

오염된 유치 상아질에 대한 자가 부식 프라이머의 결합강도에 관한 연구

서주희 · 이광희 · 김대업

원광대학교 치과대학 소아치과학교실 · 원광치의학연구소

국문초록

연구목적은 자가부식 프라이머의 적용 시기에 따른 타액과 혈액 오염에 대한 결합력에 미치는 영향을 알아보는 것이었다. 유치 시편을 각각 10개씩 제작하여 대조군, 접착전 타액 오염, 접착제 중합후 타액 오염, 접착전 혈액 오염, 접착제 중합후 혈액 오염된 상황으로 2가지 종류의 자가부식 접착제와 복합레진을 적용하여 만능 물성 시험기로 전단결합강도를 측정, 분석하였다. 접착제 적용전 타액 오염(I군)시에는 대조군과 비교하여 결합력이 유사하거나 약간 감소되었으나, 통계학적 유의한 차이가 없었다($P > 0.05$). 접착후 타액 오염(II군)이나 접착 전후의 혈액 오염(III, IV군)시 유의하게 결합력이 감소하였다($P < 0.01$). Clearfil SE Bond가 AQ Bond보다 유의하게 높은 결합강도를 보였다($P < 0.05$).

주요어 : 자가부식 프라이머, 결합강도, 유치, 혈액 오염, 타액 오염

I. 서 론

최근 치과영역에는 심미적 요구를 만족시킬 수 있는 복합레진이 개발되어 직접 또는 간접으로 수복하는 재료와 술식의 개선이 이루어져 오고 있다. 복합레진 술식은 접착 단계를 거치게 되므로, 접착 시스템은 생체친화성, 법랑질·상아질에 높은 결합력, 파절 저항성, 치아와 유사한 물리적 특성, 조작 편의성을 지녀야 한다^{1,2)}. 특히 이중 상아질 결합제는 사용의 편의성, 최소의 술식 민감성, 법랑질과 유사한 높은 결합력을 지녀야 한다³⁾.

1955년 Buonocore⁴⁾는 산을 이용하여 치면을 처리함으로써 법랑질에 대한 결합력의 증가를 도모하였으며, 후속 연구⁵⁾에서는 법랑질과 상아질에 대한 결합의 차이를 논의하였는데, 상아질에 대한 수복 재료의 접착에 대해서는 법랑질에 비해 좀 더 규명하기가 어렵다고 하였다.

상아질 접착에 대한 초기 연구에서는 좋지 않은 결합력을 나타냈다. 법랑질에는 거의 단백질이 함유되지 않은 반면에 상아질에는 부피당 17%의 콜라겐이 존재한다는 점과 이런 콜라겐 주위에 hydroxyapatite crystal이 존재하기 때문에 접착제가 접근하기 어렵다. 또한 상아세관이 미세기계적 유지에 유용한 요소이나 세관액이 존재하여 결합에 방해가 된다. 또한 접착에 유용한 세관의 수는 위치에 따라 다르며 표층의 상아질보다 심층에 세관이 더 많으며⁶⁾, 치령, 세관과 법랑질 프리즘의 방향, 백악질의 존재 유무, 상아질의 종류에 따라 접착에 영향을 미치게 된다⁷⁾.

1982년 Nakabayashi 등⁸⁾이 상아질 결합제의 산처리에 의해 도말층을 제거하여 상아세관 개방과 콜라겐 섬유를 노출시킨 후 프라이머의 침투로 혼화층(hybrid layer)이 형성되어 미세 기계적 결합을 이룬다고 설명한 이래 많은 4세대 접착 시스템이 널리 사용되어 오고 있다.

최근 프라이머에 산을 첨가하므로 도말층 제거를 위한 산의 전처리 과정과 레진 침투를 위한 프라이머 도포 과정이 동시에 수행되어 전처리제의 수세와 건조 과정이 필요 없는 새로운 결합 방법이 개발되어 여러 가지 제품들이 상용화되고 있으며⁹⁾, 이런 제품들은 단일 용기로까지 제작되어 6세대 상아질 접착제¹⁰⁾라 불리며 기존의 방법보다 훨씬 단축된 조작 시간과 간편한 방법으로 높은 결합강도를 갖는다고 주장하고 있다.

하지만 어떤 재료를 사용하든 간에 Pashley 등⁹⁾에 의해 지적된 것처럼, 와동의 치은 변연과 치경부 침식부가 타액으로 오염되는 빈도를 고려하였을 때 단백질 오염은 중요한 임상적 문제라고 하였으며, 실제로 타액이나 열구액, 혈액 등에 의한 오염이 빈번하게 유발된다. 우선적으로 이런 오염 유발 가능성을 치과의사가 발견하고 주의 깊게 처치하는 것이 원칙이지만, 소아 치과에서 치경부까지 확장된 우유병우식과 다발성우식이나 특히 부분 맹출한 영구치의 우식치료시에는 오염원 조절에 어려움을 겪게 된다³⁾.

