을 이용하여 측정하였다.

이 연구에서 각 군의 미세전단 결합강도는 거친 다이아몬드 버를 사용한 1군이 22.40 ± 4.40 MPa로 가장 낮게 나타났고, 초미세입자 다이아몬드 버를 사용한 4군의 결합강도는 32.95 ± 7.25 MPa로 가장 높게 나타났다. 이 연구에서 1군은 4군과 5군 (plain-cut 카바이드 버) 보다 통계학적으로 낮은 미세전단 결합강도를 나타내어 ($p < 0.05$, Table 3) 거친 다이아몬드 버에 의한 법랑질의 삭제는 Clearfil SE Bond의 결합강도를 저하시키는 것으로 나타났다.

Jung 등[14]은 120 ㎛, 30 ㎛, 15 ㎛, 8 ㎛ 입자크기의 다이아몬드 버, 2종의 carbide finishing bur (8-fluted와 30-fluted), 2종의 stone 및 600 grit의 silicone (SiC) paper로 법랑질 표면을 삭제하여 법랑질의 거칠기와 미세전단 결합강도를 평가한 결과, 법랑질의 표면 거칠기는 4.14-17.75 ㎛이었으며 삭제기구에 의한 거칠기의 차이는 self-priming adhesive의 결합강도에 영향을 주지 않았다고 보고하였다. 또한 대부분의 연구에서는 자가 산부식 프라이머의 얕은 법랑질 부식에도 불구하고 인산 부식제에 의한 법랑질의 결합강도와 비교할 때 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다고 보고되고 있다[5,7]. 그러나 이들 연구에서는 결합강도를 측정하기 전 법랑질 표면을 마무리할 때 600 grit의 SiC paper를 흔히 사용하였다[10,22]. 이 연구에서 사용한 거친 다이아몬드 버의 입자크기는 125-150 ㎛로서 입자크기가 15 ㎛인 600 grit의 SiC paper로 형성한 법랑질 표면에 비해 거친 표면을 제공할 것으로 생각한다. 따라서 이 연구에서 거친 다이아몬드 버를 사용한 1군이 4군과 5군에 비해 낮은 미세전단 결합강도를 나타낸 이유는 거친 다이아몬드 버에 의해 형성된 거친 법랑질 표면으로 인하여 법랑질과 복합레진 사이에 형성된 기포[22]와 약한 산도를 갖는 Clearfil SE primer의 미약한 부식효과로 인하여 법랑질 표면에 형성된 두꺼운 도말층을 적절히 처리하지 못하였기 때문으로 생각된다. 이 연구의 결과에서 자가 산부식 프라이머 접착제는 법랑질을 삭제하는 버의 종류에 따라 결합강도에 영향을 받는 것으로 나타났다.

이 연구에서 4군의 미세인장 결합강도는 1군, 2군, 3군 및 6군보다 통계학적으로 높게 나타났지만 ($p < 0.05$, Table 3) 5군의 결합강도와는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 또한 카바이드 버로 법랑질을 삭제한 5군과 6군의 미세인장 결합강

도 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

이 연구에서 사용한 초미세입자 다이아몬드 버의 입자크기는 20-30 ㎛로 1군, 2군, 3군의 다이아몬드 입자크기보다 훨씬 미세하여 (Table 1) 법랑질 표면에 부드러운 표면을 제공하고 또한 얇은 도말층을 형성할 것으로 생각된다. 마찬가지로 plain -cut 카바이드 버로 삭제한 법랑질 표면은 초미세입자 다이아몬드 버로 삭제한 법랑질과 비슷한 표면 거칠기를 나타낼 것으로 추측된다. 이러한 법랑질 표면은 약한 Clearfil SE Primer가 도말층을 효과적으로 처리하고 하방의 건전한 법랑질을 적절히 탈회하여 접착제진이 법랑질의 탈회깊이까지 충분히 침투할 수 있어 4군과 5군이 다른 군에 비해 높은 미세전단 결합강도를 나타냈을 것으로 생각된다.

이 연구는 서로 다른 버로 삭제한 법랑질에 대한 미세전단 결합강도만을 평가한 것으로써 버에 의해 형성된 법랑질 표면과 프라이머 및 접착레진의 침투깊이에 대한 미세형태학적인 소견을 정확히 평가하기 위해서는 주사전자 현미경적인 연구가 더욱 이루어져야 할 것으로 생각된다.

이 연구의 결과를 종합하면, 버의 종류와 다이아몬드 버의 입자크기는 미약한 자가산부식 프라이머 접착제의 법랑질에 대한 미세전단 결합강도에 영향을 주었으며, 법랑질에 대한 Clearfil™ SE Bond의 우수한 접착을 위해서는 법랑질 삭제 시 초미세입자 다이아몬드 버나 plain-cut 카바이드 버의 사용이 추천된다.

V. 결 론

이 연구는 서로 다른 버로 형성한 법랑질 표면에 대한 미약한 자가 산부식 프라이머 접착제인 Clearfil™ SE Bond의 결합강도를 상호 비교함으로써 법랑질에 우수한 접착 표면을 제공하는 적절한 버를 알아보기 위해 시행하였다.

42개의 발거된 대구치 치관의 협면이나 설면의 최외층 법랑질을 Diamond wheel saw로 편평하게 삭제한 후, 1.2 mm의 두께의 시편을 제작하여 무작위로 6개의 군으로 배정하였다. 1군은 coarse (125-150 ㎛) diamond bur, 2군은 standard (106-125 ㎛) diamond bur, 3군은 fine (53-63 ㎛) diamond bur, 4군은 extrafine (20-30 ㎛) diamond bur, 5군은 plain-cut carbide bur (no. 245), 6군은 cross-cut carbide bur (no. 557)를 사용하였다. 각 시편의 법랑질 표면은 각 군에 해당하는 버를 이용하여 약 0.2 mm 두께로 삭제하였다.

