

Effects of Saliva Contamination on Shear Bond Strength with Conventional, Moisture Insensitive, and Self-Etching Primers

Yoonjeong Oh, Sohee Oh

Department of Pediatric Dentistry, Dental Clinic Center, Hallym University Sacred Heart Hospital

Abstract

The aim of this study was to compare the shear bond strengths of orthodontic bracket with Conventional primer (CP), Moisture insensitive primer (MIP), and Self-etching primer (SEP). In addition, the effect and the timing of saliva contamination on shear bond strength was evaluated.

A total of 135 bovine mandibular incisors were used in the study and divided into 3 groups. Group I, II and III were used CP, MIP, SEP, respectively. Each group was then divided into three subgroups: the group without saliva contamination, the group with primer application after saliva contamination, and the group with saliva contamination after primer application. After the primer application, the metal bracket for the lower incisor was attached and the shear bond strength was measured.

The mean shear bond strengths was highest with CP and lowest with SEP in dry condition. However, CP showed a significant decrease in shear bond strength in the presence of saliva contamination. MIP and SEP showed no significant decrease in shear bond strength with saliva contamination.

Key words : Moisture insensitive primer, Self-etching primer, Shear bond strengths, Saliva contamination

I. 서 론

접착 시스템의 발달에 따라 대부분의 교정장치는 직접접착법에 의해 이루어지고 있다[1]. 일반적으로 접착제는 임상적으로 충분한 결합 강도를 얻기 위해서 오염되지 않은 깨끗한 치면을 요구한다. 그러나 임상에서 마주치는 다양한 상황에서 타액이나 혈액의 오염을 완전히 차단하는 것은 쉽지 않다. 특히 소아에서 부분 맹출한 대구치 또는 매복치에 장치를 접착하는 경우나 구강위생이 불량한 경우는 타액에 오염되기 쉬우며 이는 장치 탈락의 원인이 된다[2]. 이러한 접착의 실패와 그로 인한 재부착은

진료시간의 증가 및 추가 비용 소요를 초래한다[3].

기존의 Bis-GMA 계열의 프라이머는 소수성 성질을 가지므로 산부식 된 법랑질과 기계적 결합을 위해서 법랑질의 건조한 상태를 유지하는 것이 필수적이다[4]. 이러한 프라이머는 완전히 건조한 조건과 격리된 장소에서 사용하는 것이 가장 큰 전단결합강도를 가진다고 알려져 있다[5].

타액의 침투는 산부식제에 의한 다공성 표면을 막히게 하고 접착성 레진의 불충분한 침투를 야기하여 미세 기계적 유지를 감소시킨다[6,7].

이러한 수분 오염의 문제를 극복하기 위하여 친수성 프라이머

Corresponding author : Sohee Oh

Department of Pediatric Dentistry, Dental Clinic Center, Hallym University Sacred Heart Hospital, 896, Pyengchon-dong, Dongan-gu, Anyang-si, Gyengki-do, Republic of Korea

Tel: +82-31-380-5973 / Fax: +82-31-380-1726 / E-mail: pedopia@hallym.or.kr

Received June 24, 2018 / Revised August 1, 2018 / Accepted July 17, 2018

인 Moisture insensitive primer (MIP)가 개발되었다[8]. 이는 고정 장치의 부착을 위하여 개발되었으며 화학적으로 상아질 접착제와 유사하다. 법랑질 표면에서 물을 치환하기 위한 성분으로 에탄올을 포함하고 있으며, 건조된 표면과 젖은 표면에서 모두 사용 가능하고 알려져 있다[8,9].

Self-etching primer (SEP)는 1989년 Chigara 등[10]에 의해 수복 치과 영역에서 처음으로 소개된 재료이다. 본래 상아질 접착용으로 개발되었기 때문에 수분이 존재하는 환경에서도 충분한 결합 강도를 갖는다고 알려져 있다. 하나의 산성 프라이머 용액에 산부식제와 프라이머를 결합하여 제작한 것으로 통상적인 산부식에 따르는 복잡한 수세, 건조 과정이 요구되지 않아 시술 시 오차를 줄이는 동시에 시술 시간을 단축시킬 수 있다는 장점이 있다[11].

수분의 오염은 접착 과정 중 어느 단계에서도 일어날 수 있으며 수분 오염이 일어나는 단계에 따라 결합 강도의 감소되는 정도가 다르다고 알려져 있다[12].

이전의 연구들 중, Conventional primer (CP)와 MIP, SEP 사용시의 전단결합강도를 동시에 비교한 연구는 부족하다. 또한 각 프라이머가 수분 오염 여부와 수분 오염 시기에 따라 받는 영향에 대하여 일치된 결과가 부족한 실정이다.