이런 타액 오염에 관하여 Silverstone 등¹⁰⁾은 산부식된 법랑질 표면에 1초 동안 짧은 시간의 타액 오염에도 법랑질 표면이 유기 침전물에 의해 완전히 덮혀 있으며, 오염된 표면은 30초

동안의 세척에도 불구하고 타액 오염물이 제거되지 않았다고 보고하였으며, Power 등¹¹⁾은 타액에 오염된 범랑질과 상아질면에 복합레진을 접착시켜 결합강도를 측정 한 후 파절양상을 주사전자현미경으로 관찰한 결과, 오염된 상아질 시편에서는 복합레진과 상아질 계면 또는 혼화층 내에서 대부분의 파절이 나타나 타액 오염이 치질에 대한 복합레진의 접착을 저하시키는 요인이라고 지적한 바 있으며, Powers 등¹²⁾도 타액에 오염된 상아질에 대한 복합레진의 전단결합강도는 20~100%까지 감소된다고 하였다.

하지만, Johnson 등¹³⁾은 All-Bond2와 Scotchbond Multi-Purpose의 다양한 적용 단계에서 타액 오염시에 비오염군과 유의할만한 결합력의 차이는 없었다고 하는 등 상이한 결과를 나타내었다.

이에 본 연구에서는 최근 소개된 자가부식 프라이머를 이용하여 자가부식 프라이머의 적용전과 접착제 중합후에 타액과 혈액 오염이 유치상아질의 결합에 미치는 영향을 전단결합강도 실험을 통해 규명하고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

연구 재료로 사용된 종류별 자가부식 접착제와 조성은 Table 1과 같다. Clearfil SE Bond(Kuraray Dental, Japan)의 경우 5세대 접착제에 속하는 자가부식 프라이머이며, AQ Bond(Sunmedical Co., Japan)는 하나의 용기로 구성된 6세대 접착제로 구분된다.

또한 연구에 사용된 복합레진은 유치에 적합한 P shade로 Z100(3M, USA)을 이용하였으며 이는 1회 광중합이 가능한

깊이가 2.5mm이며, 광중합시간은 40초이다.

2. 연구 방법

(1) 실험 치아 준비(Table 2)

치아 교환기에 발거된 우식이 없는 건전한 유치를 선정하였는데, 유구치는 25개를 5개씩 5군으로 유전치는 50개를 10개씩 5군으로 무작위적으로 배분하였으며 군당 10개씩 각각의 자가부식 접착제를 적용하였다.

(2) 대상 치아의 전 처치

유치 치관 표면의 부착물을 제거하고 불소가 포함되지 않은 페미스로 치면세마를 시행한 후, 남아 있는 치근을 주수하에서 고속 핸드피스를 이용하여 치경 부위에서 절단하였다. 또한 유구치의 경우 근원심으로 이등분한 후 치아를 생리식염수에 보관하였다. 10×10×15mm의 주형에 레진을 채운 후, 각각 유구치는 헝 · 설면이 노출되도록 매몰하며 유전치는 순면이 노출되도록 매몰하였다.

(3) 상아질 표면의 노출 및 연마

노출된 치아면을 주수하 연마기(Metasev polisher-grinder, Buehler LTD, USA)에서 400, 800, 1,200 grit의 실리콘 카바이드 페이퍼로 3.5×3.5mm크기인 균일한 넓이의 상아질이 노출되도록 연마한 후 생리식염수에 보관하였다.

(4) 상아질 표면 처리 및 레진 접착

각각 재료에 대한 적용은 각 제조사의 지침에 따라 시행하였으며, 실험 집단에 대한 처치를 아래와 같이 시행하였다.(Table 3. 참조)

Table 1. Compositions of materials

Materials	Contents
Clearfil SE Bond	(1) Primer · 2-Hydroxyethyl methacrylate(HEMA), MDP · N,N-Diethanol-p-toluidine, Photoinitiator · water
	(2) Bond · silanated colloidal silica, Camphorquinone · Bis-GMA, HEMA
AQ Bond	(1) Base Liquid · 4-methacryloxyethyltrimellitic acid anhydride(4-META) · 2-Hydroxyethyl methacrylate(HEMA) · urethan dimethacrylate(UDMA) · methylmethacrylate(MMA) · acetone(40%), water(30%)
	(2) AQ-sponge(polyurethane foam) · p-toluenesulfonic acid sodium salt(p-TSNa) · MMA, HEMA

Table 2. Sample grouping for shear bond strength test

Group Material	Control	I	II	III	IV
Clearfil SE Bond	10	10	10	10	10
AQ Bond	10	10	10	10	10

Table 3. Treatment time of each material

Material	Time required for pre-treatment prior to resin filling(sec)					
Clearfil SE Bond	Primer 20	Drying 3	Bond 10	Drying 3	Curing 10	
AQ Bond	First application 20	Drying 3	Second application 3	Drying 5	Curing 10	

대조군 - 젖은 상아질면을 3 way syringe를 이용하여 3초 동안 공기 건조한 후 통상적인 방법으로 접착제를 적용하였다.

