

## 자가부식 프라이머의 처리가 유치의 상아질과 레진 간의 결합 형태와 강도에 미치는 효과

이준행 · 김용기 · 김종수

단국대학교 치과대학 소아치과학교실

### 국문초록

본 연구의 목적은 최근 술식을 간소화 시켜 개발된 여러 가지 자가 부식 프라이머를 이용하여 유치에서의 상아질과 레진 간의 결합력을 측정하고, 그 결합의 양상을 주사 전자 현미경을 이용해 분석하기 위한 것이었다.

실험 재료로는 자가-부식 프라이머를 이용한 새로운 결합제인 Mac-bond II® (Tokuso Co. Japan.)와 Clearfil Liner-bond II® (Curaray Co. Japan.)가 각각 I 군과 II 군으로 사용되었고, 대조군으로 사용된 III 군에 Scotchbond Multipurpose System(3M Co. U.S.A)이 사용되었다

치관이 건전한 유구치 45개를 근원심으로 절단하여 레진에 매몰하고 상아질을 노출시켰다. 90개의 시편을 30개씩 3개의 군으로 나누고, 상아질 표면을 3가지 상아질 결합제를 이용하여 각 제조자의 지침에 따라 처리하여 실험 시편을 제작하였다. 각 군당 20개의 시편은 전단 강도를 측정한 후 그 파절면을 실체 현미경 하에서 관찰하였고, 각 군당 10개의 시편은 주사전자 현미경관찰을 위해 사용하였다.

전단강도 측정결과 III 군, I 군, II 군의 순서로 높은 강도를 보였으며, III 군과 II 군, I 군과 II 군 사이에서 유의차를 보였으나( $p < 0.05$ ), I 군과 III 군과의 사이에서는 유의차를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 실체 현미경 관찰 결과에서는 I 군에서는 60%의 상아질내 파절과 40%의 계면 파절 양상을 보였고, II 군에서는 20%의 상아질내 파절과 80%의 계면 파절 양상을 나타냈으며, III 군의 경우 75%의 상아질내 파절과 25%의 계면 파절 양상을 나타내었다. 주사전자 현미경 관찰 결과, 모든 군에서 100 - 200 $\mu$ m 정도의 긴 resin tag 양상을 보였으며, I 군에서는 거의 균일한 긴 resin tag의 양상을 보인것에 반해 II 군에서는 부분적으로 짧은 resin tag의 양상을 나타냈으며, III 군의 경우 긴 resin tag 뿐만 아니라 특징적인 측방 분지의 양상을 나타냈다.

**주요어** : 자가 부식 프라이머, 전단 강도

### I. 서 론

최근 임상에서는 치아 변색, 다면 우식, 외상에 의한 치아의 파절 등 치아 수복에 있어 심미성을 위해 복합 레진이 널리 사용되고 있다. 수복이 성공적으로 이루어지기 위해서는 미세누출이 없어 박테리아의 침투를 방지하고, 심미적이어야 할 뿐 아니라, 법

랑질과 상아질 모두에서 높은 결합력을 나타내야 한다. 치아와의 결합에 있어 문제가 되어 왔던 것은 친수성의 상아질에 소수성의 복합 레진을 결합시키려는 것이었으며, 이를 위해 1955년 산 부식법이 처음 소개된 이래로<sup>1)</sup> 다양한 방법들이 연구되어져 왔다. 최근 들어 레진과 상아질 간의 결합력을 증가시키기 위해 산을 이용해 도말층을 제거한 후, 소수성 및 친

수성 단말을 갖는 프라이머를 도포하고, bonding agent를 재도포 하여 상아질과 콜라겐 내부로의 레진 침투를 용이하게 해주는 방법이 흔히 사용되고 있지만, 이 방법은 과정이 복잡하고 시간도 많이 걸려 타액 등에 의한 오염 가능성을 증가시키는 등의 문제점이 지적되어 왔고, 특히 행동 조절이 힘든 소아 환자의 치료에 있어서는 간단한 조작 과정을 갖는 수복 재료의 개발이 절실하게 요구되었다.

1982년 Nakabayashi<sup>2)</sup> 등은 상아질 결합제의 산처리에 의해 도말층을 제거함으로써 상아세관을 개방시키고 상아질 표면의 식각에 의해 노출되는 콜라겐 섬유내로 프라이머를 침투시켜 혼합층(hybrid layer)을 형성하여 이들에 의한 미세 기계적 결합을 이룬다고 하였으며, 이러한 혼합층은 복합 레진이 상아질에 긴밀히 결합하여 내산성이 강하고, 수복물의 보호 장벽 역할을 하며, 탄력성이 높아 복합 레진의 중합 수축과 관련된 스트레스를 경감시켜 강한 결합을 이룰수 있게 하는 등 중요한 구조물로 간주되고 있다<sup>3)</sup>.

최근 프라이머에 산을 첨가하여 도말층의 제거를 위한 산의 전처리 과정과 레진의 침투를 위한 priming 과정이 동시에 수행되어 전처리제의 수세와 건조 과정이 필요 없는 새로운 결합 방법이 개발되어 여러 가지 제품들이 상용화되고 있으며, 이런 자가 부식 프라이머를 이용한 새로운 제품들은 기존의 복합 레진 수복 방법에 비해 훨씬 단축된 조작 시간과 간편한 조작 방법을 제시하면서도 높은 결합 강도를 주장하고 있고, 이에 대한 연구들이 활발히 진행되고 있는 실정이다.

Nishida 등<sup>4)</sup>은 자가 부식 프라이머가 도말층의 제거와 동시에 프라이머의 확산이 일어나게 하므로, 콜라겐 내부로 복합 레진이 더 잘 침투하게 되고, 이곳에 생길수 있는 기포를 최소화시켜 기존의 방법보다 더욱 증가된 결합력을 나타낸다고 보고하였고, Wang 등<sup>5)</sup>은 프라이머의 산성기는 탈회 과정에서 방출되는 칼슘과 인 이온에 의해 중화되며 이는 과도한 아파타이트의 용해를 제한하는 self-limit 기능을 나타낸다고 보고하였다. 하지만 어떤 연구에서는 이 새로운 방법이 기존의 산처리 방법에 비해 결합력이 우수하지 않다고 보고하기도 하였으며 이에 대해서는 여러 주장이 엇갈리고 있다.

더구나 기존의 상아질 결합 방법이 유치에서 영구

치와는 서로 다른 양상으로 나타난다고 알려져 있음에 반해, 유치에서의 실험은 거의 찾아보기 힘든 실정이다. Elkins와 McCourt<sup>6)</sup>는 영구치에 비해 유치에서의 결합 강도가 낮음을 보고한 바 있으며, Nör 등<sup>7)</sup>은 상아질의 산에 의한 도말층 제거 효과에 있어 영구치에 비해 유치에서는 반정도의 시간이 소요된다고 보고하였다. 이는 유치의 경우 영구치에 비해 관주 상아질이 2-5배 두껍고, 상아세관의 밀도가 높기 때문이라고 추정된다.

