

삭제기구가 자가 산부식 접착제의 미세누출에 미치는 영향

김용희 · 박재구 · 조영곤*

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

EFFECT OF MICROLEAKAGE OF A SELF-ETCHING PRIMER ADHESIVE ACCORDING TO TYPES OF CUTTING INSTRUMENTS

Yong-Hee Kim, Jae-Gu Park, Young-Gon Cho*

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the effect of burs on microleakage of Class V resin restorations when a self-etching primer adhesive was used.

Forty Class V cavities were prepared with four different cutting burs on extracted third molars, and divided into one of four equal groups (n = 10): Group 1-plain cut carbide bur (no. 245), Group 2-cross cut carbide bur (no. 557), Group 3-fine diamond bur (TF-21F), Group 4-standard diamond bur (EX-41).

The occlusal and gingival margin of cavities was located in enamel and dentin, respectively. Cavities were treated with Clearfil SE Bond and restored with Clearfil AP-X. Specimens were thermocycled, immersed in a 2% methylene blue solution for 24 hours, and bisected longitudinally. They were observed leakages at enamel and dentinal margins. Data were analyzed using Mann-Whitney and Wilcoxon signed ranked test.

The results of this study were as follows:

1. At enamel margin, microleakage of group 4 was statistically higher than those of group 1, 2 and 3 ($p < 0.01$).
2. At dentinal margin, microleakage of group 4 was statistically higher than group 3 ($p < 0.01$), but group 1 and 2 were not statistically different with group 3 and 4.
3. Enamel microleakage was statistically higher than dentinal microleakage in group 1, 2 and 3 ($p < 0.05$), but statistical difference between the microleakage of enamel and dentinal margin was not in group 4.

In conclusion, the use of coarse diamond bur showed high microleakage at both enamel and dentinal margin when Clearfil SE Bond was used in class V cavity. [J Kor Acad Cons Dent 32(4):327-334, 2007]

Key words: Microleakage, Self-etching primer, Cutting instruments, Smear layer

- Received 2007.1.3., revised 2007.3.8., accepted 2007.5.25.-

* Corresponding Author: Yong-Gon Cho

Department of Conservative Dentistry,
College of Dentistry, Chosun University
421 Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju, Korea, 501-825
Tel: 82-62-220-3840 Fax: 82-62-232-9064
E-mail: ygcho@mail.chosun.ac.kr

I . 서 론

치경부에 발생한 우식성 및 비우식성 결함(defects)은 심미적이고 접착적인 수복을 위해 흔히 복합레진을 사용하고 있다. 이러한 결함부의 제거와 와동형성을 위해 사용되는 회전용 삭제기구는 치질의 표면에 도말층(smear layer)을

형성한다^{1,2)}.

치질에 대한 복합레진의 접착은 미세기계적인 유지에 의해 이루어지므로^{3,4)} 접착과정에 방해가 되는 도말층은 제거되거나 변형되어야 한다⁵⁻⁹⁾. 따라서 현재 임상에서 널리 사용되고 있는 접착시스템은 도말층의 처리를 위해 크게 2가지의 서로 다른 방법을 이용하고 있다. 첫 번째는 미네랄 산이나 킬레이팅 제 (chelating agent)를 이용하여 도말층을 완전히 제거하고⁶⁾ 세척과 건조한 후 부식 처리된 치질에 프라이머와 접착제를 적용하거나 단일 병으로 된 self-priming adhesive를 적용하여 접착과정을 완성하는 방법이다^{10,11)}. 두 번째는 유기산이나 산성 단량체가 함유되어 있는 자가 산부식 프라이머 (self-etching primer: SE primer)를 이용하여 도말층을 변형한 후 세척하지 않고 접착제를 적용하는 방법이다^{12,13)}. 이는 도말층을 접착대상으로 이용하며, 혼화층 (hybrid layer)에 도말층을 포함한다¹⁴⁾.

일반적으로 SE primer 접착시스템은 도말층을 완전히 제거하는 접착시스템과 비교할 때 과도한 부식, 건조 및 습윤과 같이 임상적으로 민감한 술식을 제외시킴으로써 술식이 간단하다는 장점을 가지고 있다³⁾. 또한 삭제된 법랑질과 도말층으로 덮힌 상아질에 우수한 결합강도를 나타내며^{14,15)}, 얇은 두께의 혼화층과 짧은 레진 테그에도 불구하고 우수한 봉쇄 (seal)를 제공하고¹⁶⁾, 프라이머에 의한 치질의 탈회와 단량체의 중합이 동시에 진행되므로 탈회된 콜라겐의 붕괴를 막을 수 있다⁶⁾.