I 군 - 젖은 상아질면을 대조군과 동일한 방법으로 건조시킨 후 상아질에 20초 동안 신선한 인간 타액으로 적시고 3초 동안 공기 건조한 후 접착제를 적용하였다.

II 군 - 대조군과 동일한 방법으로 처리하여 접착제 중합시킨 후 20초 동안 신선한 인간 타액으로 적시고 3초 동안 공기 건조한 후 레진을 적용하였다.

III 군 - 젖은 상아질면을 대조군과 동일한 방법으로 건조시킨 후 상아질에 20초 동안 인간 혈액으로 오염시키고 3초 동안 공기 건조한 후 접착제를 적용하였다.

IV 군 - 대조군과 동일한 방법으로 처리하여 접착제를 중합시킨 후 10초 동안 인간 혈액으로 오염시키고 3초 동안 공기 건조한 후 레진을 적용하였다.

접착제 처리후 내경 2.8mm, 높이 3.0mm 크기로 제작된 플라스틱 주형을 접착하고 Z100 (3M, USA) 복합레진으로 2회 적층 충전하였으며 통상적인 할로젠 광중합기인 Optilux 360 (Demetron, USA)으로 40초간 광중합하였다. 중합이 완료된 후 조심스럽게 주형을 제거하였으며 37℃의 100% 상대습도에서 보관하였다.

(5) Thermocycling

열 순환기(Jeio tech Co., Korea)를 이용하여 구강내 온도를 재현한 5~55℃에서 1,000회 동안 정지시간 25초, 계류시간 16초로 열순환을 실시하였다.

(6) 전단 결합 강도 측정

각 군 표본의 전단 결합강도는 Universal Testing Machine (Zwick Z020, Zwick Co., Germany)을 이용하였으며 Load cell 용량은 500N으로 1mm/min의 cross-head speed로 측정하였다.

(7) 통계 처리

통계 처리는 윈도우용 SPSS 9.0 프로그램을 이용하여 자료를 분석하였다. 실험군별 평균치와 표준편차를 산출하고 이원 분산분석과 사후검정으로 Scheffe test를 이용하여 재료와 오염방법에 따른 군간 차이의 유의성을 검정하였다.

III. 연구 성적

대조군 및 실험군의 재료에 따른 평균전단결합강도는 Table 4.와 Fig 1.에 나타나 있다. Clearfil SE Bond를 사용한 경우에 결합강도가 가장 높게 나타난 군은 대조군으로 19.06±4.13이었으며, 가장 낮게 나타난 군은 IV군(접착제 중합후 혈

Table 4. Shear bond strength values measured from samples(MPa)

Group	Clearfil SE Bond	AQ Bond	Total
Control	19.06±4.13	12.57±2.71	15.81±4.75
I	17.48±3.35	12.24±2.04	14.86±3.81
II	14.64±1.85	8.71±1.75	11.67±3.50
III	13.00±3.09	7.47±1.84	10.24±3.77
IV	10.02±2.23	5.48±1.55	7.75±2.99

Mean±S.D., N=10

The differences between the means of two materials were all significant(P < 0.05).

Table 5. Significance of difference between control group and contaminated groups

	Control	I	II	III	IV
Control					
I	-				
II	**	**			
III	**	**	-		
IV	**	**	**	-	

- : not significant.

** : significantly different(P < 0.01) by Scheffe test.

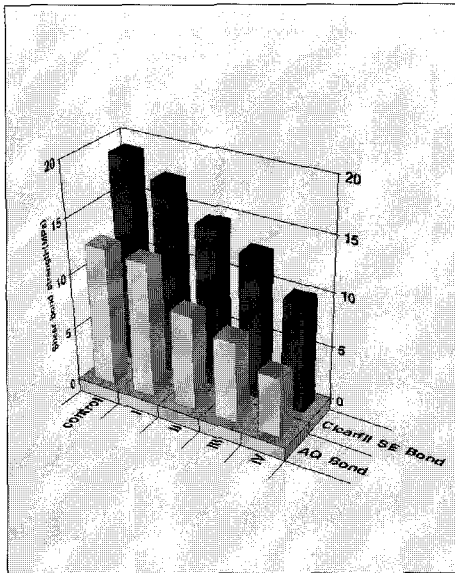


Fig. 1. Shear bond strength according to methods and materials, mandibular anteriors.

액 오염군)으로 10.02 ± 2.23 이었다. 접착제로 AQ Bond를 사용한 경우에 결합강도가 높게 나타난 군은 대조군으로 12.57 ± 2.71 이었으며, 가장 낮게 나타난 군은 IV군(접착제 중합후 혈액 오염군)으로 5.48 ± 1.55 이었다.

두 가지 종류의 접착제에서 각각 실험군간의 결합강도에 대해 비교한 결과 모든 군들에서 Clearfil SE Bond가 AQ Bond에 비해 유의하게 높은 결합강도를 보였다($P < 0.05$).