이에 본 연구는 최근 소개된 자가 부식 프라이머를 이용하여 유치에서의 상아질과 레진 사이의 결합력을 전단 강도 실험을 통해 알아보고, 그 결합 형태의 특징을 주사 전자 현미경을 통해 비교함으로써 이의 소아 환자에 대한 임상적 적용의 평가 자료로 이용하고자 한다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

본 실험에 사용된 재료로는 최근 자가 부식 프라이머를 이용한 새로운 결합제인 Mac-bond II<sup>®</sup> (Tokuso Co, Japan.)와 Clearfil Liner-bond II<sup>®</sup> (Curaray Co, Japan.)가 사용되었고, 대조군으로는 Scotchbond Multipurpose System(3M Co, U.S.A.)이 사용되었다. Mac-bond II<sup>®</sup>와 Clearfil Liner-bond II<sup>®</sup>의 프라이머에는 상아질 전처리제로 사용되는 산이 함께 포함되어 있으며, 그 구성 성분은 Table 1과 같다.

Table 1. Primer contents of each materials

Materials	Contents of Primer
Mac-Bond II <sup>®</sup>	MAC-10, Phosphoric ester, Alcohol, Water
Clearfil Liner-Bond II <sup>®</sup>	Phenyl-P, Ethylalcohol NN-diethanol p-toluidine
Scotch Bond Multipurpose <sup>®</sup>	HEMA, Light cured polymer Water

**Table 2.** Sample grouping for shear bond strength test

	Materials	Sample
I 군	Tokuso Mac-Bond II®	20
II 군	Clearfil Linear-Bond II®	20
III 군	Scotch Bond Multipurpose®	20

2. 연구방법

1) 전단 강도 실험 및 파절면 관찰

(1) 실험 대상 치아

최근 치아 교환의 이유로 발거된 우식이 없는 건전한 유구치 30개를 각각 10개씩 세 군으로 Table 2와 같이 무작위 배분하였다.

(2) 대상 치아의 전준비

치관 표면을 세마하고, 남아있는 치근을 seperating disc로 분리해낸 후, 탈이온수에 세척하였다.

(3) 레진 블록 제작 및 치아 매몰

치아를 근 원심으로 이등분하여 1.0×1.0×1.5cm의 주형에 레진을 채운 후, 각 협면과 설면이 노출되도록 하여 각 군당 20개의 표본을 매몰하였다.

(4) 상아질 표면의 연마

240grit silicon carbide paper를 이용하여 치아의 상아-법랑 경계 0.5mm까지 노출 시킨후, 600, 1000grit silicon carbide paper를 이용하여 3×4mm정도의 균일한 넓이의 상아질이 노출되도록 연마한 후, 탈이온수에 보관하였다.

(5) 상아질 표면 처리 및 레진 접착

각 제조사의 지침에 따라 Table 3과 같은 방법으

**Table 3.** Manipulation method and time of each materials

Material	Time required for pre-treatment prior to resin filling			
Group I Mac-Bond II®	Priming	Bonding		
	20sec	10sec		
Group II Clearfil Liner Bond II®	Priming	Bonding		
	30sec	20sec		
Group II Scotch Bond Multi-purpose®	Etching	Rinsing	Priming	Bonding
	15sec	15sec	20sec	10sec

로 각 표본의 상아질을 처리한 후, 내경 2.6mm, 높이 2.0mm의 크기로 제작된 폴리에틸렌 주형을 접착성 왁스로 상아질 표면 위에 고정시키고, Z-100 레진 (3M, U.S.A.)을 충전하여, Visilux(3M, U.S.A.) 광중합기를 이용해 40초간 광중합하였다. 중합이 완료된 후, 조심스럽게 주형을 제거하고, 37℃의 100% 상대 습도에서 24시간 동안 보관하였다.

(6) Thermocycling

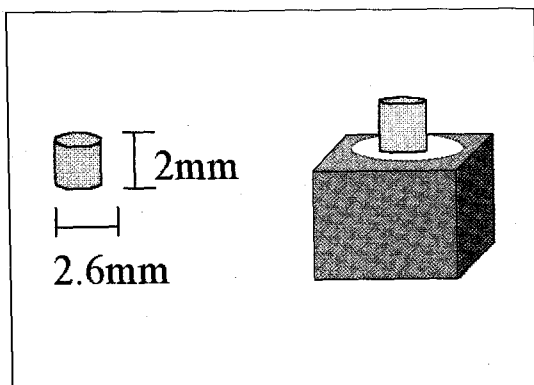
Thermocycling machine(Tokyo, Japan.)을 이용하여 구강내 온도를 재현한 5 - 55℃에서 1000회 동안 thermocycling을 실시하였다.

(7) 전단 강도 측정

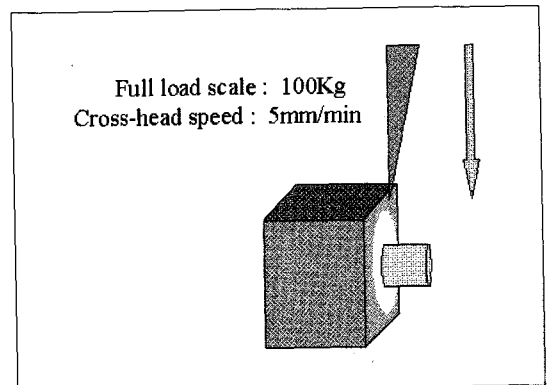
각 군 표본의 전단 강도를 측정하기 위해서 만능 실험기 (Model No. 4204, Instron, U.S.A.)을 이용하여 Fig. 2와 같이 100Kg의 full load scale의 조건에서 1분당 5mm의 cross-head speed로 측정하였다.

(8) 파절면 관찰

전단 강도 실험 후, 그 파절면을 실제 현미경



**Fig. 1.** Schematic drawing of sample block fabrication with actual diameter of polyethylene tube.



**Fig. 2.** Schematic drawing of shear test with experimental conditions.

(Nikon, Japan.)하에서 40 - 100배로 관찰하였다.

(9) 통계 처리

통계 처리는 SPSS 7.5프로그램을 사용하여 One-way ANOVA test를 시행하였으며, LSD(Least Significant Difference)로 사후 검정하였다.

2) 주사전자 현미경실험

(1) 실험 대상 치아

각 군당 5개의 치아를 Table 4와 같이 배분한 후, 전단 강도 실험과 같은 방법으로 협설로 분리하고, 교정용 레진에 매몰하여 상아질을 노출 시킨 후, Table 3과 같이 제조사의 지침에 따라 conditioner와 프라이머를 적용하고 폴리에틸렌 주형을 고정시키고, Z-100 레진을 충전하고 광중합하여 표본을 준비하였다. 준비된 표본을 각 군을 5개씩의 표본으로 나누어 resin의 침투와 resin과 상아질 계면의 관찰을 위해 준비하였다.

(2) 상아질 내로 침투된 레진 tag의 관찰

각 군당 5개의 표본에서 매몰되어 있던 레진을 제거하여 치아가 노출되도록 한 후, 36% 염산 용액에 24시간 동안 담가 치아를 완전 탈회 시키고, 남아있는 부착 레진을 2% 차염소산나트륨 용액에 30분간 담가 남아 있는 유기물을 제거한 후, 탈이온수로 세

척하여 24시간 동안 건조하였다.