복합레진 수복을 위한 와동형성 시 다양한 모양의 버와 입자크기가 다른 다이아몬드 버가 회전용 삭제기구로 사용되고 있다. Ayad 등¹⁷⁾은 거친 입자의 다이몬드 버, cross-cut 카바이드 버 및 마무리용 버로 삭제한 상아질 표면조도는 각각 8.6 μm , 6.8 μm , 1.2 μm 로 서로 다른 삭제기구에 의한 상아질의 표면조도는 통계학적으로 유의한 차이가 있음을 보고하였다. 그동안 실험실적인 연구에서 다양한 입자크기의 silicon carbide (SiC) paper와 다양한 종류의 버에 의해 형성된 표면조도에 따른 각종 접착시스템의 결합강도에 관한 비교가 많이 이루어 졌다. Jung 등¹⁰⁾은 법랑질 표면을 여러 종류의 다이아몬드 버, 마무리용 버 및 스톤으로 거칠게 한 후 표면조도와 total etch 접착시스템에 의한 복합레진의 전단결합강도를 비교한 결과 법랑질의 표면조도는 4.14 - 17.75 μm 범위였으며, 서로 다른 법랑질의 표면조도는 복합레진의 전단결합강도에 영향을 주지 않았다고 보고하였으며, 또한 Finger 등⁵⁾과 McInnes 등¹⁸⁾도 입자크기가 다른 SiC paper와 버에 의해 형성된 상아질의 표면조도는 total etch 접착시스템에 의해 접착된 복합레진의 결합강도에 영향을 미치지 않는다고 하였다. 그러나 Dias 등¹⁹⁾은 SE primer 접착시스템의 사용 시 복합레진과 상아질의 결합강도는 치아를 형성할 때 사용하는 버의 종류에 의해 영

향을 받으며, 특히 높은 결합강도는 다이아몬드 버 보다는 카바이드 버에 의해 형성된 상아질 면에서 얻을 수 있다고 하였다. Inoue 등¹⁾은 버로 형성된 상아질에 대한 자가 산부식 접착제의 미세인장 결합강도는 regular-grit 다이아몬드 버 보다 superfine-grit의 다이아몬드 버에서 더 높게 나타났다고 보고하였다. 한편 Ogata 등⁶⁾은 스틸 버와 다이아몬드 버로 삭제한 상아질에 대한 SE primer와 인산 부식제를 이용한 결합강도는 버의 종류와 접착시스템의 종류 모두에 의해 영향을 받는다고 하였다.

와동에 복합레진을 충전한 경우, 복합레진의 중합수축이 와벽에 대한 복합레진의 결합강도를 초과하게 되면 와동변연에서 간극 (gap)이 발생된다. 이는 복합레진 수복물의 미세누출을 일으키며, 심한 경우 이차우식증과 치수염을 유발할 수 있다²⁰⁾. 일반적으로 접착성 재료의 상아질에 대한 접착은 법랑질에서 보다 약하므로 법랑질과 상아질로 이루어진 치경부 와동은 복합레진 수복 시 흔히 상아질 변연부에서 더 많은 미세누출을 발생시킨다^{21,22)}. 따라서 법랑질과 상아질 모두에 비슷한 접착력을 갖는 접착시스템의 개발이 이루어 지고 있다.

다양한 SE primer 접착시스템 중 Clearfil SE Bond는 산성의 레진 단량체로서 methacrylated phosphate ester인 10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate를 포함하는 다용도 시스템으로⁴⁾ 실험실적인 연구에서 우수한 결과를 보여주고 있다. Kubo 등²⁰⁾의 연구에 의하면 Clearfil SE Bond는 법랑질과 상아질에서 비슷한 결합강도를 나타내고, 5급 복합레진 수복물에서 열 순환과 휨 하중 (flexural load) 후에도 우수한 변연봉쇄를 보여주었다고 보고하였다. 또한 Lopes 등²¹⁾은 5가지 SE primer 접착시스템 중 Clearfil SE Bond는 total-etch 접착시스템과 비슷한 복합레진-법랑질 결합강도를 나타내는 유일한 SE primer 접착시스템이라고 하였다.