이 연구의 목적은 CP, MIP, SEP를 사용하였을 때의 치아와 브라켓 전단결합강도를 비교하고 타액 오염 여부와 타액 오염의 시기가 전단결합강도에 미치는 영향을 평가하는 것이다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

이 연구에서는 인간 치아의 법랑질과 물리적 성질과 조성이 유사한 소의 하악 절치를 사용하였다[13,14]. 135개의 치아를 발치 후 사용 전 까지 0.1% thymol 용액에 보관하였다. 고정용 브라켓은 기저면의 면적이 11.56 mm²인 하악 전치용 스탠다드 금속 브라켓(Tomy Inc, Japan)을 사용하였다. 통상적인 산부식 접착법을 위하여 37% 인산(3M, USA)을 사용하였고, 접착제로는 광중합형 레진인 Transbond XT adhesive (3M Unitek, USA)를 사용하였다. 산부식 접착을 사용한 군에는 프라이머로 Transbond XP primer (3M Unitek, USA)와 Transbond Moisture insensitive primer (3M Unitek, USA)를 사용하였다. SEP로는 Transbond Plus self etching primer (3M Unitek, USA)를 사용하였다(Table 1). 인공 타액은 Xerova (Kolma Korea, Korea)를 사용하였다.

2. 연구 방법

1) 시편 제작 및 분류

총 135개의 치아를 표면에 있는 치석 및 유기물질을 스케일러로 제거한 후, 불소가 포함되지 않은 퍼미스를 이용하여 세척하고 고속 절삭 다이아몬드 디스크를 이용하여 치근을 절단하였다. 치아의 고정을 위하여 3D 프린터로 제작한 가로 23.0 mm, 세로 17.0 mm, 높이 12.0 mm를 가진 두께 2.0 mm의 poly lactic acid 주형을 제작하였다(Fig. 1). 치아는 아크릴릭 레진을 이용하여 순측 치관이 보이도록 주형에 매몰하였고, 레진 경화 시 발생하는 열을 분산시키기 위하여 차가운 증류수에 30분 동안 보관하였다. 순측 법랑질 표면과 블록 하단을 평행하게 하기 위하여 300, 600, 1200 grit 실리콘 카바이드 연마지를 이용하여 순차적으로 연마하였다.



Fig. 1. Teeth embedded in the mold with acrylic resin.

Table 1. Compositions of Primers According to Manufacturer

Primer	Composition
Transbond XT primer	Bisphenol A diglycidyl ether dimethacrylate Triethylene glycol dimethacrylate Triphenylantimony 4-(Dimethylamino)-benzenethanol DL-Camphoroquinone Hydroquinone
Transbond plus SEP	2-Propenoic acid, 2-Methyl-,Phosphinicobis ester Water Mono HEMA Phosphate Tris[2-(Methacryloyloxy)ethyl]phosphate DL-Camphoroquinone N,N-Dimethylbenzocaine Dipotassium hexafluorotitanate
Transbond MIP	Ethyl alcohol Bisphenol A diglycidyl ether dimethacrylate 2-Hydroxyethyl methacrylate 2-Hydroxy-1,3-dimethacryloxypropane Copolymer of itaconic and acrylic acid Diurethane dimethacrylate Water Diphenyliodonium Hexafluorophosphate N,N-Dimethylbenzocaine Triphenylantimony

제작된 135개의 시편을 무작위로 45개씩 3개의 군으로 나누고 각기 다른 프라이머를 사용하였다. 각 군은 타액 오염 시기에 따라 3개의 하위군으로 나누었다(Table 2). I군은 통상적인 산부식 접착 시스템과 CP를 이용한 군이다. II군은 산부식 후 MIP를 사용한 군이다. III군은 SEP로 법랑질 표면처리를 시행한 군이다. 각 군의 하위군 A는 대조군이며 타액 오염을 시행하지 않았다. 각 군의 B군은 프라이머 도포 전 타액 오염이 시행되었고, C군은 프라이머 도포 후 타액 오염이 시행되었다.

2) 표면 처리 및 브라켓 접착

I군의 시편들은 통상적인 산부식 접착 시스템을 이용하였다. 37% 인산을 15초간 적용하여 산부식한 후 10초간 수세 후 5초간 완전히 건조하였다. IA군은 건조된 표면에 CP를 도포 후 2초 동안 가볍게 압축공기를 적용하였다. IB군은 산부식 후 건조된 표면에 Microbrush를 이용하여 인공 타액을 치아 표면에 5초간 부드럽게 도포하고 과량의 인공 타액은 멸균된 면구를 이용하여 제거한 후 CP를 도포하였다. IC군은 산부식과 CP를 먼저 적용한 후 B군과 마찬가지로 인공 타액으로 오염시켰다.