각각의 오염군들에 대한 결합력의 차이에서 I군(타액 오염 후 접착군)에서 AQ Bond는 거의 결합력이 감소하지 않았으며 Clearfil SE Bond군에서는 약간의 결합력의 감소가 있었으나 모두 통계학적인 유의성은 나타내지 않았다($P > 0.05$). 그러나, II, III, IV군에서는 모두 유의하게 결합력이 감소하였다($P < 0.01$)(Table 5).

IV. 총괄 및 고찰

레진 접착제에 대한 평가는 임상 실험이 시간 소모적이며 고가의 비용이기 때문에 일반적으로 미세누출이나 결합강도를 이용한 실험 방법을 이용하게 되며 이 중 결합력의 측정방법에는 전단결합강도와 인장결합강도를 이용하게 된다. 하지만, 이런 실험의 결과를 인정하는데 다소의 무리가 있으며 이런 실험실내 실험에 대한 유용성을 증진시키기 위해 방법을 표준화하는 노력이 필요하다^{14,15}). 이때 가장 중요한 사항으로 시편의 저장 방법, 시편 제작에 영향을 주는 기질종류(인간치아-우치, 치령, 상아질 깊이), 결합강도 적용시 하중 적용율, 열순환의 존재 유무, 재료의 피막도와 접착되는 단면적과 같은 것들을 고려하여야 할 것이다.

결합력의 측정에 있어 인장결합강도는 응집성 파절양상이 증가되는 경향이 있어 치아-레진 계면에서의 정확한 결합력보다

는 레진 자체의 강도가 반영될 수 있으나 전단결합강도 측정시에는 치아-레진 계면에서의 접착성 파절이 주종을 이루어 최대의 힘을 측정할 수 있다는 이점이 있다¹⁶).

여러 상아질 결합제에 관한 연구는 거의 대부분 영구치나 우치(bovine teeth)를 이용하고 있는데 실제적으로 소아치과적 관점에서 필요한 것은 유치에 관한 연구라 생각되었다. Koutsi 등¹⁷)은 유치의 상아질 투과도가 영구치에 비해 낮으며, 상아세관의 밀도와 가지 형성은 치아에서의 위치에 따라 다양하여 결합력에 상당한 영향을 준다고 보고하였다. Hirayama¹⁸)는 유치의 관주 상아질이 영구치보다 2~5배가 두꺼우며, 이는 상대적으로 혼화층 형성에 중요한 역할을 하는 관주 상아질이 적어짐으로써 결합력이 영구치보다 감소한다고 하였다. 또한 Garberglio와 Brännström¹⁹)은 세관의 밀도나 지름이 영구치가 유치보다 커서 영구치가 유치보다 투과도가 높고 세관의 수는 치관에서 치근으로 갈수록 감소한다고 하였다. 따라서, 결합강도의 비교에서는 유치가 영구치보다 낮은 값을 보이는 것으로 알려져 왔으나²⁰), 새로운 재료의 개발로 차이가 통계학적으로 유의하지 않다는 보고도 있었다. 또한 결합강도에 미치는 영향으로 상아질의 두께 차이²¹)나 선정 치아의 종류(유치-영구치, 전치-구치)²²), 치령^{14,20}) 등을 꼽을 수 있을 것이다. 본 실험에서는 유사한 영구치의 실험²³)에서 나타난 결합력보다 유치에서 결합력이 약간 낮게 나타남을 알 수 있었다. 여기에 적절한 크기의 노출을 위해 상아질이 동일한 깊이로 형성되지 못하였던 점과 군의 선정시 유전치와 영구치를 혼합하여 사용하였던 점도 결합력에 영향을 미쳤으리라 생각되었다.

현재 통상적으로 사용되는 기존의 4세대 상아질 결합제는 충분한 강도를 얻기 위해 산부식, 세척, 프라이머의 도포 및 건조, 그리고 접착제의 도포 및 광중합의 복잡한 조작 과정과 건조작 시간을 필요로 하였으나 이런 단점들을 보완하기 위해 시도된 것이 5세대 상아질 결합제로 프라이머와 bonding agent를 합한 'one-bottle primer' 또는 'self-priming adhesive'와 부식제와 프라이머를 하나로 합한 'self-etching primer'²⁴)가 개발되었다^{25,26}). 이에 덧붙여 술식의 간편성을 도모하기 위해 개발된 'one-component agent'⁸) 또는 'one-step bonding system'¹¹)인 산부식, 프라이밍, 본딩이 한번에 가능한 제품들이 상용화되고 있으며 이런 여러 가지 접착제 중에서 본 실험에 사용된 재료는 국내에서 시판 중이며 술식 적용 시간이 짧게 적용되는 각각 5세대와 6세대 제품을 선정하였다.