이상에서와 같이 버의 종류에 의해 형성된 표면조도와 접착시스템에 따른 대부분의 연구는 결합강도의 비교로 이루어졌다. 그러나 버의 종류에 따라 와동을 형성한 후 SE primer 접착시스템을 이용하여 미세누출을 평가한 연구는 부족하다. 서로 다른 버에 의해 형성된 와동면은 도말층의 두께와 표면조도가 다르게 나타나며, SE primer에 의한 이들의 처리효과에 영향을 미쳐 복합레진 수복물의 변연부에서 서로 다른 미세누출을 발생시킬 것이다. 따라서 이 연구에서는 서로 다른 종류의 버, 즉 2종의 카바이드 버와 2종의 다이아몬드 버로 5급 와동을 형성하여 SE primer 접착시스템인 Clearfil SE Bond로 처리하고 복합레진을 충전한 후 버의 종류에 따른 법랑질과 상아질 변연에서의 미세누출 차이를 상호 비교하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

파절이나 우식병소 및 수복물이 없는 발거된 상·하악 대구치 40개를 실험치아로 사용하였다. SE primer 접착제와 복합레진은 각각 Clearfil SE Bond와 A3색조의 Clearfil AP-X (Kuraray Medical Inc., Okayama, Japan)를 사용하였다.

접착제와 복합레진의 중합을 위해 Spectrum 800 광조사기 (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.)를 사용하였고, 광강도는 500 mW/cm^2 를 이용하였다.

2. 실험방법

(1) 군 분류와 와동형성

발거된 대구치의 표면에 부착된 연조직이나 무기물을 초음파 치석제거기로 제거한 후, 치아는 실험직전까지 증류수에 보관하였다.

40개의 대구치를 무작위로 10개씩 선택하여 사용한 버의 종류에 따라 4개의 군으로 분류하였다. 1군은 plain-cut carbide fissure bur (no. 245)를 사용한 군, 2군은 cross-cut carbide fissure bur (no. 557)를 사용한 군, 3군은 fine diamond bur (TF-21F: 입자크기 $53\text{--}63 \mu\text{m}$)를 사용한 군, 4군은 standard diamond bur (EX-41: 입자크기 $106\text{--}205 \mu\text{m}$)를 사용한 군으로 하였다 (Table 1). 5급 와동은 고속에서 각 군의 bur를 사용하여 치아의 협면 치경부에 형성하였다. 와동의 크기는 근원심 폭경을 $4\text{--}6 \text{ mm}$, 교합-치는 폭경을 $3\text{--}4 \text{ mm}$ 로 하였으며, 와동의 깊이는 2 mm 로 하였다. 와동의 교합면측 변연은 법랑질에, 치근측 변연은 백악법랑경계부 1 mm 하방의 상아질에 위치시켰으며, 각 변연은 치아의 외면에 대해 90° 가 되도록 형성하였다.

복합레진을 충전하기 전에 각 와동은 air-water 시린지로 깨끗이 세척하였다. 공급된 술에 Clearfil SE Bond의 Primer를 적서 와동에 적용하고 20초간 기다린 다음, 공기시린지로 Primer를 건조하였다. 새로운 술에 Clearfil SE Bond의 Bond를 적서 와동에 도포한 후, 공기시린지로 가볍게 붙여 와동 벽에 충분히 퍼지도록 하고 Spectrum 800 광조사기로 10초간 광조사 하였다. 그 후 와동에 색조 A3의 Clearfil AP-X를 한번에 충전하고 40초간 광조사 하였다. 충전된 복합레진의 표면은 Sof-Lex disk (3M Dental Products, St. Paul, Mn, U.S.A.)를 이용하여 거친 입자에서 미세한 입자의 순으로 마무리와 연마하였다.

(2) 변연 미세누출의 관찰과 평가

각 군의 치아를 실온의 증류수에서 24시간 동안 보관한 후, 5°C 와 55°C 의 증류수에서 각각 30초씩 침적하여 500회 열 순환하였다. 각 치아의 치근단공을 폐쇄하기 위하여 저속의 no. 1/2 원형 버를 이용하여 치근단공에 약 2 mm 깊이의 와동을 형성한 후, 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트를 충전하였다. 그 후 각 치아는 복합레진 수복물 주위를 약 1 mm 정도 남겨놓고 전체의 치면에 nail varnish를 2회 도포하였다. 복합레진 수복물의 변연부에 색소가 침투되도록 각 군의 치아를 2% methylene blue 용액에 24시간 동안 침적시켰다. 각 치아를 흐르는 물에 세척한 후, 저속의 diamond disk를 이용하여 각 수복물의 중앙부가 통과되도록 협설 방향으로 양분하였다. 각 시편의 절단된 표면은 물이 공급된 상태에서 600-grit SiC paper로 연마하였다.

각 군의 절단 시편에서 복합레진 수복물의 법랑질과 상아질 변연부를 20배율의 광학 입체현미경 (Olympus LG-PS2, Tokyo, Japan)하에서 색소침투 정도를 다음과 같은 기준에 의하여 관찰하였다. 1개의 치아에서 얻어진 2개의 절단된 시편 중 법랑질과 상아질 변연의 미세누출은 각각 색소가 더 많이 침투된 시편을 선택하여 각 치아의 변연 미세누출 점수로 하였다.