(3) 상아질-레진 계면의 관찰

각 군당 5개의 표본의 레진-상아질 계면의 관찰을 위해 치아와 레진 수복체 결합 부위에서 시상면으로 파절을 유발시키고, 36% 염산 용액에 10초간 부식 시킨 후, 2% 차염소산나트륨 용액으로 30초간 수세하고 탈이온수로 세척하여 24시간 동안 건조하였다 (Fig. 3).

(4) 주사전자 현미경관찰

SEM coater(Model No. E500M, BIO-RAD, English)를 이용하여 20nm 두께의 금피복 후, 주사 전자 현미경 (JSM-5200, JEOL, JAPAN)을 이용하여 가속전압 15Kv하에서 1,000배, 2,000배 및 3,500배로 관찰하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 전단강도 및 파절면 관찰 결과

1)전단 강도 측정 결과

총 60개의 표본을 대상으로 측정된 각 군의 전단 강도의 평균값은 Table 5와 같이 나타났고, 그것을

Table 4. Sample grouping for SEM evaluation.

	Materials	Sample
I군	Tokus Mac-Bond II®	10
II군	Clearfil Linear-Bond II®	10
III군	Scotch Bond Multipurpose®	10

Table 5. Mean shear bond strength values(MPa) with standard deviations

	GI	GI	GII
shear bond	18.16	14.03	21.43
strength	±5.34	±5.60	±7.71

Unit : MPa

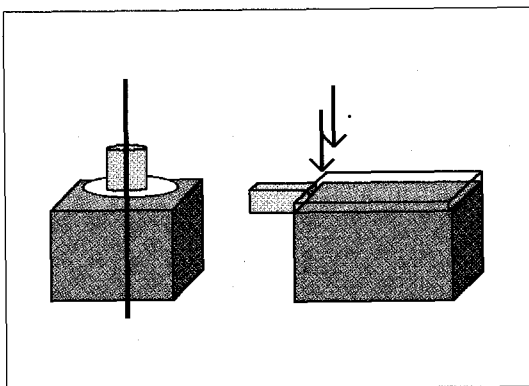


Fig. 3. Schematic drawing of specimen fabrication for SEM observation of resin-dentin interface.

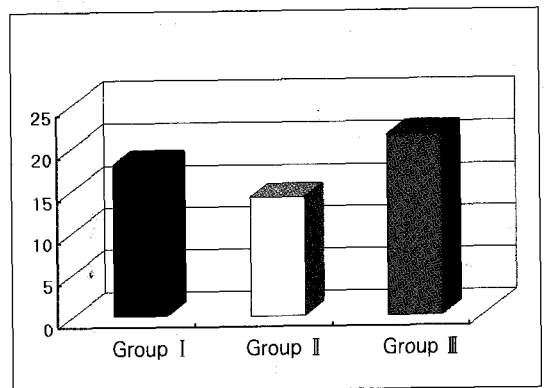


Fig. 4. Graph representing the mean value of shear bond strength in each group.

**Table 6.** Statistical comparison of shear bond strength between groups.

	Group I	Group II	Group III
Group I			
Group II	*		
Group III	-	*	

\* : Statistically significant difference ( $p < .05$ )  
 - : No significant difference ( $p > .05$ )  
 (From Oneway-ANOVA Test)

그래프로 나타낸 것은 Fig. 4와 같이 나타났다. 대조군으로 사용한 III군에서 가장 높은 21.43 MPa의 전단 강도를 나타냈고, I군이 다음으로 높은 18.16MPa를 나타냈으며, II군에서는 가장 낮은 14.03MPa를 나타냈다.

각 군의 전단 강도를 통계 처리한 결과 II군과 III군 사이에서 유의차를 보였으며 ( $p < .05$ ), 나머지 군들간에는 유의차를 보이지 않았다 ( $p > .05$ ).

2) 파절면 관찰

전단 강도 측정 후, 그 파절면의 양상을 실제 현미경 하에서 관찰한 결과 레진과 치아의 계면에서 파절이 일어나는 adhesive failure양상과 상아질 내부에서 파절이 일어나 치아의 조각이 레진과 함께 떨어져 나오는 dentin detachment양상이 특징적으로 나타났다. Table 7과 같이 그 양상을 보면 III군의 경우 75% 정도에서 치아가 깨져 나오는 dentin detachment양상을 보여 높은 전단 강도 결과를 입증하고 있었고, II군의 경우 20%의 dentin detach-

**Table 7.** Distributions of fracture patterns observed within groups.

	Group I	Group II	Group III
Dentin detachment	12	4	15
Adhesive failure	8	16	5
Dentin detachment rate(%)	60	20	75

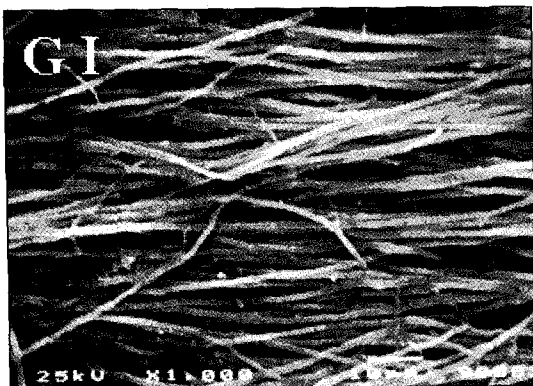
ment양상을 보여 낮은 전단 강도 결과의 원인을 보여 주고 있었으며, I군의 경우 60%의 dentin detachment양상을 보여 비교적 좋은 결과로 나타났다.

2. 주사전자 현미경관찰 결과

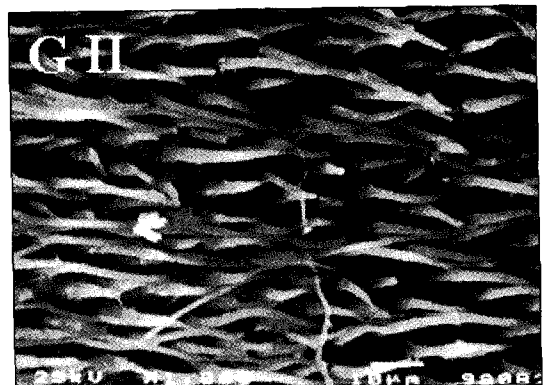
1) 상아질 내로 침투된 레진의 관찰

Fig. 5, 6, 7은 치아 부분을 녹여내고 남은 레진의 결합부에서 1,000배 확대한 주사전자 현미경소견이며, Fig. 8, 9, 10은 2,000배 확대한 주사전자 현미경소견으로 세군 모두에서 상아질 내로 침투된 100 - 200 $\mu$ m정도의 긴 resin tag의 모습이 보이고 있으나, 각 군마다 서로 다른 특징들을 보이고 있다.

