

타액에 의한 오염이 상아질 접착제의 미세전단결합강도에 미치는 영향

최경규* · 류길주

경희대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

EFFECT OF SALIVARY CONTAMINATION OF TEETH ON MICROTENSILE BOND STRENGTH OF VARIOUS DENTIN BONDING SYSTEMS.

Kyoung-Kyu Choi*, Gil-Joo Ryu

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung-Hee University

The purpose of this study was to evaluate the effect of salivary contamination of teeth on bonding efficacy of self-priming and self-etching DBSs. The materials used were Single Bond(SB, self-priming system, 3M), Unifil Bond(UB, self-etching system, GC), and Scotchbond Multi-Purpose Plus(SM, 3M) as control. Forty five human molars randomly allocated to three groups as dentin bonding systems tested and embedded in epoxy resin. Then the specimens were wet-ground to expose flat buccal enamel surface or flat occlusal dentin surface and cut bucco-lingually to form two halves with slow speed diamond saw. One of them was used under non-contamination, other under contamination with saliva. The bonding procedure was according to the manufacturer's directions and resin composite(Z-100, 3M Dental Products, St. Paul, MN) was built-up on the bonded surface 5mm high. The specimens were ground carefully at the enamel-composite interface with fine finishing round diamond bur to create an hour-glass shape yielding bonded surface areas of $1.5 \pm 0.1 \text{ mm}^2$. The specimens were bonded to the modified microtensile testing apparatus with cyanoacrylate, attached to the universal testing machine and stressed in tension at a CHS of 1mm/min.. The tensile force at failure was recorded and converted to a tensile stress(MPa). Mean values and standard deviations of the bond strength are listed in table. One-way ANOVA was used to determine significant difference at the 95% level.

The bond strength of SBMP and SB were not affected by salivary contamination, but that of UB was significantly affected by salivary contamination. These results indicate that DBSs with total etch technique seems less likely affected by salivary contamination in bonding procedure.

Key Words : Contamination, Adhesive, Bond strength, Micro-tensile

I. 서 론

산부식법의 도입은 접착치과학의 발전을 촉발시켰고 법랑질에 대한 복합레진의 접착시 가장 널리 받아들여지는 방법으로 이용되어 오고 있다^{1,2)}. 그러나 상아질은 많은 유기질

을 포함하는 상아세관의 미세구조와 광화 및 습윤의 정도에 따라 다양한 접착의 양태를 보이기 때문에 아직도 정확히 예측할 수 없는 구조로 남아 있어 법랑질과 같은 정도의 접착을 얻기는 어렵다. 치아를 삭제한 후, 연마된 상아질 면에서 필연적으로 발생하는 도말층은 상아질에 대한 접착을 어

※ 이 논문은 2000년도 고령의학학술연구비에 의하여 작성되었음.

럽게 하는 데 기여하는 요인 중 하나이다^{3,4)}. 이러한 이유로 상아질에 대한 복합레진의 접착을 증진시키기 위해 다양한 방법들이 시도되어 왔다; 다양한 산부식제, 상아질 처리제 (conditioner), 접착 강화제, 그리고 접착 레진의 이용. 그리고 도말층을 제거할 것인지/용해시킬 것인지, 치질에 대해 화학적인 결합을 얻을 것인지/기계적인 결합을 얻을 것인지에 대한 많은 논쟁이 이루어져 왔다⁵⁻⁷⁾.

치질에 대한 결합강도를 측정하는 많은 방법들이 개발되어 왔고, 실험결과에 영향을 미치는 인자들에 대한 연구도 활발하게 진행되어 왔다⁸⁾. 이 연구에 따르면 상아질 접착에 영향을 미치는 인자들은 수 십 가지(Table 1)에 이르며, 이러한 변수들을 완벽하게 통제하면서 실험을 하기란 현실적으로 불가능하다. 따라서 다양한 실험조건들과 방법들이 여러 학자들에 의해 주장되었는데, 가장 널리 이용되고 있는 방법은 전단결합강도와 인장결합강도이다.