Table 1. Group classification by types of bur

Group	Cutting bur	Type of bur	Manufactures
1	No. 245	Plain-cut carbide fissure	Komet, Lemgo, Germany
2	No. 557	Cross-cut carbide fissure	SS White, Lakewood, NJ, USA
3	TF-21F	Fine diamond (grit size: $53\text{--}63 \mu\text{m}$)	Mani, Inc., Takanezawa-machi Sioya-gun Tochigi-Ken, Japan
4	EX-41	Standard diamond (grit size: $106\text{--}125 \mu\text{m}$)	Mani, Inc., Takanezawa-machi Sioya-gun Tochigi-Ken, Japan

0 = 색소침투가 없는 경우

1 = 색소가 법랑질측 또는 상아질측 와벽의 1 / 2 미만까지 침투된 경우

2 = 색소가 법랑질측 또는 상아질측 와벽의 1 / 2 이상 침투되었으나 측벽에는 도달되지 않은 경우

3 = 색소가 법랑질측 또는 상아질측의 측벽 까지 침투된 경우

(3) 통계분석

각 군 간의 변연 미세누출에 대한 상호간의 유의성 검증은 통계분석 프로그램인 SPSS (ver. 10.1)에서 Kruskal-Wallis 검정을 이용하여 시행하였으며, 사후검정은 Mann-Whitney 검정과 Wilcoxon 부호 순위 검정을 이용하여 각각 $p = 0.01$ 과 $p = 0.05$ 유의수준에서 분석하였다.

Ⅲ. 실험결과

법랑질과 상아질 변연 모두에서 미세누출은 3군에서 가장 낮게 나타났고, 4군에서 가장 높게 나타났다 (Table 2, 3).

법랑질 변연에서 4군의 미세누출은 1군, 2군 및 3군보다 통계학적으로 더 높게 나타났지만 ($p < 0.01$) 1군, 2군, 3군의 미세누출 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 2). 상아질 변연에서 4군의 미세누출은 3군보다 통계학적으로 높게 나타났지만 ($p < 0.01$) 4군과 1군, 2군, 그리고 3군과 1군, 2군의 미세누출 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 3).

각 군에서 법랑질과 상아질 변연의 미세누출을 상호 비교한 결과, 1군, 2군, 3군의 법랑질 변연의 미세누출은 상아질 변연의 미세누출보다 통계학적으로 더 낮게 나타났지만

Table 2. Distribution of microleakage scores and mean rank at enamel margins

Group	Scores				Mean Rank	No. of specimen
	0	1	2	3		
1	8	2	0	0	17.30	10
2	8	2	0	0	17.30	10
3	9	1	0	0	15.40	10
4*	1	7	0	1	32.00	10

* : statistically significant difference between group 4 and other groups at $p < 0.01$ (Mann-Whitney test)

Table 3. Distribution of microleakage scores and mean rank at dentinal margins

Group	Scores				Mean Rank	No. of specimen
	0	1	2	3		
1	2	5	1	2	20.45	10
2	2	5	1	2	20.45	10
3*	3	7	0	0	14.15	10
4*	0	5	1	4	26.95	10

* : statistically significant difference between group 3 and group 4 at $p < 0.01$ (Mann-Whitney test)

Table 4. Statistical analysis between the microleakage on enamel and dentinal margins in each group by Wilcoxon signed ranked test

Group \ Microleakage	1	2	3	4
Enamel > Dentin	0.00	3.50	0.00	4.50
Enamel < Dentin	3.50	5.19	3.50	3.30
p-value	0.026	0.020	0.014	0.194

($p < 0.05$), 4군에서는 법랑질과 상아질 변연의 미세누출 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 4).

IV. 총괄 및 고찰

카바이드나 다이아몬드 버와 같은 회전용 기구로 와동을 기계적으로 삭제하면 와동면에는 무정형의 유기질과 무기질 잔사로 구성된 도말층이 형성된다⁴⁾. 이러한 층은 하방의 건전한 치질과 약하게 부착되며, 산성용액과 같은 처리제에 의해서만 제거될 수 있다⁶⁾. 도말층의 두께와 밀도는 도말층이 형성되는 과정에 따라 다르며, 이것은 치질과 레진의 결합강도에 영향을 주는 것으로 보고되고 있다^{13,23,24)}.