Fig. 5와 8은 I군의 주사전자 현미경소견으로 resin tag가 균일하면서 길게 형성된 양상을 나타내고 있으며, 이는 다른 군들에서도 비슷한 양상을 볼 수 있었다. 하지만 Fig. 6과 9는 같이 II군의 주사전자 현미경소견에서는 I군에 비해 짧고 불충분한 형태의 resin tag를 관찰할 수 있었으며 이와같은 소견이 타군에 비해 많이 관찰되는 특징을 가지고 있었으며 이 사진은 그 특징적인 양상을 나타낸 것으로



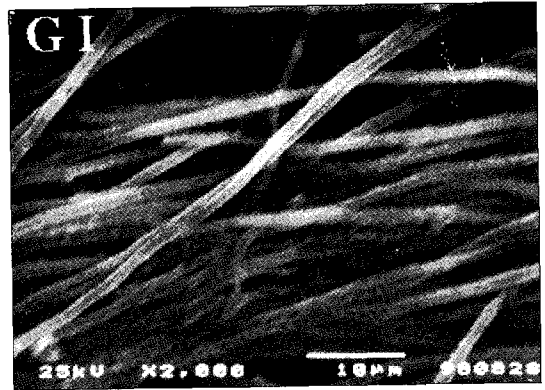
**Fig. 5.** SEM view of resin tags in group I ( $\times 1000$ ). Almost homogeneous long resin tags are tightly packed.



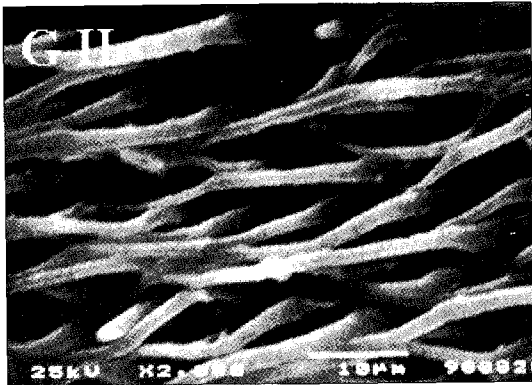
**Fig. 6.** SEM view of resin tags in group II ( $\times 1000$ ). Partially short resin tags were seen in this group.



**Fig. 7.** SEM view of resin tags in group III ( $\times 1000$ ). Lateral branching is characteristically found in this group.



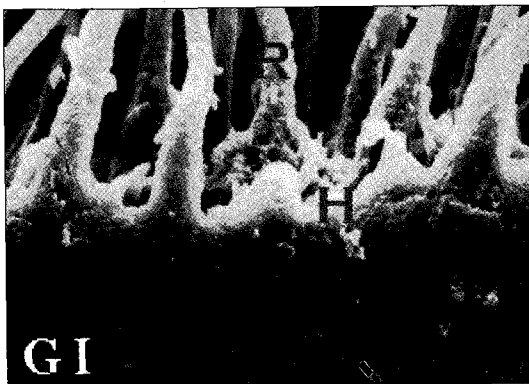
**Fig. 8.** Magnified view of resin tags in group I ( $\times 2000$ ).



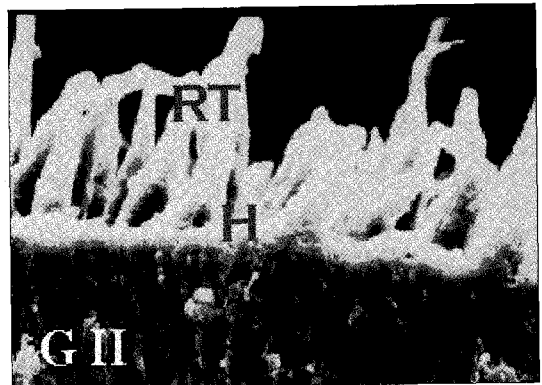
**Fig. 9.** Magnified view of resin tags in group II ( $\times 2000$ ).



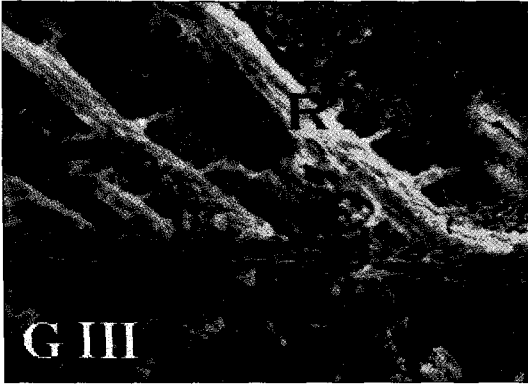
**Fig. 10.** Magnified view of resin tags in group III ( $\times 2000$ ).



**Fig. 11.** SEM view of resin-dentin interface in group I ( $\times 3500$ ). Hybrid layer was evident among the resin tags. (RT-Resin Tags, H-Hybrid layer)



**Fig. 12.** SEM view of resin-dentin interface in group II ( $\times 3500$ ). Hybrid layer existed, but partially short resin tags were observed in this group (RT - Resin Tags, H - Hybrid layer).



**Fig. 13.** SEM view of resin-dentin interface in group III ( $\times 3500$ ).

Hybrid layer and some lateral branches were seen in this group. (RT-Resin Tags, H - Hybrid layer)

전체적인 양상은 아니었다. III군의 경우 Fig. 7과 10처럼 상아질 내로 잘 침투된 긴 resin tag와 함께 특징적인 많은 측방 분지를 보이고 있으며, 이와 같은 양상은 타군에서는 관찰할 수 없었다.

2) 상아질-레진 계면의 관찰

상아질과 레진의 계면 관찰에서 혼합층의 명확한 구분은 볼수 없었지만 세군 모두에서 resin tag사이의 관간 상아질 부위에 형성된 혼합층의 존재를 확인할 수 있었고 III군의 경우 측방 분지의 존재를 다시 한번 확인할 수 있었다.

IV. 총괄 및 고안

수복물과 치아의 완전한 결합은 수복학 분야에 있어 가장 중요한 부분중의 하나이며, 보다 완전한 결합을 이루기 위해 수많은 연구가 이어져 왔다. 치아에 대한 레진의 결합에 있어 가장 큰 문제점으로 상아질과의 결합력이 범랑질에 비해 현저히 떨어진다는 점이었으며 그 이유로 상아질은 무기 성분이 45vol%로 범랑질에 비해 그 함량이 적고 하이드록시 아파타이트의 배열도 불규칙하며, 유체가 차있는 상아세관이 존재하여 25 - 30mmHg의 약하지만 지속적인 치수 내압에 의해 외부로 유체가 방출되며<sup>7)</sup>, 또한 상아질을 회전 기구로 절삭시 10 - 20 $\mu$ m 두께의 무정형 잔사층의 도말층이 형성되는데<sup>8)</sup> 이 도말층은 석회화된 교원질의 작은 입자와 미생물로 구성

되며 이는 초기에는 상아질과 강하게 접촉하나 점차 느슨해지며 대부분 변연 누출의 원인이 된다<sup>9)</sup>. 또한 상아질은 친수성의 성질을 띄며 이 때문에 소수성을 띄는 레진과의 결합에 매우 어려움이 있어왔다.