II군의 시편들은 산부식 후 법랑질 표면처리제로 MIP를 사용하여 교정용 브라켓을 접착하였다. 제조사의 지시에 따라 산부식 후 법랑질을 완전히 건조시키지 않고 MIP를 적용하였다. MIP 도포 후 2초간 가볍게 압축공기를 적용하였다. IIB군은 MIP 적용 전 인공 타액을 도포하였고 IIC군은 MIP 적용 후 인공 타액을 도포하였다.

III군의 시편들은 SEP를 사용하여 교정용 브라켓을 접착하였다. SEP를 제조사의 지시에 따라 건조된 법랑질에 도포 후 2초간 가볍게 압축공기를 적용하였다. IIIB군은 SEP 도포 전 인공 타액을 적용하였고 IIIC군은 SEP 도포 후 인공 타액을 적용하였다.

브라켓의 접착은 동일한 연구자에 의하여 시행되었다. 브라켓을 치아 표면에 위치 시킨 후 여분의 접착제는 탐침으로 제거하였다. Valo curing (Ultradent, Utah, USA)을 이용하여 브라켓의 근심면, 원심면에서 각각 5초씩 광중합을 시행하였다(Table 2).

3) 전단결합강도의 측정

모든 시편은 브라켓 접착 후 37°C 증류수에서 24시간 동안 보관하였다. 법랑질 표면과 브라켓 간의 전단결합강도를 측정하기 위하여 만능 시험기(Kyung-sung Testing machine Co., Ansan, KOREA)을 사용하였다. 브라켓 기저부와 기구의 장축이 평행하도록 시편을 고정시켰다(Fig. 2). 50 kg의 힘에 1 mm/min의 Cross-head speed 속도로 브라켓이 탈락하는 순간의 최고 하중(N)을 측정하였다. 최고 하중은 브라켓 기저부의 면적(11.56 mm²)으로 나누어 MPa (N/mm²) 단위로 환산하였다.

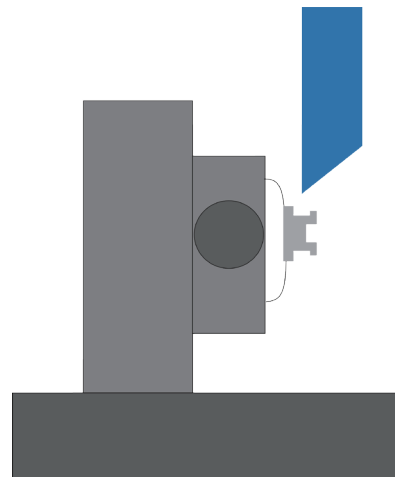


Fig. 2. Schematic drawing of Shear bond strength measurement.

Table 2. Experimental conditions of each groups

Group	Subgroup	N	Condition
Group I	A	15	Acid etching + CP
	B	15	Acid etching + saliva contamination + CP
	C	15	Acid etching + CP + saliva contamination
Group II	A	15	Acid etching + MIP
	B	15	Acid etching + saliva contamination + MIP
	C	15	Acid etching + MIP+ saliva contamination
Group III	A	15	SEP
	B	15	saliva contamination + SEP
	C	15	SEP+ saliva contamination

CP = Conventional primer, MIP = Moisture insensitive primer, SEP = Self-etching primer

Table 3. Adhesive Remnant Index (ARI)

Score	Condition
0	브라켓 기저면에 모든 접착제가 남아있는 경우
1	브라켓 기저면에 레진이 반 이상 남아있는 경우
2	브라켓 기저면에 레진이 반 이하 남아있는 경우
3	브라켓 기저면에 레진이 남아있지 않은 경우

4) 접착 파절 형태의 관찰

브라켓 접착 계면의 파절 양상을 조사하기 위해 전단결합강도 측정 후 브라켓의 기저면을 광학현미경을 이용하여 40배율로 관찰하였다. 기저면에 잔존하는 레진의 양에 따라 Årtun과 Bergland[15]의 접착제 잔류 지수(Adhesive Remnant Index, ARI)를 응용하여 기록하였다(Table 3).