최근에 미세인장강도 측정법이 일군의 학자들에 의해 소개되었다⁹⁾. 이 방법은 기존의 인장강도 측정법이 5mm^2 이상의 접착면적을 갖는 반면, $1-1.5\text{mm}^2$ 의 면적만을 허용하는 방법이다. 이들은 시편의 접착면적을 비교한 실험에서 접착면적이 작을 때에 접착성 파괴가 주로 일어나며, 접착 부위에 포함되는 결합의 가능성도 감소하므로, 이 부위에 응력이 집중되어 시편이 조기탈락될 가능성이 낮아진다는 사실을 입증하였으며, 이는 Griffith¹⁰⁾의 결합이론을 재확인하는 것이었다.

치질에 대한 복합레진 접착은 타액 및 혈액을 포함한 구강액에 의한 오염의 영향을 받는 것으로 알려져 있다. Hormati 등¹¹⁾은 산부식 후 타액으로 오염된 법랑질에 직접 복합레진의 접착을 시도하였을 때, 평균 전단결합강도는 50% 이상 감소되었다고 보고하였다. 또한 타액에 오염된 치아 표면을 세척하지 않고 치면열구전색제를 도포했을 때

Table 1. Dentin bonding variables⁸⁾.

<p>A. 기질</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 인간의 치아인지 소의 치아인지 여부 2. 표층, 중층, 또는 심층의 상아질 여부 3. 교합면, 인접면, 협측면 여부 4. 제3대구치인지, 전치인지 5. Diamond/carbide bur High speed/Low speed, air-water 6. 치아의 재사용 여부 7. 레진/석고 포매 여부 <p>B. 산부식</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 산부식 여부 2. 부식제의 유형 3. 산부식제의 양은 얼마나 하는지 4. 산부식 시간 5. 단순 적용/문지르기 6. 세척 시간 7. 건조 시간 8. 재습윤 여부 <p>C. 접착 강화</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 전체면에 도포/matrix 안쪽면만 도포 2. 접착 강화제의 양은 얼마나 하는지 3. 얼마나 오래, 단순적용/문지르기 4. 세척/건조, 얼마나 오래 하는지 5. 광중합 여부 6. 습윤/건조, 얼마나? <p>D. 접착</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 접착레진의 양, 적용시간 	<ol style="list-style-type: none"> 2. 공기로 펴는지, 두께는 얼마나 얇게, 얼마나 어떻게 건조 시키는지 3. 접착면적은 얼마로 하는지 4. Filling시 압력을 가하는지 아닌지 5. 치수압을 가하는지 아닌지 6. 중합광의 세기와 시간 <p>E. 보관</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 물/등장성 식염수, 기타 등등 2. 실온/37℃ 3. 100% 상대습도/수중 4. 보관액: sodium azide, thymol, chloramine 5. 치수압을 가하는지, 용액의 종류는? 6. 시간: 24시간, 1달, 1년 7. 열순환 여부: 온도, 담그는 시간, 순환 회수. 8. 응력 실험. 세기, cycle 회수? <p>F. Testing</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 전단/인장 2. 부하를 가하는 속도 3. 즉시/24시간/수개월 4. 결합강도를 MPa로 할지/법랑질 결합강도에 대한 백분율로 표시할지 5. 미세누출/결합강도 6. 공극의 크기/결합강도 7. 국소부위의 결합강도/중앙부 8. 5급 와동의 치은벽/1급 와동의 치수저 9. C-factor. 편평한 면/3차원 와동
---	--

에 심각한 결합강도의 감소가 관찰되었다¹²⁾. 연구자들은 산부식된 표면의 주사전자 현미경 관찰을 통해 구강액에 의해 오염된 산부식된 표면은 그 노출시간에 관계없이 심각한 표면특징의 변화를 일으킨다고 하였고, 이러한 변화가 법랑질과 복합레진의 접착을 방해하는 유기피막(organic pellicle)의 형성을 나타내는 것이라고 주장하였다¹³⁾. Barghi 등¹⁴⁾은 산부식된 법랑질에 대한 타액오염의 영향을 평가한 실험에서 수복물의 절반은 rubber dam으로 격리시킨 상태로, 나머지 절반은 cotton roll과 saliva ejector를 이용하고 방습한 상태에서 적용하여 복합레진을 접착한 후 수복물의 전단결합강도를 측정했을 때 간이방습의 경우 통계적으로 유의성 있게 낮은 결합강도를 나타내었다고 보고하였다.