처음 개발된 제 1세대 상아질 결합제는 범랑질 결합제 이상의 것은 아니어서 2.0MPa의 매우 불만족스러운 결합 강도를 나타냈으며, 제 2세대 상아질 결합제는 이를 보완하여 도말층을 이용한 상아질 결합 방법을 개발하였으나 큰 진전을 보이지 못하고 4 - 6 MPa 정도의 결합 강도를 나타냈다. 이후 제 3세대 상아질 결합제에서 상아질 내의 콜라겐 섬유와의 결합을 시도했으며 처음으로 소수성과 친수성의 단말을 갖는 프라이머를 사용하였지만 이것 역시 주로 resin tag에 의한 기계적인 결합에 의한 것으로, 10MPa 정도의 결합 강도를 보였지만 진정한 상아질 결합제라고 보기는 어려웠다. 제 4세대 상아질 결합제의 특징은 혼합층의 사용으로 상아세관과 관간 상아질 모두로부터 결합력을 얻으므로 그 결합력은 극적으로 증가하였고, 비로소 진정한 의미의 상아질 결합이 가능하게 되었으며 산에 의한 상아질 전처리, priming, 그리고 bonding resin 등 여러 단계의 복잡한 술식과 술자에 의한 민감성이 단점으로 대두되었다. 이러한 단점들을 보완하기 위해 시도된 것이 부식제와 프라이머를 하나로 합한 'self-etching primer' 와 프라이머와 bonding agent를 합한 'one bottle primer' 또는 'self-priming adhesive' 등의 제 5세대 상아질 결합제다<sup>10)</sup>.

이와 같은 흐름 속에 수많은 연구들이 진행되어 왔으며 도말층의 경우 하부의 상아질 기질과 효과적인 결합을 도모하기 위해서는 도말층의 제거가 필수적이며 상아질 처리를 하기전에 산 또는 산성의 단량체를 이용하여 제거하여야 한다. 산부식을 통한 도말층의 제거는 상아세관의 노출뿐만 아니라, 표층의 관간 상아질이 탈회되어 유기질인 콜라겐 섬유의 연결층을 노출시키게 되고 이러한 콜라겐 섬유층은 대략 5 - 10 $\mu$ m 인데 산의 강도와 노출 시간이 길수록 콜라겐층의 두께는 증가한다<sup>11)</sup>. 이때 과도한 부식이 일어나는 경우 상아질의 강도를 저하시키고 수축간격을 증가시켜 상아질 결합제의 효율을 오히려 저하시키기 때문에 약산이 사용되고 있으며, 상아질 처리제의 농도는 도말층을 제거할 정도여야만 하고, 그 하부의 상아질을 연화시켜서는 안되며<sup>12)</sup> 그를 위

해 10% 정도의 약산이 이용된다. 인산의 경우 삭제된 법랑질은 10%로 15초, 건전 법랑질은 32%로 15초가 필요하며 과거 겔 형태의 35 - 40% 인산도 말층 제거에 이용한 바 있으나, 주사전자 현미경 관찰 결과 일종의 이물질 잔사 (초미세 실리카 덩어리)가 존재함이 발견되어 산부식후 아무것도 남지않는 semi-gel 형태의 10% 인산을 개발하기도 하였다<sup>11)</sup>.

상아질에 대한 레진의 결합력 증가를 위해 도말층의 처리뿐만 아니라 상아질 내부로 레진의 침투를 도모하기 위한 여러 가지 노력이 있어 왔고 최근 사용되고 있는 제 4세대 상아질 결합제의 경우 산에 의해 도말층 뿐만 아니라 상아질의 관간 상아질 표면이 함께 식각되고 이때 노출되는 콜라겐 섬유들 사이로 레진이 쉽게 침투될 수 있도록 상아질에 친화성을 갖는 친수성기와 레진에 친화성을 띠는 소수성기를 동시에 포함하는 구조의 프라이머를 사용하며<sup>13)</sup> 이때 콜라겐 섬유들 사이로 침투된 레진이 서로 뒤섞여 혼합층을 이루게 된다. 이 혼합층은 1989년 Erickson<sup>14)</sup>과 1994년 Ferrary 등<sup>15)</sup>의 연구에서 나타난 바와 같이 resin tag와 함께 미세 기계적 결합이라는 상아질 결합의 주된 기전으로 받아들여 지고 있다.

이 혼합층은 프라이머가 상아질의 콜라겐 섬유들 사이로 침투되고 bonding resin이 콜라겐 섬유들 안에서 중합되어 레진과 콜라겐이 뒤엉켜진 '레진-콜라겐 복합체'를 형성하며 상아질과 레진 사이의 강한 결합을 이루게 된다<sup>11)</sup>. 혼합층의 두께는 탈회 깊이와 침투된 단량체의 상태와 관련이 있으며 너무 많은 탈회가 일어났거나, 단량체가 탈회된 상아질 내부로 완전 침투 또는 포화되지 못했다면 혼화되지 못한 콜라겐에 의해 약한 결합을 이루게 된다<sup>16)</sup>. 1992년 Latief<sup>17)</sup>와 1993년 Gwinnett<sup>18)</sup>은 혼합층이 상아질 결합강도의 2/3정도를 기여하며 나머지 부분을 상아세관 내로 침투한 resin tag가 담당한다고 보고하였으며 1994년 Chappel 등<sup>19)</sup>은 문합된 상아세관 내로 측방 분지된 resin tag를 발견하였는데 이렇게 서로 연결된 resin tag는 결합력을 증가시키는 요인이 되는 것으로 추정된다. 이러한 혼합층은 탄력적이어서 중합수축과 관련된 스트레스를 효과적으로 경감시키며 나아가 변연의 내구성을 향상시키고<sup>20)</sup> 산에 용해되지 않아 결합을 유지시키고 이차 우식을 예방하는 등<sup>21)</sup> 방호 차단막 역할을 하며<sup>22)</sup> 미생물

이 상아세관과 치수 내로 침투하는 것을 막는 비확산 표면을 형성한다<sup>23)</sup>. 하지만 기존의 상아질 결합제는 충분한 강도를 얻기 위해 산 부식, 세척, 프라이머의 도포 및 건조, 그리고 bonding resin의 도포 및 광중합의 복잡한 조작 과정과 긴 조작 시간을 필요로 하며 이로인해 특히 행동 조절이 어려운 소아 환자의 치료에 있어 많은 애로점이 있어왔다.

하지만 최근 상아질과의 결합력을 높이면서도 조작과정이 간단한 상아질 결합제의 개발에 관심을 가지게 되면서 부식제와 프라이머를 하나로 합한 'self-etching primer (자가 부식 프라이머)'와 프라이머와 bonding agent를 하나로 합한 'one bottle primer' 또는 'self-priming adhesive' 등 차세대 상아질 결합제의 개발이 진행되고 있다. 이중 자가 부식 primer의 경우 부식과 세척과정이 필요 없어 훨씬 간편해진 조작 방법과 짧은 조작 시간 그리고 상아질과 법랑질 모두에 충분한 결합력을 보고하고 있으며 이에 본 연구의 대상으로 선정하였다.