SE primer 접착 시스템은 산성 레진에 의해 치면의 탈회와 침투가 동시에 진행되므로¹⁵⁾ 탈회된 치질에 접착제가 불완전하게 침투되는 것을 피할 수 있고, 산부식제의 세척과 콜라겐 섬유의 흡윤과 같은 임상적으로 중요한 술식이 생략된다. 또한 이러한 시스템은 법랑질과 상아질에서 비슷한 결합강도를 나타내는 것으로 보고되었다³⁾. 그러나 SE primer는 인산의 pH에 비해 비교적 높아 치질의 부식능력이 낮고^{4,25)} 도말층에 포함되어 있는 광물질에 의해 중화될 수 있으므로²⁵⁾, 치질을 삭제할 때 사용하는 버의 종류에 따라 SE primer는 도말층을 충분히 탈회하지 못하여 치질에 대한 복합레진의 접착을 약하게 할 수 있다.

따라서 이 연구에서는 서로 다른 종류의 카바이드 버 (plain cut, cross cut)와 다이아몬드 버 (fine, standard)로 실험치아에 5급 와동을 형성하고 SE primer를 이용하여 와동을 처리한 후 버의 종류에 따른 법랑질과 상아질 변연의 미세누출을 평가하였다.

SE primer 접착 시스템을 사용하기 전 법랑질의 삭제는 삭제하지 않은 법랑질에 비해 높은 결합강도를 나타내는 것으로 보고되었다¹⁵⁾. 이러한 결과는 접착과정을 시행하기 전에 법랑질을 회전기구로 삭제하여 법랑질 표면의 거칠기를 증가시킴으로써 접착을 위한 큰 면적을 제공하기 때문이다²⁶⁾. 이 연구에서 4종의 삭제기구를 이용하여 형성된 5급 와동의 법랑질 변연에서는 거친 다이아몬드 버를 사용한 4군이 카바이드 버를 사용한 1군과 2군, 그리고 미세한 다이아몬드 버를 사용한 3군보다 통계학적으로 높은 미세누출을 나타내었다 ($p < 0.01$) (Table 2). 그러나 카바이드 버와 미세한 다이아몬드 버로 형성된 법랑질 변연의 미세누출 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이 연구에서 거친 다이아몬드 버를 사용한 군이 다른 군에 비해 높은 미세누출을 나타낸 이유는 거친 다이아몬드 버에 의해 형성된 거친 법랑질 표면으로 인하여 법랑질과 복합레진 사이에 기포가 함입되고²⁶⁾, 약한 산도의 Clearfil SE primer가 법랑질 표면에 형성된 두꺼운 도말층을 충분히

탈회시키지 못하였기 때문으로 생각된다⁴⁾

Sekimoto 등²⁷⁾은 삭제기구에 따른 상아질 표면의 침투성에 관한 연구에서 다이아몬드 버로 삭제한 상아질의 침투성은 스틸 버로 삭제한 와동의 침투성보다 낮게 나타나 다이아몬드 버로 와동을 형성한 후 접착제를 적용하면 상아질에 대한 접착력이 감소할 수 있음을 시사한 바 있다. 그러나 이 연구에서 상아질 변연의 미세누출은 미세한 다이아몬드 버를 사용한 3군에서 가장 낮게 나타났으며, 거친 다이아몬드 버를 사용한 4군보다 통계학적으로 낮게 나타났 ($p < 0.01$). 다이아몬드 버를 사용한 4군과 3군은 각각 카바이드 버를 사용한 1군과 2군의 상아질 변연 미세누출과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 3).

Koibuchi 등²⁴⁾은 상아질 표면에 형성된 도말층 효과를 알아보기 위하여 거친 입자와 미세한 입자의 SiC paper로 상아질 표면을 형성 한 후 SE primer 접착 시스템에 의한 결합강도를 비교한 결과, 거친 입자로 형성된 상아질 표면은 미세한 입자로 형성된 상아질 표면에 비해 통계학적으로 낮은 결합강도와 거친 도말층 내에서의 파절이 관찰되었지만 미세한 입자로 형성된 상아질은 높은 결합강도와 혼화층에서 파절이 관찰되었다고 하였다. 또한 Hosoya 등²³⁾은 다이아몬드 버의 입자크기에 따른 상아질 결합강도를 평가하였는데, 상아질에 50 μm 입자크기의 다이아몬드를 사용한 군이 25 μm 입자크기의 다이아몬드를 사용한 군보다 더 낮은 결합강도를 보여 다이아몬드 버의 입자크기가 Clearfil SE Bond의 결합력에 영향을 미친다고 보고하였다. 이러한 연구 결과들은 이 연구에 사용된 다이아몬드 버의 입자 크기가 각각 3군은 53 - 63 μm , 4군은 106 - 125 μm 로써 큰 입자 크기의 다이아몬드 버를 사용한 4군이 작은 입자 크기의 미세한 다이아몬드 버를 사용한 3군에 비해 상아질 변연에서 통계학적으로 높은 미세누출을 나타낸 결과와 유사하게 나타났다. 그러나 Koase 등²⁸⁾은 초미세입자 다이아몬드와 거친 다이아몬드 버로 삭제한 상아질에 대한 SE primer 접착 시스템 (ABF)의 결합강도는 두 가지 다이아몬드 버에서 모두 비슷하게 나타났다고 하였다. 이러한 차이는 Koase 등²⁸⁾의 연구와 이 연구에서 사용된 SE primer 접착 시스템이 달랐기 때문으로 생각된다.