법랑질과 달리 상아질에 대한 접착시에는 고려해야 할 여러 가지 인자들이 있는데 상아질의 높은 유기질 함량, 상아세관액의 존재, 그리고 도말층의 존재가 그것이다. 도말층은 레진 단량체가 상아질 내로 침투하는 것을 차단하며, 이 층이 산부식에 의해 제거되어 노출된 교원질이 과관조 또는 탈수되어 3차원적 구조가 붕괴될 경우 결합강도는 급격히 저하되기 때문에 이를 막기 위한 주의가 요구된다.

근자에 상아질 접착제의 적용단계를 간편화 하려는 시도가 이루어지고 있다. 크게 두 가지의 흐름으로 나누어 볼 수 있는데, 첫째는 self-etching system으로서, 산부식과 priming이 동시에 이루어지고 그 후에 접착제를 도포하는 시스템이다. Self-etching primer는 도말층을 용해시키고 상아질을 탈회시키는 산성기능 단량체와 다른 구성성분간의 혼합용액이다. 두번째는 one-bottle 접착제, 또는 self-priming system이라 불리며, 35~40% 인산을 이용하여 법랑질과 상아질을 동시에 산부식(total-etching)한 후 self-priming 광중합 접착제를 도포하는 것이 특징이다.

이 연구의 목적은 법랑질과 상아질에서 타액의 오염여부에 따라 5세대 상아질 접착제와 4세대 상아질 접착제의 결

합강도를 비교하고 self-etching system과 self-priming system 사이의 결합강도를 비교하기 위해 고안되었다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

우식이 없고 발거한 지 6개월이 지나지 않은 45개의 제3대구치를 0.2% sodium azide가 포함된 4℃의 생리 식염수에 보관한 후 실험에 이용하였다.

1. 법랑질군

치아의 협측면이 노출되도록 epoxy resin을 이용하여 acrylic ring(직경 20mm, 높이 15mm)에 포매한 후 24시간 동안 실온에 보관하여 경화되도록 하였다. 그 후 #600 SiC paper를 사용하여 주수하에 연마하여 협측의 법랑질을 노출시켰다(지름 3~4mm). Slow speed diamond saw(Buehler Isomat, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA)를 이용하여 치아를 협설 방향으로 절단하였고, 한쪽은 대조군으로, 다른 한쪽은 건강한 젊은 사람의 타액을 채취하여 오염시킨 실험군으로 이용하였다. 실험군은 타액을 도포한 후 20초간 경과시키고 제거하지 않았다. Table 2는 사용된 상아질 접착제를 나타내며 이를 각각 제조자의 지시에 따라 적용하고(Table 3), 복합레진(Z100-A2, 3M Dental Products, St. Paul, MN, USA)을 높이 5mm, 길이 8mm, 폭 4mm의 teflon mold에 2.5mm씩 2층으로 적층하였고 광도 500mW/cm²의 광중합기 Spectrum 800(Dentsply, Milford, DE, USA)을 이용하여 각각 40초간 광중합하였다. Slow speed diamond saw를 이용하여 접착제면에 수직으로 절단한 후 접착면적이 1.5±0.1mm²가 되도록 hour glass 형태로 제작하였다.

제작된 시편을 cyanoacrylate(ZAPIT, Dental Vent-

Table 2. Dentin bonding systems in this study used.