이런 자가부식 프라이머에는 약산을 함유하여 부분적으로 도말층과 하부 상아질을 탈회시키고 침투한다. 상아질이 탈회될 때 콜라겐 섬유가 노출되고, 동시에 프라이머의 친수성 모노머가 침투한다. 탈회는 용해된 무기물의 완충작용에 의해 제한되며 도말층의 잔여분은 접착층과 합쳐진다. 따라서 콜라겐 내부로 레진 단량체가 더욱 침투가 잘되어 콜라겐 섬유와 침윤된 레진간의 공극을 남기지 않아 결합력이 증가된다고 하였다^{27,28}). 자가부식 프라이머는 각 제품마다 프라이머내 산도가 pH 1.4~2.6에 이르는 산성 단량체(acidic monomer)인 4-META,

phenyl P, MDP, MAC-10, 4AETA, BPDm 등과 같은 성분을 함유하고 있는데 이들은 친수성 부분, 소수성 부분, 중합 가능한 이중결합을 포함²⁹⁾하여 산부식과 전처리가 동시에 이루어지게 된다. 본 연구에서 사용된 재료는 Clearfil SE bond와 AQ Bond로써, 이 중 Clearfil SE Bond는 산성단량체로 acidic phosphate monomer인 MDP를 함유하여 치아의 탈회와 자체적 레진 공중합을 이루며 AQ bond는 용액내 4-META 성분이 urethane foam에 첨가된 p-toluenesulfonic acid sodium salt(p-TSNa)와 만나 활성화됨으로써 자가부식과 레진 중합이 유발되도록 고안되어 있다.

복합레진 수복을 위해서는 건조한 환경을 형성하기 위해 러버담 방식을 시행하여야 하나 협조가 되지 않는 소아나 지체장애 아동을 다루는 소아치과에서는 적절한 방식이 어려워 곤란을 겪게 된다. 또한 치경부까지 확장된 우유병 우식과 다발성우식³⁾ 및 치은에 인접한 유구치의 인접면 우식부³⁰⁾를 치료하는데 타액이나 혈액의 접촉에 의해 오염이 유발될 수 있다. 이와 같은 타액 오염 및 혈액 오염의 역효과를 최소화하기 위한 선학들의 연구에 의하면 치질이나 접착제 도포시 타액에 의한 오염은 재부식 처리^{10,31)}, 세척 및 건조³⁾ 또는 전체의 접착과정을 반복³²⁻³⁵⁾하는 방법을 추천하고 있다.

혈액 오염에 대해 Kaneshima 등³⁶⁾은 자가부식 프라이머 적용시 다양한 단계에서의 혈액 오염후 세척에 따른 레진과 상아질의 결합력에 미치는 영향을 연구하였는데 프라이머 적용전 혈액 오염시 결합력에 거의 영향을 미치지 않으나 적용후 오염시에는 결합력이 감소하며 또한 수세후 자가부식접착제를 재도포시 결합력이 유지될 수 있다고 하였다. 또한 Abdalla와 Davidson³⁷⁾은 4가지의 one-bottle adhesive에 대한 물, 타액, 혈액의 접착제 적용전 상아질 오염후 건조시 Syntac SC를 제외한 타액 오염은 결합력에 영향을 미치지 않으나, 혈액 오염군에서는 모두 유의할만하게 결합력이 감소하였다고 하였다.

또한 오염후 건조시킨 본 실험에서도 혈액 오염군(Ⅲ과 Ⅳ군)에 있어서는 타액과 대조적으로 유의할만하게 결합력이 감소되었는데 이는 혈장이 접착제의 결합력을 30~70%로 감소시킨다는 이전의 연구에서 입증된다³⁸⁾. 또한 이런 효과는 높은 단백질 함량(타액의 0.2~1.0%에 비해 6~7%)에서 기인되는 것으로 볼 수 있으며, 피브리노겐, 혈소판과 같은 거대분자로 상아질 표면에서 얇은 단백질 막을 형성하여 접착제 침투가 억제될 것이다³⁷⁾. 이런 억제 작용은 수세와 건조에 의해 어느 정도는 제거가 가능하며³⁶⁾, 산성의 자가부식 프라이머를 적용하게 되면 Bis-GMA와 같은 레진 단량체에 의한 용혈 작용을 기대해 볼 수도 있을 것이다. 하지만 자가부식제가 어느 정도 살균력을 지니더라도 제품에 따라 효과가 다르게 나타날 수 있으므로³⁹⁾ 이 보다는 오염을 최소화하고 오염시 세척과 건조후 재도포하는 것이 바람직할 것이다.