이 연구에서 거친 입자의 다이아몬드 버로 형성한 와동의 상아질 변연이 미세한 입자의 다이아몬드 버로 형성한 와동의 상아질 변연의 미세누출에 비해 통계학적으로 높은 미세누출을 보인 이유는 거친 다이아몬드 버에 의해 형성된 두꺼운 도말층을 SE primer가 충분히 제거하지 못하였고²³⁾, 상아질 표면에 형성된 거친 표면으로 인하여 접착제의 충분한 침투가 제한되었기 때문으로^{13,23)} 생각된다.

한편 Ogata 등¹³⁾은 SE primer 접착 시스템 (Clearfil SE Bond)의 상아질 결합강도에 관한 버 (fine cut bur, cross

cut bur, regular grit diamond bur)의 효과를 비교한 연구에서 fine cut bur로 삭제한 군에서 가장 높은 결합강도를 나타냈고 regular grit diamond bur로 삭제한 군은 다른 군보다 통계학적으로 낮은 결합강도를 나타냈다고 보고하였다. 또한 Sofia 등⁷⁾은 SE primer 접착제 사용 시 서로 다른 버에 의한 상아질 결합강도를 비교한 결과, no. 245 버에 의해 형성된 상아질의 결합강도는 미세한 다이아몬드 버나 거친 다이아몬드 버로 형성한 상아질의 결합강도와 통계적으로 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 이러한 연구 결과들은 비록 결합강도에 관한 것이긴 하지만 이 연구에서 카바이드 버를 사용한 1군과 2군의 상아질 변연 미세누출이 미세한 다이아몬드 버를 사용한 3군보다 약간 크고, 거친 다이아몬드 버를 사용한 4군보다 약간 낮게 나타났지만 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않는 결과를 간접적으로 설명할 수 있을 것이다.

Chan 등⁹⁾은 두꺼운 도말층이 형성된 상아질에 대한 미약한 SE primer 접착 시스템의 접착은 프라이머를 적용할 때 능동적인 적용 (agitation)에 의해 개선될 수 있다고 하였다. 만약 SE primer 접착 시스템을 사용할 때 거친 다이아몬드 버를 사용한다면 능동적인 적용방법에 의해 5급 와동의 상아질 변연 미세누출을 감소시킬 수 있을 것으로 추측된다. 따라서 SE primer의 적용방법이 5급 복합레진 수복물의 변연 미세누출에 미치는 영향을 평가하기 위한 연구가 더욱 진행되어야 할 것으로 사료된다.

이 연구에서는 각 군의 법랑질 변연과 상아질 변연 간의 미세누출 차이를 상호 비교하였다. 1군, 2군, 3군의 법랑질 변연의 미세누출은 모두 상아질 변연의 미세누출보다 통계학적으로 더 낮게 나타났지만 ($p < 0.05$), 4군에서는 법랑질과 상아질 변연의 미세누출 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 4). Kubo 등²⁰⁾은 우치의 치경부에 췌기모양의 와동을 형성하여 Clerafil SE Bond와 복합레진으로 수복한 결과 법랑질 변연에서의 미세누출이 상아질 변연에서보다 더 높게 나타났다고 보고하였다. 이러한 이유에 대하여 법랑질과 상아질에 비슷한 결합강도를 나타내는 접착 시스템은 법랑질 변연에서의 미세누출이 상아질 변연에서보다 더 민감할 수 있고, 또한 SE primer 접착 시스템의 법랑질에 대한 낮은 결합강도 때문이라고 설명하였다. 이러한 결과는 상아질 변연의 미세누출이 법랑질 변연에서 보다 대체적으로 높게 나타난 이 연구의 결과와 아주 다르게 나타났으며, 이러한 차이는 이 연구에서 다양한 버의 사용에 따른 법랑질과 상아질의 미세누출을 비교하였기 때문으로 생각된다.