Adhesive	Manufacturer	Composition
Scotchbond Multi-Purpose Plus (SM)	3M Dental Products, St. Paul, MN, USA	35% Phosphoric acid, aqueous HEMA, polyalkenoic acid copolymer BIS-GMA, HEMA, photoinitiator
Single Bond (SB)	3M Dental Products, St. Paul, MN, USA	35% Phosphoric acid, HEMA, BIS-GMA, polyalkenoate copolymer, photoinitiator, stabilizers, ethanol
Unifil Bond (UB)	GC Corporation, Tokyo, Japan	4-META, ethanol, distilled water, HEMA, UDMA, TEGDMA, silica filler, initiator

ures of America, Inc., Corona, CA, USA)를 이용하여 특별히 고안된 인장강도 측정장치에 부착한 후, 만능시험기 (EZ Test, Shimadzu, Japan)를 이용하여 1mm/min.의 cross-head speed로 인장결합강도를 측정하였다. 시편이 파단될 때의 단위면적당 최대응력을 결합강도로 하였으며, 실험결과는 유의수준 0.05 level에서 ANOVA/ Tukey' test로 통계분석하였다.

2. 상아질군

Model trimmer와 #600 SiC paper를 이용하여 치아장 축과 수직을 이루도록 교합면 법랑질을 제거하였다. 연마는 주수 하에 시행하였다. 준비된 치아는 epoxy resin을 이용하여 acrylic ring(직경 20mm, 높이 15mm)에 포매하였다. 그 후 slow speed diamond saw를 이용하여 협설로 절단하고, 한쪽은 대조군으로, 다른 한쪽은 타액에 오염시킨 실험군으로 사용하였다. 이후의 실험과정은 법랑질군과 동일하며 각군당 10개의 시편을 제작하여 미세인장 결합강도를 측정하였다.

Ⅲ. 실험결과

3가지 상아질 결합제의 법랑질과 상아질에 대한 평균 인장결합강도가 Table 4와 Table 5에 각각 나타나있다.

법랑질에 대한 결합강도 결과는 Table 4 및 Figure 1에서 보는 바와 같이 3가지 상아질 접착제 모두 오염군이 대조군에 비해 낮은 결합강도를 나타냈으나 SM 및 SB군은 유의차가 없었고($p>0.05$), UB군은 통계학적으로 유의차를 나타내었다($p<0.01$). 그러나 오염군과 대조군 각각에서는 UB군의 결합강도가 SM군이나 SB군의 결합강도에 비해 유의성 있는 감소를 나타냈다($p<0.05$).

상아질에 대한 3종 접착제의 결합강도는 Table 5 및 Fig. 2에 나타난 바와 같이 전체적으로 법랑질에 대한 결합강도보다 낮게 나타나는 가운데, 오염되지 않은 상아질에 대해 UB군만이 법랑질에 대한 결합강도보다 높은 값을 나타내었다. 대조군에서는 각 접착제간에 유의성 있는 차이를 나타내지 않으나($p>0.05$), 타액으로 오염시킨 실험군에서는 각 접착제간에 유의성 있는 차이($p<0.01$)를 나타내었으며, SB, SM, 그리고 UB의 순으로 나타났다. 각 접착제의 대조군 및 오염군의 비교시 SM 및 SB는 유의차가 없었으나 UB군은 통계학적으로 유의성있는 감소를 나타내었다($p<0.01$).

Table 3. Applying procedures for dentin bonding systems.

Adhesive	contamination	Etching	Priming	Bonding
Scotchbond Multi-purpose Plus	intact or salivary contaminated tooth surface	etch for 15sec, rinse for 10sec and blot dry	apply with brush and gentle dry for 5sec	apply with brush and light cure for 10sec
Unifil Bond		-	apply with brush, dwell for 20sec and gentle dry for 5sec	apply with brush and light cure for 10sec
Single Bond		etch for 15sec, rinse for 15sec and blot dry	-	double coat with brush, gentle dry for 2-5sec and light cure for 10sec

Table 4. Microtensile bond strength for different adhesives to enamel (MPa \pm SD).

	SM	SB	UB
Normal	41.9 \pm 4.6 ^a	37.7 \pm 10.8 ^a	25.3 \pm 3.6 ^b
Contaminated	38.1 \pm 11.4 ^A	34.3 \pm 12.1 ^A	17.4 \pm 6.4 ^B

Means with same superscript were not significantly ($p>0.05$) different.