자가 부식 프라이머에 대해 1994년 Sano 등<sup>24)</sup>은 이론적으로 상아질의 탈회와 상아질 내부로의 침윤이 동시에 일어나고 그곳에서 중합이 일어나기 때문에 상아질 표면의 콜라겐 섬유와 침윤된 레진 간의 공극을 남기지 않으며 이로 인해 상아질과의 계면 접합과 결합을 강화시킨다고 보고 하였고, 1994년 Watahabe 등<sup>25)</sup>은 부식과정과 priming 과정이 상호 자극으로 인해 상아질 내로 레진의 단량체가 쉽게 침투되며 adhesive resin이 도말층을 통해 하방의 상아질과 콜라겐 섬유들 내로 침윤되어 윗층에 도말층과 함께 프라이머가 침투된 탈회 상아질층을 갖는 특별한 혼합층을 형성한다고 보고하였다. Barkmeier 등<sup>26)</sup>은 법랑질과 상아질의 전단 강도 실험과 미세누출에 관한 평가 연구에서 주사전자 현미경 관찰 결과 레진이 법랑질과 상아질 표면으로의 침투를 볼 수 있었고 이는 적당한 부식과정이 수행됨을 나타낸다고 보고 하였고 이는 PH 1.4의 산성을 띠는 프라이머 결합 방식은 무기질의 부식과 상아질 내로의 효과적인 침투를 한단계의 처리로 수행하기 때문이라고 보고하였고, Valleria 등<sup>27)</sup>은 자가 부식 프라이머를 이용한 상아질 결합제가 기존의 상아질 결합제인 Scotchbond Multipurpose System보다 높은 전단 강도를 나타낸다고 보고하였다. 그리고 Miyazaki 등<sup>28)</sup>은 thermocycling 횟수가 증가함에



따라 전단강도의 감소비율이 자가-부식 프라이머군  
의 경우 Scotch-bond Multipurpose System군에 비  
해 현저히 낮으며 이는 콜라겐 섬유들 사이로 생기는  
미세한 기포가 자가-부식 프라이머군에서 기존의  
결합체에 비해 더 적게 형성되기 때문이라고 보고하  
였고, Wang과 Humer<sup>25)</sup>는 자가-부식 프라이머 결합  
기전에서 프라이머의 산성기는 탈회 과정에서 유리  
되는 Ca과 P 이온에 의해 중화되며 이는 과도한  
apatite의 용해를 제한하는 self-limiting 기능을 나타  
낸다고 보고하였다.

지금까지의 대부분의 연구는 유치의 조성과 형태  
학적 차이를 고려하지 않고, 영구치와의 비교만으로  
그 결과를 추정하여 왔으며, 여러 가지 다른 실험에  
서 유치가 영구치에 비해 더 적은 결합력을 나타내  
는 것으로 알려져 있고<sup>29)</sup>, 이러한 차이는 유치와 영  
구치의 물리 화학적 조성의 차이에 의해 기인하는  
것으로 이에 대한 많은 연구를 통해 유치에서의 한  
계를 극복하려는 노력이 계속되고 있다.

Lakomaa와 Rytöma<sup>30)</sup>는 상아질내의 광성분의  
차이를 측정하기 위한 방법으로 중성자 활성화 분석  
법을 이용해 영구치에서 보다 유치에서 칼슘과 인의  
농도가 더 낮게 나타나는 것을 관찰 할 수 있었으나,  
이는 통계학적으로는 유의하지 않다고 하였고,  
Hirayama<sup>31)</sup>는 이를 더 구체화하기 위해서 에너지 분  
산 분광기를 사용하였으며, 관주 상아질과 관간 상  
아질에서의 칼슘과 인의 농도는 유치에서 보다 영구  
치에서 더 높게 나타남을 확인할 수 있었다.

미세경도 실험에서 영구치 치관의 중앙에서의 경  
도가 유치에서의 같은 부위에서 보다 더 높은 값을  
보였으며<sup>32)</sup>, 이는 영구치가 유치에 비해 더 많이 석  
회화화 되었음을 입증한다. Koutsi 등<sup>33)</sup>은 상아세관  
에 대한 비교에서, 영구치에서 그 직경이 더 굵고 단  
위면적당 집중도에서도 더 높게 나타나므로 레진 수  
복시 기계적 결합을 이루는 resin tag의 특성에 차이  
가 있다고 설명하였다.

도말층의 제거에서 이러한 차이를 나타내는 이유  
에 대한 연구가 이루어져 왔는데, Brannstrom<sup>34)</sup>은  
도말층의 조성은 그 하방의 상아질의 조성과 같으며  
로, 이러한 근거에서 유치와 영구치의 도말층은 각  
각의 다른 화학적 조성과 화학적 반응성을 보이므로  
그 제거에도 차이가 있다고 하였으며, Koutsi<sup>33)</sup>은  
상아세관의 크기와 밀도의 차이를 보이는 유치는 상

아질 투과성이 영구치에 비해 떨어지고, 도말층의  
제거도 영구치보다 더 빨리 이루어진다고 하였다.  
또 다른 하나의 가설은 유치 상아질내의 수분이 영  
구치에 비해 적게 포함되어 있어 도말층 제거에 이  
용되는 산성의 전처리제의 효과를 변경시키게 된다  
는 것이다.

모든 형태의 와동 형성시 발생하는 도말층은 수복  
물로부터 치수로의 원소의 확산을 방지하는 보호능  
력을 지니며, 세균의 치수로의 침입을 제한시킬 수  
있고, 상아세관내의 액체의 유동성을 감소시켜 술후  
에 발생할 수 있는 감각을 감소시키는 장점을 지니  
고 있는 반면, 도말층을 제거하여 상아 세관을 노출  
시켜 혼합층을 형성하여 궁극적으로 상아질에 강하  
고 안정적인 결합을 이루게 하기 위해서 꼭 제거되  
어야 한다.

상아질 전처리제는 궁극적으로 도말층을 제거하  
여, 관간 상아질을 부분적으로 탈회시켜 콜라겐 섬  
유를 노출시키고, 혼합층을 형성하기 위해 사용된다  
<sup>35)</sup>. 그러나 관간 상아질의 탈회에 의해 삭제된 양이  
너무 과도할 경우 콜라겐 섬유 수축이 일어나고  
프라이머와 bonding resin이 콜라겐 섬유의 하방까  
지 완전히 스며들지 못하고 두터운 층을 형성하게  
된다<sup>36)</sup>. 이상적인 혼합층의 두께는 노출된 콜라겐  
섬유주위로 bonding resin이 완전히 안정적으로 결  
합하기에 충분한 두께이다. 그러나, 과도한 탈회가  
일어난 상아질의 광물 성분은 완전히 프라이머로 채  
워지지 못하고, 혼합층 하방에 약한 결합을 보이는  
불완전한 층을 남기게 되는데, 이것은 미세 누출을  
유발하거나<sup>37)</sup>, 수복물의 결합력을 부분적으로 상해  
시키게 된다<sup>38)</sup>.

도말층의 제거는 적용된 산의 농도와 접촉되는 시  
간과 직접적인 관련이 있는 것으로<sup>39)</sup> 알려져 있으  
며, 유치와 영구치의 혼합층 두께의 차이는 유치에  
서 낮은 결합 강도를 보이는 것과 직접적인 관련이  
있는 것으로 보인다<sup>40)</sup>.