이 연구를 종합하면 SE primer 접착 시스템인 Clearfil SE Bond를 사용할 때 거친 다이아몬드 버의 사용은 다른 버에 비해 5급 와동의 법랑질과 상아질 변연에서 높은 미세

누출을 보이므로 거친 다이아몬드 버의 사용은 피하여야 한다. 따라서 SE primer를 사용하는 접착 시스템에서 와동형성 시 적절한 버의 선택은 복합레진 수복물의 우수한 변연 봉쇄를 위해 중요한 요소가 될 것이다.

V. 결 론

이 연구는 서로 다른 카바이드 버와 다이아몬드 버로 5급 와동을 형성한 후 SE primer 접착 시스템인 Clearfil SE Bond를 이용한 복합레진 수복 시 버의 종류에 따른 법랑질과 상아질 변연에서의 미세누출 차이를 상호 비교하기 위하여 시행하였다.

4종의 삭제기구를 이용하여 각각 10개의 발거된 대구치의 협면 치경부에 5급 와동을 형성하여 다음과 같이 4개의 군으로 분류하였다: 1군은 plain-cut carbide fissure bur (no. 245)를 사용한 군, 2군은 cross-cut carbide fissure bur (no. 557)를 사용한 군, 3군은 fine diamond bur (TF-21F: 입자크기 53 - 63 μm)를 사용한 군, 4군은 standard diamond bur (EX-41: 입자크기 106 - 205 μm)를 사용한 군으로 하였다. 형성된 와동에 Clearfil SE Bond의 Primer와 Bond를 적용하고 Clearfil AP-X 복합레진을 충전하여 광중합한 후, Sof-Lex disc를 이용하여 마무리와 연마를 시행하였다.

수복된 치아는 실온의 증류수에 24시간 동안 보관한 후, 5℃와 55℃에서 500회의 열 순환을 시행하고 2% methylene blue 용액에 24시간 동안 침적시켰다. 각 군의 치아를 협설로 절단하여 광학 입체현미경 하에서 법랑질과 상아질 변연에서의 색소침투 정도를 관찰하여 미세누출 점수를 평가한 후, 각 군 간의 유의성을 Mann-Whitney와 Wilcoxon 부호 순위 검정으로 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 법랑질 변연에서 4군의 미세누출은 1군, 2군 및 3군보다 통계학적으로 더 높게 나타났다 ($p < 0.01$).
2. 상아질 변연에서 4군의 미세누출은 3군보다 통계학적으로 더 높게 나타났지만 ($p < 0.01$) 1군, 2군은 각각 3군과 4군의 미세누출 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.
3. 1군, 2군, 3군에서 법랑질 변연의 미세누출은 상아질 변연의 미세누출보다 통계학적으로 더 낮게 나타났지만 ($p < 0.05$), 4군에서는 법랑질과 상아질 변연의 미세누출 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

이 연구를 종합하면, Clearfil SE Bond와 복합레진을 이용한 5급 와동 수복 시 거친 다이아몬드 버를 사용할 때 카바이드 버나 미세한 다이아몬드 버에 비해 법랑질과 상아질 변연 모두에서 높은 미세누출을 나타내었다.