Table 5. Microtensile bond strength for different adhesives to dentin (MPa \pm SD).

	SM	SB	UB
Normal	33.2 \pm 5.7	30.4 \pm 13.4	30.3 \pm 6.6
Contaminated	25.9 \pm 11.4 ^b	32.8 \pm 4.7 ^a	9.6 \pm 4.4 ^c

Means with same superscript were not significantly ($p>0.05$) different.

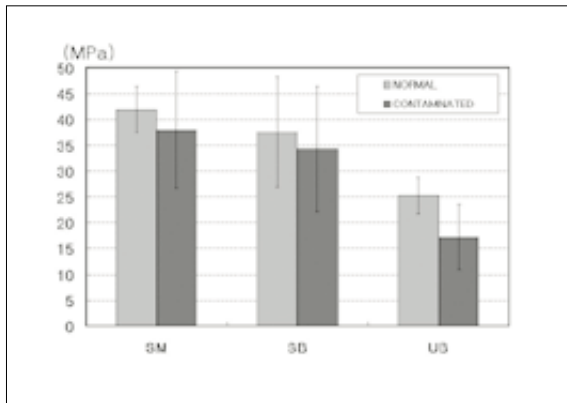


Fig. 1. Microtensile bone strength to enamel (MPa \pm SD).

결합강도 측정후 파단면 관찰에서, 모든 범랑질 결합시편 (60개) 및 상아질 시편 60개중 53개는 접착성 파괴를 보였으며 상아질 시편의 나머지 4개는 상아질내, 1개는 복합레진내 응집성 파괴를 보였고 2개는 혼합성 파괴양상이 관찰되었다.

IV. 총괄 및 고안

타액에 의한 오염은 치과수복 과정에서 빈번히 발생하는 문제점 중의 하나이다. 접착과정에서의 오염은 치질과 접착제 또는 수복재간에 결합을 저해하며 이는 상악에 비하여 하악치아에서 발생가능성이 높고 와동의 변연이 치은조직 하방으로 연장된 경우에 흔히 발생할 수 있다. Pashley 등¹⁵⁾이 지적한 것처럼, 상아질 접착제는 과량의 수분이나 인공 타액, 그리고 혈장 등에 의한 오염에 매우 민감하다. 이러한 오염원들은 범랑질 또는 상아질 표면에 부착하거나 상아세관내 흡착되어 접착성 수복재의 접착을 방해하는 인자로 작용한다¹¹⁻¹³⁾. 범랑질의 산부식후 타액오염이 있을 때 충분한 수세에도 불구하고 오염물질은 완전히 제거되지 않는 것으로 알려져 있다¹³⁾. 따라서 산부식 또는 접착제 도포후 오염된 경우 재부식, 수세 및 건조, 접착과정의 반복 등을 추천하고 있다.

본 실험의 범랑질 접착에 있어서, 대조군과 오염군 모두에서 self-etching system인 UB는 total etching technique을 이용하는 SM 및 SB에 비해 통계적으로 유의하게 낮은 결합강도를 나타내었다. 이러한 이유는 아마도 범랑질을 산부식시키는 산성 용액의 강도(pH \approx 0.1) 때문인 듯 하다. 범랑질은 조직의 대부분이 무기질로 이루어져 있기 때문에, 37% 인산을 이용하여 범랑질을 산부식하는 경우에는 대략 20~50 μ m 두께의 미세요철에 의한 기계적 유지력이 결합강도의 대부분을 차지한다. 반면에 self-etching primer 내에 포함된 산성 단량체들의 산도는 약 1.1~2.9로서 부식시킬

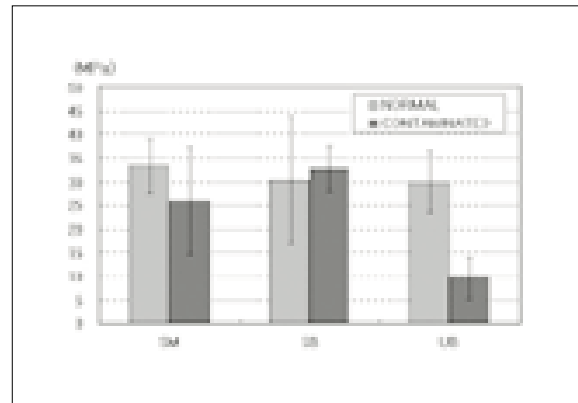


Fig. 2. Microtensile bone strength to dentin (MPa \pm SD).