타액 오염에 있어서는, El-Kalla와 García-godoy³⁾는 타액 오염(건조, 수세와 건조)된 법랑질과 상아질에 대해 4가지 single-bottle adhesive의 결합력에서 Syntac SC로 타액 오염후

건조된 법랑질을 제외한 실험군에 대해서 모두 결합력에 영향을 주지 않는다고 하였다. 접착제를 도포 전·후의 타액 오염에 있어 Johnson 등¹³⁾은 상아질 표면에 각각 프라이머를 도포한 후와 접착제를 도포한 후의 타액 오염군과 타액을 오염시키지 않는 대조군을 비교한 결과, 타액 오염군이 대조군에 비해 낮은 전단결합강도를 나타내었으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다고 하였다. 그러나, Safar 등⁴⁰⁾은 RMGI의 타액 오염시의 상아질 결합력에 대해 연구시 대조군이 유의할만하게 결합력이 높았으나, 오염군들 간에는 유의한 차이가 없었다고 하였으며, 3세대 접착제 적용시 프라이머 적용후³³⁾와 adhesives 중합후³⁴⁾의 타액 오염에 대한 연구에서도 결합력이 감소되었다고 하여 이에 따라 접착제 적용전의 타액 오염에 있어 상이한 결과를 보이고 있음을 알 수 있다. 이런 타액 오염에 대해서도 혈액 오염처럼 모두 재부식 처리, 수세 및 건조, 술식의 반복이 좋은 결과를 보인다고 하였다.

하지만 타액 오염에 대한 연구는 여러 가지 4세대, 5세대 상아질 접착제를 이용하는 경우가 대부분으로 5세대와 6세대 접착제인 one-bottle adhesive와 자가부식 프라이머를 이용하여 타액 오염시간과 adhesive의 적용시기(적용전, 적용후, 중합후)에 따른 결합력에 대한 연구에서 one-bottle system의 경우 접착제 적용전에는 어떤 영향도 미치지 않았으며, 접착제 적용후의 타액 오염시에는 결합력이 유의할만하게 감소하였다고 하였다⁴¹⁾. 자가부식 프라이머는 접착제 중합전에 유발된 것을 제외하고는 타액 오염에 민감하지 않는 결과를 보여 재료에 따른 반응도 다양하다고 볼 수 있다.

타액 오염에 의해 자가부식 프라이머의 결합력이 다양하게 유발되는 것에 대해 El-Kalla와 García-godoy³⁾는 (1) 잔존 타액단백질에 의한 상아세관의 폐쇄와 타액내 absorbed protein statherin에 의한 표면 코팅으로 접착제 침투 및 작용이 저해되거나, (2) 접착제의 용매 제거시 공기 건조로 법랑질 pore와 상아세관내로 접착제 레진을 밀어 넣게 됨으로써 접착력이 감소할 것이라는 것과, (3) 타액 존재시 접착제가 친수성일 경우 잇점으로 작용하는데 이는 수분을 대치하거나 이를 통해 확산함으로써 노출된 상아질 콜라겐과 세관에 도달하여 중합됨으로써 혼화층을 형성할 것이라는 것이다. 아세톤이 물에 혼합시 물의 증기압이 상승되고 표면 장력이 감소되는 'water chaser'로 작용이 유발되는데 타액 오염시 이런 수분 첨가 효과로 결합력이 증가될 수 있다는 것이다.

Prati와 Pashley⁴²⁾는 어떤 상아질 결합제는 다른 상아질 결합제보다 물에 민감하며, 이것은 이들 재료의 구성성분 때문일 것이라 하였다. 프라이머의 단량체를 이동시키는 수단인 용매가 상아질 접착제의 조작성에 영향을 미치는 가장 중요한 인자라는 것이며, 용매는 아세톤, 알코올, 물, 아세톤/물 중에 하나로 되어 있다⁴³⁾. 최근 개발된 다수의 결합제는 용매로 아세톤을 이용하고 있는데, 물에 혼합된 아세톤은 프라이머가 확산되는 것을 도와주며, 물을 추적하여 물이 차있던 공간 속으로 프라이머 단량체 속의 레진을 안으로 운반시킨다고 하였다⁴²⁾.

Jacobsen과 Söderholm⁴⁵⁾은 실험상에서 HEMA/아세톤 프라이머가 HEMA/물 프라이머보다 통계적으로 높은 결합력을 보였고, 용매로써 물을 사용할 경우 오랜 시간의 전처리가 필요하다고 보고하였다. 따라서 본 실험에서 자가부식 프라이머의 용매를 구성하는 것은 Clearfil SE Bond의 경우는 물이며 AQ bond는 아세톤/물로 구성되어 있다. 이런 용매의 영향에 의해 접착전 타액 오염의 경우 용매가 물인 Clearfil SE Bond에서는 결합력이 약간 감소되었으며, 용매가 아세톤/물인 AQ bond의 경우 거의 변화가 없었던 것으로 사료되며 타액 오염이든 수세후 건조시에 용매가 물인 경우 자가부식제를 건조할 때 더욱주의를 기울여 시행하여야 할 것이다.