참고문헌

1. Inoue H, Inoue S, Uno S, Takahashi A, Koase K, Sano H. Microtensile bond strength of two single-step adhesive systems to prepared dentin. *J Adhes Dent* 3:129-136, 2001.
2. Ishioka S, Caputo AA. Interaction between the dentinal smear layer and composite bond strength. *J Prosthet Dent* 26:375-382, 2001.
3. Kiremitci A, Yalcin F, Gokalp S. Bonding to enamel and dentin using self-etching adhesive systems. *Quintessence Int* 35:367-370, 2004.
4. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 17:296-308, 2001.
5. Finger WJ, Manabe A, Alker B. Dentin surface roughness vs. bond strength of dentin adhesives. *Dent Mater* 5:319-323, 1989.
6. Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Nakajima M, Tagami J. Effect of self-etching primer vs phosphoric acid etchant on bonding to bur-prepared dentin. *Oper Dent* 27:447-454, 2002.
7. Oliveira SSA, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall Jr GW. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs a total-etch system. *Dent Mater* 19:758-767, 2003.
8. Toledano M, Osorio R, De Leonardi G, Rosales-Leal J, Ceballos L, Caberizo-Vilchez MA. Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. *Am J Dent* 14:205-210, 2001.
9. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *Am J Dent* 16:340-346, 2003.
10. Jung M, Wehlen LO, Klimek J. Surface roughness and bond strength of enamel to composite. *Dent Mater* 15:250-256, 1999.
11. Reis AF, Oliveira MT, Giannini M, De Goes MF, Rueggeberg FA. The effect of organic solvents on one-bottle adhesives, bond strength to enamel and dentin. *Oper Dent* 28:700-706, 2003.
12. Oliveira SS, Marshall SJ, Hilton JF, Marshall GW. Etching kinetics of a self-etching primer. *Biomaterials* 23:4105-4112, 2002.
13. Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Nakajima M, Pereria PNR, Tagami J. Effect of different burs on dentin bond strengths of self-etching primer bonding systems. *Oper Dent* 26:375-382, 2001.
14. Tay FR, Carvalho R, Sano H, Pashley DH. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. *J Adhes Dent* 2:99-116, 2000.
15. Perdigao J, Geraldini S. Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. *J Esthet Restor Dent* 15:32-41, 2003.
16. Prati C, Chersoni S, Mongiorgi R, Pashley DH. Resin-infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. *Oper Dent* 23:185-194, 1998.
17. Ayad MF, Rosenstiel SF, Hassan MM. Surface roughness of dentin after tooth preparation with different rotary instrumentation. *J Prosthet Dent* 75:122-128, 1996.
18. McInnes PM, Wendt Jr SL, Retief DH, Weinberg R. Effect of dentin surface roughness on shear bond strength. *Dent Mater* 6:204-207, 1990.
19. 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.
20. Kubo S, Yokota H, Sata Y, Hayashi Y. Microleakage of self-etching primers after thermal and flexural load cycling. *Am J Dent* 14:163-169, 2001.
21. 조영곤, 김현경, 이영곤. IRM 임시수복이 상아질 접착제의 변연 미세누출에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 28:1-10, 2003.
22. 조영곤, 조공철. 자가 산부식 프라이머와 자가 산부식 접착제의 변연 미세누출. *대한치과보존학회지* 27:493-501, 2005.
23. Hosoya Y, Shinkawa H, Suefiji C, Nozaka K, Garcia-Gody F. Effects of diamond bur particle size on dentin bond strength. *Am J Dent* 7:359-364, 2004.
24. Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. *Dent Mater* 17:122-126, 2001.
25. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin CH, Meyer JM. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J Dent* 29:55-61, 2001.
26. 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.
27. Sekimoto T, Derkson GD, Richardson AS. Effect of cutting instruments on permeability and morphology of the dentin surface. *Oper Dent* 24:130-136, 1999.
28. Koase K, Inoue S, Noda M, Tanaka T, Kawamoto C, Takahashi A, Nakaoki Y, Sano H. Effect of bur-cut dentin on bond strength using all-in-one and two-step adhesive systems. *J Adhes Dent* 6:97-104, 2004.

국문초록

삭제기구가 자가 산부식 접착제의 미세누출에 미치는 영향

김용희 · 박재구 · 조영곤*

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

이 연구는 서로 다른 카바이드 버와 다이아몬드 버로 5급 와동을 형성한 후 SE primer 접착 시스템인 Clearfil SE Bond를 이용한 복합레진 수복 시 버의 종류에 따른 법랑질과 상아질 변연에서의 미세누출 차이를 상호 비교하기 위하여 시행하였다.

4종의 삭제기구를 이용하여 각각 10개의 발거된 대구치의 협면 치경부에 5급 와동을 형성하였다. 1군은 plain-cut carbide fissure bur (no. 245)를 사용한 군, 2군은 cross-cut carbide fissure bur (no. 557)를 사용한 군, 3군은 fine diamond bur (TF-21F: 입자크기 53 - 63 μm)를 사용한 군, 4군은 standard diamond bur (EX-41: 입자크기 106 - 205 μm)를 사용한 군으로 분류하였다. 형성된 와동에 Clearfil SE Bond의 Primer와 Bond를 적용하고 Clearfil AP-X 복합레진을 충전하여 광중합한 후, Sof-Lex disc를 이용하여 마무리와 연마를 시행하였다.

수복된 치아를 2% methylene blue 용액에 24시간 동안 침적시킨 후 각 군의 치아를 협설로 절단하여 광학 입체현미경 하에서 법랑질과 상아질 변연에서의 미세누출 점수를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다. Clearfil SE Bond와 복합레진을 이용한 5급 와동 수복 시 거친 다이아몬드 버의 사용은 카바이드 버나 미세한 다이아몬드 버에 비해 법랑질과 상아질 변연 모두에서 높은 미세누출을 나타내었다.

주요어: 미세누출, 자가산부식 접착제, 삭제기구, 도말층