법랑질 표면에 Clearfil SE Primer와 Bond를 적용하고 10초간 광조사한 후, Tygon tube를 이용하여 Clearfil AP-X를 충전하고 40초간 광조사 하였다. 제작된 시편은 미세전단 결합강도를 측정하기 직전까지 증류수에 24시간동안 보관하였다.

각 군의 시편을 시험장치에 접착시킨 후 universal testing machine을 이용하여 법랑질 표면에서 복합레진이 파절될 까지 분당 1.0 mm의 cross-head speed로 전단하중을 가하였다. 각 군의 미세전단 결합강도는 one-way ANOVA와 Tukey 검정을 이용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 1군의 결합강도는 모든 군중 가장 낮게 나타났으며, 4군과 5군보다 통계학적으로 낮게 나타났다 ($p < 0.05$).
2. 4군의 결합강도는 모든 군중 가장 높게 나타나 1군, 2군, 3군 및 6군보다 통계학적으로 높게 나타났으며 ($p < 0.05$), 5군과는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$).
3. 5군과 6군의 결합강도 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$).

이 연구를 종합하면, 버의 종류와 다이아몬드 버의 입자크기는 미약한 자가 산부식 프라이머 접착제의 법랑질에 대한 결합강도에 영향을 주었다. Clearfil™ SE Bond의 법랑질에 대한 우수한 접착을 위해서는 초미세입자 다이아몬드 버나 plain-cut 카바이드 버의 사용이 추천된다.

참고문헌

1. Swift EJ, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of art. *Quintessence Int* 26:95-110, 1995.
2. Moll K, Park HJ, Haller B. Effect of simulated pulpal pressure on dentin bond strength of self-etching bonding systems. *Am J Dent* 18:335-339, 2005.
3. Hobson RS, Rugg-Gunn AJ, Booth TA. Acid -etch patterns on the buccal surface of human permanent teeth. *Arch Oral Bio* 47:407-412, 2002.
4. Hayakawa T, Kikutake K, Nemoto K. Influence of self-etching primer treatment on the adhesion of resin composite to polished dentin and enamel. *Dent Mater* 14:99-105, 1998.
5. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, Van Meerbeek B. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. *Am J Dent* 16:329-334, 2003.
6. Perdigao J, Geraldeli S. Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. *J Adhes Res Dent* 15:32-41, 2003.
7. Kanemura N, Sano H, Tagami J. Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. *J Dent* 27:523-530, 1999.
8. Senawongse P, Sattabanasuk V, Shimada Y, Otsuki M, Tagami J. Bond strength of current adhesive systems on intact and ground enamel. *J Adhes Res Dent* 16:107-115, 2004.
9. Torii Y, Itou K, Nishitani Y, Ishikawa K, Suzuki K. Effect of phosphoric acid etching to self-etching primer application on

adhesion of resin composite to enamel and dentin. *Am J Dent* 15:305-308, 2002.

10. Toledano M, Osorio R, De Leonardi G, Rosales-Leal JI, Ceballos L, Cabrerizo-Vilchez MA. Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. *Am J Dent* 14:205-210, 2001.
11. Perdigao J, Lopes L, Lambrechts P, Leitao J, Van Meerbeek B. Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent* 10:141-146, 1997.
12. Ikeda T, Uno S, Tanaka T, Kawakami S, Komatsu H, Sano H. Relation of enamel prism orientation to microtensile bond strength. *Am J Dent* 15:109-113, 2002.
13. Shimada Y, Tagami J. Effects of regional enamel and prism orientation on resin bonding. *Oper Dent* 28:20-27, 2003.
14. Jung M, Wehlen LO, Klimek J. Surface roughness and bond strength of enamel to composite. *Dent Mater* 15:250-256, 1999.
15. Dias WR, Pereira PN, Swift Ed Jr. Effect of bur types on microtensile bond strengths of self-etching systems to human dentin. *J Adhes Dent* 6:195-203, 2004.
16. Hosoya Y, Shinkawa H, Suefiji C, Nozaka K, Garcia-Gody F. Effects of diamond bur particle size on dentin bond strength. *Am J Dent* 17:359-364, 2004.
17. Yoshiyama M, Sano H, Ebisu S, Tagami J, Ciucchi B, Carvalho RM, Johnson MH, Pashley DH. Regional strength of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *J Dent Res* 75:1404-1413, 1996.
18. Hannig M, Reinhardt KJ, Bott B. Self-etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper Dent* 24:172-180, 1999.

19. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho RM, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mat* 10:236-240, 1994.
20. Shimada Y, Iwamoto N, Kawashima M, Burrow MF, Tagami J. Shear bond strength of current adhesive systems to enamel, dentin and dentin-enamel junction region. *Oper Dent* 28:585-590, 2003.
21. Shimada Y, Kikushima D, Tagami J. Micro-shear bond strength of resin-bonding systems to cervical enamel. *Am J Dent* 15:373-377, 2002.
22. Lopes GC, Marson FC, Vieira LCC, de Andrada MAC, Baratieri LN. Composite bond strength to enamel with self-etching primers. *Oper Dent* 29:424-429, 2004.
23. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part Ⅱ: etching effects on unground enamel. *Dent Mat* 17:430-444, 2001.
24. Tay FR, Pashley DH, King NM, Carvalho RM, Tsai J, Lai SCN, Marquezini L. Aggressiveness of self-etch adhesives on unground enamel. *Oper Dent* 29:309-316, 2004.
25. Shimada Y, Senawongse P, Harnirattisai C, Burrow MF, Nakaoki Y, Tagami J. Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. *Oper Dent* 27:403-409, 2002.