이상의 결과에서 술식단계에 따른 오염의 영향을 고려하였을 때 접착제 적용전의 오염은 어느 정도 적게 나타나며 이중 타액 오염에 있어서는 결합력이 거의 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었으나, 어떠한 오염이든 결합력의 감소를 초래하며 특히 혈액 오염은 심각한 결합력의 감소를 유발하므로 세척 및 건조, 자가부식 프라이머의 채도포를 시행하여야 할 것이다. 또한 자가부식 프라이머가 기존의 4세대 접착제들에 비해 결합력이 뒤지지 않는다 하더라도 삭제되지 않은 uncut enamel에 대한 결합력이 떨어진다는 점²⁹⁾을 들어 이에 대한 연구도 필요할 것으로 생각되며, 다른 인장결합강도나 미세누출 연구를 통한 오염에 따른 결과나 세척 및 건조나 채도포에 의한 회복력에 대한 연구도 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

자가부식 프라이머의 적용 시기에 따른 타액과 혈액 오염이 유치상아질의 결합력에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

사람의 유치로 제작한 시편을 각각 10개씩 제작하여 대조군, 접착전 타액 오염, 접착제 중합후 타액 오염, 접착전 혈액 오염, 접착제 중합후 혈액 오염된 상황으로 2가지 종류의 자가부식 접착제 (Clearfil SE Bond(Kuraray, Japan), AQ Bond(Sunmedical Co., Japan))와 복합레진(Z100, 3M, USA)을 적용하여 만능 물성 시험기(Zwick 020, Zwick Co., Germany)로 전단결합강도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 접착제 적용전 타액 오염(I 군)시에는 대조군과 비교하여 결합력이 유사하거나 약간 감소되었으나, 통계학적 유의한 차이가 없었다($P > 0.05$).
2. 접착후 타액 오염(II 군)이나 접착 전후의 혈액 오염(III, IV 군)시 유의하게 결합력이 감소하였다($P < 0.01$).
3. Clearfil SE Bond가 AQ Bond보다 유의하게 높은 결합강도를 보였다($P < 0.05$).

참고문헌

1. Kugel G, Ferrari M: The science of bonding: from

first to sixth generation. J Am Dent Assoc 131(Spec Suppl):20-24, 2000.

2. 이준행, 김용기, 김종수: 자가부식 프라이머의 처리가 유치의 상아질과 레진간이 결합 형태와 강도에 미치는 효과. 대한소아치과학회지 26:595-606, 1999.
3. El-Kalla IH, García-godoy F: Saliva contamination and bond strength of single-bottle adhesives to enamel and dentin. Am J Dent 10:83-87, 1997.
4. Buonocore MG: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 34:849-853, 1955.
5. Buonocore MG: Principles of adhesive retention and adhesive restorative materials. J Am Dent Assoc 67:382-391, 1963.
6. 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.
7. Duke ES, Lindemuth J: Variability of clinical dentin substrates. Am J Dent 4:241-246, 1991.
8. Christensen GJ: Self-etching primers are here. J Am Dent Assoc 132:1041-1043, 2001.
9. Pashley EL, Tao L, Mackert J, et al.: Comparison of in vivo vs. in vitro bonding of composite resin to the dentin of canine teeth. J Dent Res 67:467-470, 1988.
10. Silverstone LM, Hicks MJ, Featherstone MJ: Oral fluid contamination of etched enamel surface: an SEM study. J Am Dent Assoc 110:329-332, 1985.
11. Powers JM, Finger WJ, Xie J: Bonding of composite resin to contaminated human enamel and dentin. J Prosthodont 4:28-32, 1995.
12. Power JM, You C: Bonding to dentin treated with acidic primer/adhesive containing PENTA. J Dent Res 74:S1:183, 1995.
13. Johnson ME, Burgess JO, Hermes CB, et al.: Saliva contamination of dentin bonding agents. Oper Dent 19:205-210, 1994.
14. Hara AT, Pimenta LAF, Rodrigues AL: Influence of cross-head speed on resin-dentin shear bond strength. Dent Mater 17:165-169, 2001.
15. 김종빈, 김종수: One-bottle 상아질 결합제의 유치 상아질에 대한 전단 결합 강도에 관한 연구. 대한소아치과학회지 27:444-453, 2000.
16. Hitt JC, Feigal RJ: Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an in vitro study. Pediatr Dent 14:41-45, 1992.