결합강도의 비교에서는 영구치가 유치보다 높은  
값을 보이는 것으로 알려져 왔으나, 새로운 재료의  
개발로 차이가 통계학적으로 유의하지 않다는 설명  
도 있었다. 이러한 결합강도의 차이는 상아질의 두  
께 차이가 고려되어야 하는데 치관 부위에서 치수  
쪽으로 갈수록 전체 칼슘의 함량이 적어지게 되고  
결합력은 감소하게 되는 것이다. 유치는 영구치보다

관주 상아질이 관내 상아질에 비해 덜 결정화 되어 있고, 그것이 2 - 5배 가량 된다고 하였다. 영구치에 비해 유치는 치수조직에서 0.4 - 0.5mm 떨어진 위치에서 상아세관은 더 적은 직경과 더 적은 밀도를 보인다.<sup>33)</sup>

Nör<sup>7)</sup>는 유치와 영구치에서의 레진과 상아질 계면의 주사전자 현미경적 관찰연구에서, 유치는 영구치에 비해 25 - 30% 혼합층의 두께증가를 보이고 bonding resin이 완전히 스며들지 않아 낮은 결합력은 지니게 된다고 하였으며, 얇은 혼합층이 레진의 균일한 상아질 결합을 제공한다면, 유치에서의 산부식 시간을 더 적게 하여 영구치와 비슷한 혼합층을 형성할 것을 추천하였는데, 유치에서는 영구치 적용시간의 1/2로도 충분하다고 하였다.

유치는 영구치에 비해 전체 체적이 적고, 상대적으로 큰 치수강을 가지고 있어 와동 형성시 깊이가 고려되어야 한다. 이처럼 유치는 영구치와 서로 다른 특징들을 가지고 있고 이 때문에 유치에 적용되어야 할 과정 또한 서로 구별되어야 한다. 하지만 많은 재료들이 유치에 대한 충분한 고려 없이 영구치에 적용되는 기준을 유치에서도 그대로 사용하고 있는 실정이다. 본 실험은 자가 부식 프라이머가 유치에서의 적용시 영구치에서 나타나는 것과는 다소 차이를 나타냈으며 이는 유치에서는 영구치와 다소 상이한 적용 기준이 마련되어야 함을 말해준다. 결과적으로 본 실험에서는 Scotchbond Multipurpose System에서 가장 높은 전단 강도를 나타냈는데 그 이유로는 3M사의 Z-100 레진이 모든 군에 공통으로 사용되었기 때문이며 Z-100이 사용된 것은 이 제품이 현재 임상에서 가장 널리 사용되고 있는 것으로 각 상아질 결합제들이 다른 광중합 레진에서도 높은 결합 강도를 나타내는 것으로 보고되고 있기 때문이다. 그러므로 자가 부식 프라이머가 기존의 상아질 결합제에 비해 결합 강도가 낮다고 생각할 수만은 없으며, 제품에 따라 비교적 높은 강도를 나타낸 것도 있었으며 특히 도말층의 제거를 위한 효과적인 전처리 과정이 시행됐음을 주사전자 현미경조건을 통해서 알 수 있었다. 주사전자 현미경조건에서 자가 부식 프라이머 군에서도 기존의 상아질 결합제와 비슷한 깊이의 충분한 길이의 resin tag를 볼 수 있었으며 측방 분지의 유무 차이는 산에 의한 처리가 관내 상아질까지도 탈회시키는 것에 비해 자가 부식

프라이머군에서는 도말층 내로 프라이머를 침투 시킬 뿐, 관내 상아질 내로의 영향력은 떨어지는 것으로 보인다. 게다가 두 가지 자가 부식 프라이머를 포함한 상아질 결합제에서 상이한 결합력의 차이를 나타냈는데 아마도 이는 제품을 구성하는 성분들의 차이에 기인하는 것으로 생각된다. 결과가 우수했던 Mac-bond II의 경우 산으로는 Mac-10을 사용하였고 프라이머와 산의 혼합과 상아질 내 침투를 위해 alcohol과 물 등의 여러 첨가제를 사용하였고, Cleafil Liner-bond II에서는 산으로 Phenyl-P를 사용하였으며 그의 다양한 첨가제들로 구성되었다. 그 조성의 차이가 프라이머의 침투력 차이로 나타났고, 주사전자 현미경결과와 같은 resin tag의 형성 차이를 유발하고, 이러한 균일하지 못하고 덜 침투된 resin tag는 결합력의 약화를 초래한 것으로 생각된다.

하지만 이 실험의 결과만으로 상아질 결합제의 성능을 평가한다는 것은 무리가 있으며 미생물의 통로가 되어 치수 감염의 원인이 되는 미세누출 방지 역시 상아질 결합제가 갖추어야 할 중요한 성질 중의 하나로 이의 평가가 선행되어야 할 것으로 사료되며 상아질의 깊이에 대한 표준화와 상아세관의 치수 삼출액등을 고려한 좀더 치밀한 계획의 실험이 선행되어야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

1. 전단 강도 측정 결과 III군, I군, 그리고 II군의 순서로 높은 강도를 보였으며, III군과 II군, I군과 II군 사이에서 유의한 차이를 보였으나( $p < 0.05$ ), I군과 III군 사이에서는 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).
2. 파절면 관찰결과 전단 강도가 비교적 높았던 III군과 I군에서는 상아질 내의 파절율이 높게 관찰된 반면, 가장 낮은 강도를 보인 II군에서는 상아질-레진 계면에서 파절되는 양상이 주종을 이루었다.
3. 주사전자 현미경 하에서 관찰된 resin tag의 길이는 대부분 100 - 200 $\mu$ m 정도로 측정되었으며, II군에서는 짧고 불충분한 resin tag의 형성이 타군에 비해 많이 관찰되었고, III군의 경우 측방 분지의 관찰 빈도가 특징적으로 높았다. 이상의 결과에서 자가 부식 프라이머를 이용한 상