수 있는 깊이가 5~10 μ m에 불과하기 때문에, 인산에 비해 형성되는 resin tag의 길이도 짧을 수 밖에 없다. 타액의 오염에 대해서는 total etching technique을 이용하는 SM 및 SB간에 통계학적 유의성은 없었지만 전반적으로 대조군에 비해 약간씩 낮은 결합강도를 나타내었고, UB군은 유의성있는 감소를 보였다.

상아질에 대한 접착에 있어서 SM와 SB의 결합강도는 대조군과 오염군 사이에 유의차가 없었지만, self-etching system인 UB는 타액의 오염에 의해 통계학적으로 낮은 결합강도를 나타내었다. 타액은 다량의 수분과 수종의 단백질로 구성되어 있다. 치아면이 타액에 오염되었을 경우, 타액내의 이러한 단백질들은 상아세관이나 산부식에 의해 제거된 범랑질의 microstructure를 폐쇄하게 된다. 이렇게 오염된 상태에서 인산으로 산부식을 시행하면 타액의 수분과 함께 단백질 성분들이 제거되어 결과적으로 최종 결합강도에 큰 영향을 미치지 않는다고 알려져 있다. 그러나 self-etching primer는 이런 단백질 성분이나 도말층 등을 용해시켜 접착에 이용하는 기전으로 인하여 산부식을 시행하는 접착시스템에 비하여 타액 오염의 영향을 많이 받는 듯 하다. 즉, 타액에 오염된 범랑질 및 상아질에 대한 접착에 있어 self-etching system은 상당한 결합력의 감소를 나타내었다.

Johnson 등¹⁶⁾은 상아질의 접착과정에서 접착강화제 및 접착제 도포후 각각 타액에 오염된 경우에 있어 대조군에 비하여 낮은 결합강도를 나타냈으나 유의차는 없었다고 하였고, Fritz등¹⁷⁾은 산부식된 범랑질 및 상아질의 타액에 오염이나 5세대 상아질 접착제를 도포한 후 중합전 오염되었을 때 주의 깊은 수세 건조에 의해 결합강도의 저해는 보이지 않았으나 접착제의 중합후 발생한 오염은 접착에 방해된다고 하였다. 또한, Hansen과 Munksgaard¹⁸⁾는 접착제 도포전 타액에 의한 오염이 수복물과 치아 사이의 변연간격을 증가시키므로 기계적으로 제거한 후 접착과정을 재시행해야 한다고 주장하였다.

그러나 실제적으로 self-etching system은 수세건조과정 이 배제되고 시간이 단축되기 때문에 self-priming system 에 비해 타액을 비롯한 구강액에 오염될 가능성이 적다. Self-priming system이 습윤접착법을 권장하고 있어서 타 액과 수분의 구분이 모호하고, 기술적 민감도가 높은 데 비 해, self-etching system의 경우에는 primer를 도포하기 전에 와동을 세척하고 건조할 것이 권장되기 때문에 술자가 조금만 주의를 기울이면 구강액으로부터 오염을 막을 수 있 다¹⁹⁾. 하지만 본 실험결과에서 알 수 있듯이 일단 치아표면 에 오염이 되면 결합강도에 심대한 악영향을 미칠 수 있기 때문에 세심한 주의가 요구된다.