17. Koutsi V, Noonan RG, Pashley DH, et al.: The effect of dentin depth on the permeability and ultra-structure on primary molar. *Pediatr Dent* 16:29-35, 1994.
18. Hirayama A: Experimental analytical electromicroscopic studies on the quantitative analysis of elemental concentrations in biological thin specimens and its application to dental science. *Shikwa Gahuko* 90:1019-1036, 1990.
19. Garberglio R, Brännström M: Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol* 21:355-362, 1976.
20. 김진경, 김현정, 남순현: 유치 및 영구치 치령에 따른 상아질 접착제의 결합강도. *대한소아치과학회지* 21:251-258, 1994.
21. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, et al.: Adhesion testing og dentin bonding agent: a review. *Dent Mater* 11:117-125, 1995.
22. Al-Salehi SK, Burke FJT: Methods used in dentin bonding test: an analysis of 50 investigations on bond strength. *Quintess Int* 28:717-723, 1997.
23. Clinical Research Association Newsletters Vol. 24, No. 11, 2000.
24. Watanabe I, Nakabayashi N, Pashley DH: Bonding to ground dentin by a Phenyl-P self-etching primer. *J Dent Res* 73:1212-1220, 1994.
25. Fortin D, Vargas MA: The spectrum of composites: new techniques and materials. *J Am Dent Assoc* 131(Spec Suppl):26-30, 2000.
26. 유대철: 심미 수복시 접착제의 역할. *대한 치과의사 협회지* 36:545-549, 1998.
27. Nishida K, Yamanchi J, Wada T, et al.: Development of a new bonding system. *J Dent Res* 72:137, 1993.
28. Sano PT, Shemo T, Sonoda H, et al.: Relationship between surface area adhesion and tensile bond strength. Evaluation of a microtensile bond strength. *Dent Mater* 10:236-240, 1994.
29. Tagami J: New trend of adhesive restoration with Clearfil liner bond 2V. *J. Morita International news* 18:1-6, 1999.
30. Pashley DH: Dentin bonding overview of the substrate with respect to adhesive material. *J Esthet Dent* 3:46-50, 1991.
31. Hormati AA, Fuller JL, Denehy GE: Effect of contamination and mechanical disturbance on the quality of acid-etched enamel. *J Am Dent Assoc* 100:34-38, 1980.
32. Hansen EK, Munksgarrd EC: Saliva contamination vs. efficacy of dentin bonding agents. *Dent Mater* 5:329-333, 1989.
33. 조영곤, 고기종, 이석중: 접착강화제 도포후 인공타액에 오염된 표면의 처리방법에 따른 복합레진의 변연누출과 전단 결합강도. *대한치과보존학회지* 25:46-55, 2000.
34. 박주식, 이석중, 문주훈 등: 접착제 도포후 오염된 표면의 처리방법에 따른 복합레진의 전단결합강도와 미세누출. *대한치과보존학회지* 24:647-656, 1999.
35. Hansen EK, Munksgarrd EC: Effect of human saliva on surface degradation of composite resins. *Scand J Dent Res* 99:254-261, 1991.
36. Kaneshima T, Yatani H, Kasai T, et al.: The influence of blood contamination on bond strengths between dentin and an adhesive resin cement. *Oper Dent* 25:195-201, 2000.
37. Abdalla AI, Davidson CL: Bonding efficiency and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. *Am J Dent* 11:281-285, 1998.
38. Xie J, Powers JM, McGuckin RS: In vitro bond strength of a two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. *Dent mater* 9:295-299, 1993.
39. Imazato S, Imai T, Ebisu S: Antibacterial activity of proproetary self-etching primers. *Am J Dent* 11:106-108, 1998.
40. Safar JA, Davis RD, Overton JD: Effect of saliva contamination on the bond of dentin to resin-modified glass-ionomer cement. *Oper Dent* 24:351-357, 1999.
41. Hitmi L, Attal JP, Degrange M: Influence of the time-point of salivary contamination on dentin shear bond strength of 3 dentin adhesive systems. *J Adhes Dent* 1:219-232, 1999.
42. Prati C, Pashley DH: Dentin wetness, permeability and thickness and bond strength of adhesive systems. *Am J Dent* 5:33-38, 1992.
43. Lenhard M: Composite restorations 2.7. International center for dental education 1-24, 2000.
44. Swift EJ Jr, Bayne SC: Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive. *Am J Dent* 10:184-188, 1997.
45. Jacobsen T, Söderholm KJ: Some effects of water on dentin bonding. *Dent Mater* 11:132-136, 1995.

Abstract

SHEAR BOND STRENGTH OF SELF-ETCHING PRIMER SYSTEMS
TO CONTAMINATED DENTIN IN PRIMARY TEETH

Ju-Hee Seo, D.D.S., Kwang-Hee Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
Dae-Eup Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry,
Wonkwang University; Wonkwang Dental Research Institute*

The purpose of this study was to determine and compare the shear bond strength of two self-etching primer systems to primary teeth contaminated with saliva and blood. Clearfil SE Bond and AQ Bond were evaluated. One hundred specimens were made by seventy-five deciduous teeth (fifty anterior and twenty-five posterior teeth) and divided randomly into ten groups. Small flat dentinal surfaces were prepared by grinding the buccal, lingual and labial areas. Specific surface treatments were applied to each group: (1) a self-etching primer application (control group), (2) saliva contamination followed by primer (Group I), (3) primer curing followed by saliva contamination (Group II), (4) blood contamination followed by primer (Group III), (5) primer curing followed by blood contamination (Group IV). After bonding of composite resin (Z100, 3M, USA) to contaminated sample surfaces and thermocycling (1,000 cycles), shear bond strengths were measured using Universal Testing Machine (Zwick Z020, Zwick Co., Germany). The results were as follows:

1. Group I showed lower shear bond strength than control group but no statistically significant difference was found ($P > 0.05$).
2. Group II and blood contamination group (Group III & IV) showed significantly lower shear bond strength than control group ($P < 0.01$).
3. The shear bond strength of Clearfil SE Bond was significantly higher than that of AQ Bond ($P < 0.05$).

Key words : Self-etching primer, Shear bond strength, Primary teeth, Blood contamination, Saliva contamination