아질 결합제의 사용이 기존의 상아질 결합제에 비해 높은 전단 강도를 나타내지는 않았지만, 주사전자 현미경상에서 레진의 적절한 침투 양상과 혼합층의 존재를 확인할 수 있었고 또한 실제 임상 적용하기에 충분한 전단 강도를 나타내고 있는 제품도 있었으므로 이 system이 보유한 편의성을 감안할 때 임상 적용의 충분한 가능성을 확인할 수 있었다. 하지만 이는 보다 많은 제품의 충분한 분석과 검토가 선행되어져야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Buonocore MG : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces J Dent Res. 34:849, 1955.
2. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E : The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. J Biomed Mater Res. 16:265-273, 1982.
3. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, et al. : Morphological aspects of the resin-dentin, interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. J Dent Res. 71:1530-1540, 1992.
4. Nishida K, Yamanchi J, Wada T, et al. : Development of a new bonding system. J Dent Res. 72:137, 1993.
5. Wang JD, Humer WR : Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentin. Int Endo J. 21: 17-21, 1988.
6. Elkins CJ, McCourt JW : Bond strength of dentin adhesives in primary teeth. Quintessence Int. 24:271-3, 1993.
7. Nör JE, Feigal RJ, Dennison JB, et al. : Dentin bonding : SEM comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. J Dent Res. 75:1396-1403, 1996.
8. Phillips RW : Advancements in Adhesive Restorative Dental Materials, J Dent Res. 45:1662-1667, 1966.
9. Nör JE, Feigal RJ, Edrards CA : Dentin bonding - SEM comparison of the Resin-Dentin Interface in Primary and Permanent Teeth. J Dent Res. 74 (AADR Abstracts), 1995.
10. 윤대철 : 심미 수복시 접착제의 역할. 대한 치과의사 협회지. 36(8):545-549, 1998.
11. Jamil M, Aboush YE, Elderton RJ : bond strengths of dentine. Br Dent J. 172(9):344-347, 1992.
12. Chigira H, Yukitani W, Hasegawa T : Self-etching dentin primers containing phenyl-P. J Dent Res. 73(5):1088-1095, 1994.
13. Erickson RE : Surface interactions of dentin adhesive materials. Oper Dent. (suppl 5) :81-94, 1992.
14. Erickson RL : Mechanism and clinical implications of bond formation for two dentin bonding agents. Am J Dent. 2:117-123, 1989.
15. Inokoshi S, Hosoda H, Harnirattisai C, et al. : Interfacial Instructure between dentin bonding systems revealed using argon ion beam etching. Oper Dent. 18:8-16, 1993.
16. Nakabayashi N, Ashizawa M, Nakamura M : Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin. Quintessence Int. 23(2):135-141, 1992.
17. Ratief DH, Mandras RS, Russel CM, et al. : Phosphoric acid as a dentin etchant. Am J Dent. 5:24-28, 1992.
18. Gwinnett AJ : Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. Am J Dent. 6(1):7-9, 1993.
19. Chappell RP, Cobb CM, Spencer P, et al. : Dentinal tubule anastomosis: a potential factor in adhesive bonding? J Prosthet Dent. 72(2):183-188, 1994.
20. Van Meerbeek B, Willems G, Celis JP, et al. : Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. J Dent Res. 72(10):1434-1442, 1993.
21. Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N : Hybrid layer as dentin bonding mechanism. J Esthet Dent. 3:133-138, 1991.
22. Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, et al. : Structural evidence of a sealed tissue interface with a total wet-bonding technique in vivo. J Dent Res. 73(3):629-636, 1994.
23. Inokoshi S, Hosoda H, Harnirattisai C, et al. : A study on the resin impregnated layer of dentin : Part I. A comparative study on the decalcified and undecalcified sections and the ap-

- plication of argon ion beam etching to disclose the resin impregnated layer of dentin. *Jpn J Conserv Dent.* 33:427-442, 1990.
24. Sano PT, Shemo T, Sonoda H, et al. : Relationship between surface area adhesion and tensile bond strength, Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 10(4):236-240, 1994.
  25. Watahabe Z, Nakaabayshi N, Pashley DH : Bonding to ground dentin by a phenyl-p selp-etching primer. *J Dent Res.* 73:1212-1220, 1994.
  26. Barkmeier WW, Los SA, Tridol PT : Bond strength and SEM evaluation of Clearfil Liner Bond 2. *Am J Dent.* 8: 289-293, 1995.
  27. Valleria V, Gordan, Marcos A, et al. : Evaluation of adhesive systems using acidic primer. *Am J Dent.* 10(5):119-223, 1997.
  28. Miyazaki M, Sato M, Sando S, et al. : Influence of thermal cycling on bond strength of 2-step systems. *Am J Dent* (in press). 1998.
  29. 이창근, 김용기, 김종수 : 유치와 영구치 상아질의 전처리 시간에 따른 표면 미세구조 변화와 글라스 아이오너머 수복재의 결합력에 관한 연구. *대한 소아치과 학회지.* 25(4):749-760, 1998.
  30. Lakomaa EL, Rytömaa I : Mineral composition of enamel and dentin of primary and permanent teeth in Finland. *Scand J Dent Res.* 85:89-95, 1977.
  31. Hirayama A : Experimental analytical electron microscopic studies on the quantitative analysis of elemental concentrations in biological thin specimens and its application to dental science. *Shikwa Gahuko,* 90:1019-36, 1990.
  32. Johnsen DC : Comparison of primary and permanent teeth. In : *Oral Development and Histology.* Avery JK, ed. Philadelphia: BC Decker, p 180-90. 1987.
  33. Koutsi V, Noonan RG, Horner JA, et al. : The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. *Pediatr Dent.* 16:29-35, 1994.
  34. Brannstrom M : Smear layer : pathological and treatment considerations. *Oper Dent.* (Suppl 3) 35-42, 1984.
  35. Pashley DH, Horner JA, Brewer PD : Interactions of conditioners on the dentin surface *Oper Dent.* (Suppl 5) 137-50, 1992.
  36. Prati C, Pashley DH, Montanari G : Hydrostatic pressure and bond strength of bonding systems. *Dent Mater.* 7:54-8, 1991.
  37. Sano H, Shono T, Takatsu T, et al. : Micro-porous dentin zone beneath resin-impregnated layer. *Oper Dent.* 19:59-64, 1994.
  38. Tam LE, Pashley DH : Effects of dentin surface treatments on the fracture toughness and tensile bond strength of a resin-composite adhesive interface. *J Dent Res.* 73:1530-8, 1994.
  39. Heymann HO, Bayne SC : Current concepts in dentin bonding; focusing on dentin adhesion factors *J Am Dent Assc.* 124:27-36, 1993.
  40. Bordin-Aykroyd S, Sefton J, Davies EH : In vitro bond strength of three current dentin adhesives to primary and permanent teeth. *Dent Mater.* 8:74-8, 1992.

Abstract

## EFFECT OF SELF-ETCHING PRIMER APPLICATION ON THE CHARACTERISTICS & STRENGTH OF DENTIN BONDING IN PRIMARY TOOTH

Jun-Haeng Lee, Yong-Kee Kim, Jong-Soo Kim

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Dankook University*

The purpose of this in vitro study was to evaluate the efficacy of self-etching primer which was developed to simplify the bonding procedures by measuring the shear bond strength and observing the interfacial morphology.

90 flat dentinal surfaces were prepared by grinding the buccal and lingual areas of caries-free human deciduous molars. After bonding of composite resin to sample surfaces according to the manufacturer's direction and thermocycling, shear bond strengths were measured using Universal testing machine(Instron). Another groups of specimens were treated by hydrochloric acid to secure the resin only and those tags were evaluated under SEM for their length and forms and the morphology of the bonding sites were also observed

The result as follows.

1. Group III showed higher shear bond strength than group I and II but no statistically significant difference was founded between group I and II ( $p > .05$ ).
2. Adhesive failure was predominant in group II whereas dentin detachment was the main failure pattern in group I and III.
3. Relating long resin tags of 100 - 200 $\mu$ m were observed in samples of all groups under SEM.

In group I, homogeneously long resin tags were arranged rather tight whereas rather loosely arranged resin tags of various length were found in group II. Lateral branching of resin tags was the characteristic finding observed in group III.

**Key Words** : Self-etching primer, Shear strength.