치질에 대한 접착은 수 많은 요인에 의해 영향을 받으며 특히 법랑질 및 상아질 자체(nature), 성상(characteris- tic) 및 외부적인 요인 등은 아직도 규명하기 어려운 과제이 며 임상적으로 중요한 의미를 갖는다. 본 실험은 와동 형성 후 오염된 치질에 대한 각종 접착제의 결합력을 평가하여 유의한 결과를 얻었으며 이는 임상에 직접 적용할 수 있는 자료가 될 것으로 인정된다. 향후 다양한 접착시스템에서 산부식, 프라이머도포 및 접착제도포 전후에 발생하는 오염 이 접착에 미치는 영향에 대하여 광범위하고 심도있는 연구 가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

1. 법랑질 접착의 경우, 자가부식형 접착제인 Unifil Bond 는 인산에 의한 산부식을 하는 ScotchBond Multi-Purpose 및 Single Bond에 비해 낮은 결합강도를 나타 내었다.
2. 상아질 접착의 경우, 5세대 상아질 접착제는 4세대 상아 질 접착제와 유사한 결합강도를 나타내었다.
3. 법랑질 및 상아질에 대한 접착에 있어 자가산부식 접착 시스템은 타액의 오염에 의해 통계학적으로 유의한 결합 력의 감소를 나타내었다($p < 0.01$).

참고문헌

1. Buonocore MG: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34:849-853, 1955.
2. Buonocore MG: Retrospections on bonding. *DCNA*, 25(2):241-255, 1981.

3. Prati C, Pashley DH and Montanari G: Hydrostatic intrapulpal pressure and bond strength of bonding sys- tems. *Dent Mater*, 7:54-58, 1991.
4. Perinka L, Sano H and Hosoda H: Dentin thickness, hardness, and Ca^{+} concentration vs. bond strength of dentin adhesives. *Dent Mater*, 8:229-233, 1993.
5. Bowen RL: Bonding of restorative materials to den- tine: the present status in the United States. *Int Dent J*, 35:155-159, 1985.
6. Asmussen E: Clinical relevance of physical, chemical, and bonding properties of composite resins. *Oper Dent*, 10:61-73, 1985.
7. Johnson GH, Powell LV and Gordon GE: Dentin bond- ing systems: a review of current products and tech- niques. *JADA*, 122:34-41, 1991.
8. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M and Carvalho RM: Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dent Mater*, 11:117-125, 1995.
9. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R and Pashley DH: Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength - Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater*, 10:236-240, 1994.
10. Griffith AA: The phenomena of rupture and flow in solids. *Phil Trans Roy Soc London*, A221:168-198, 1920.
11. Hormati AA, Fuller JL and Denehy GE: Effects of con- tamination and mechanical disturbance on the quality of acid-etched enamel. *JADA*, 100:34-38, 1980.
12. Thompson JL, Main C, Gillespie FC and Stephen KW: The effect of salivary contamination on fissure sealant- enamel bond strength. *J Oral Rehabi*, 8:11-18, 1981.
13. Silverstone LM, Hicks MJ and Featherstone MJ: Oral fluid contamination of etched enamel surfaces: an SEM study. *JADA*, 110:329-332, 1985.
14. Barghi N, Knight GT and Berry TG: Comparing two methods of moisture control in bonding to enamel : a clinical study. *Oper Dent*, 16:130-135, 1991.
15. Pashley EL, Tao L, Mackert JR and Pashley DH: Comparison of in vivo vs. in vitro bonding of composite resin to the dentin of canine teeth. *J Dent Res*, 67(2):467-70, 1988.
16. Johnson ME, Burgess JO, Hermes CB and Buikema DJ: Saliva contamination of dentin bonding agents. *Oper Dent*, 19(6):205-210, 1994.
17. Fritz UB, Finger WJ and Stean H: Salivary contami- nation during bonding procedures with a one-bottle adhesive system. *Quintessence Int*, 29(9):567-72, 1998.
18. Hansen EK and Munksgaard EC: Saliva contamination vs. efficacy of dentin-bonding agents. *Dent Mater*, 5(5):329-33, 1989.
19. Hitmi L, Attal JP and 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.

최 경 규

경희대학교 치과대학 보존과 부교수

서울특별시 동대문구 회기동 1 경희대학교 치과대학 보존학교실

Tel : 02-958-9330

E-mail : choikkyu@khu.ac.kr