3. 통계 분석

사용한 프라이머에 따른 전단결합강도와 타액 오염 시기에 따른 전단결합강도에 대한 유의성 검증을 위하여 Kruskal-Wallis test를 사용하였고, 사후 검정을 위하여 Mann-Whitney's U test를 시행하였다. 다중 비교 시 Bonferroni 방법에 의해 보정된 유

의 수준인 0.017에서 분석하였다. 각 군의 ARI 지수의 비교를 위하여 Fisher's exact test를 이용하였다. 통계 분석은 통계 프로그램인 SPSS (ver. 24.0, SPSS Corp., Armonk, USA)을 이용하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 전단결합강도 측정

Table 4는 각 군의 브라켓 탈락 시 전단결합강도를 측정한 결과이다. 한 종류의 프라이머 내에서 타액 오염 시기에 따른 전단결합강도의 유의성을 분석하였는데, CP를 사용한 군에서는 타액 오염이 없던 IA군과 타액 오염이 있던 두 군(II, IC)간에 통계적으로 유의하게 전단결합강도의 차이를 보였다. MIP를 사용한 군 중에는 타액 오염이 없던 IIA군이 가장 높은 전단결합강도를 보였으나 타액 오염이 있던 두 군과 통계적으로 유의한 결과는 보이지 않았다. SEP를 사용한 군에서도 타액 오염이 없던 IIIC군이 가장 높은 전단결합강도를 보였으나 타액 오염이 있던 군과 비교하여 그 차이는 미미하였다.

Table 5는 타액 오염 시기에 따라 각 프라이머 간의 전단결합강도의 유의성을 분석한 결과이다. 타액 오염이 없는 상황에서 CP, MIP, SEP를 사용하였을 때 전단결합강도는 CP, MIP, SEP 순

Table 4. Shear bond strength values measured from samples in each group and effect of primer type on SBS depending on timing of saliva contamination

Group	A		B		C	
	N	Mean ± SD (MPa)	N	Mean ± SD (MPa)	N	Mean ± SD (MPa)
Group I	15	17.76 ± 5.83 ^a	15	8.51 ± 4.01 ^a	15	10.23 ± 5.95
Group II	15	15.73 ± 3.89 ^{ab}	15	12.03 ± 4.40 ^{ab}	15	11.85 ± 6.86
Group III	15	12.74 ± 4.09 ^b	15	12.32 ± 3.74 ^b	15	11.73 ± 5.25
<i>p</i>		0.044		0.019		0.766

p : Kruskal-Wallis test

a, b, c : Same superscript letters in the columns indicate non significantly different (*p* > 0.017) by the Mann-Whitney U test as post-hoc test.

Table 5. Effect of saliva contamination on SBS in different type of primer

Subgroup	Group I		Group II		Group III	
	N	Mean ± SD (MPa)	N	Mean ± SD (MPa)	N	Mean ± SD (MPa)
A	15	17.76 ± 5.83 ^a	15	15.73 ± 3.89	15	12.74 ± 4.09
B	15	8.51 ± 4.01 ^b	15	12.03 ± 4.40	15	12.32 ± 3.74
C	15	10.23 ± 5.95 ^b	15	11.85 ± 6.86	15	11.73 ± 5.25
<i>p</i>		0.000		0.108		0.823

p : Kruskal-Wallis test

a, b, c : Same superscript letters in the columns indicate non significantly different (*p* > 0.017) by the Mann-Whitney U test as post-hoc test.

Table 6. Distribution of Adhesive Remnant Index (ARI) of each group. There is no statistical difference between the ARI score of each group

Group	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3	
Group I	A	5	5	2	3
	B	10	5	0	0
	C	10	3	2	0
Group II	A	4	7	3	1
	B	8	6	1	0
	C	5	8	2	0
Group III	A	7	7	1	0
	B	9	4	1	1
	C	5	5	5	0

Fisher's Exact test

서로 높게 나타났으며 IA군과 IIIA군 사이에 통계적 유의성을 보였다. 프라이머 도포 전 타액 오염이 있는 군에서는 CP를 사용한 군이 가장 낮은 전단결합강도를 보였고 MIP와 SEP를 사용한 군은 유사한 값을 보였다. 프라이머 도포 후에 타액 오염이 있는 군에서도 CP를 사용한 군이 가장 낮은 전단결합강도를 보였지만 프라이머 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

2. ARI score의 비교

Table 6는 각 군의 ARI 지수의 분포를 나타낸다. 전단결합강도와 마찬가지로 9개의 군을 3군씩 통계 분석을 시행하였다. 통계 분석 결과, 모든 경우에서 통계적으로 유의한 분포의 차이를 보이지 않았다.

IV. 총괄 및 고찰

교정용 브라켓 접착 시 적절한 결합 강도를 얻는 것은 교정치료에서 매우 중요한 부분이다. 접착 실패를 야기하는 대표적인 원인은 수분에 의한 오염이다[8]. 보통 접착제는 오염되지 않은 법랑질 표면에서 가장 높은 결합 강도를 보이지만 실제 임상 상황에서는 깨끗한 법랑질을 유지하기 힘든 경우가 종종 있다. 이러한 이유로 교정용 장치의 성공적인 접착을 위하여 수분이 존재하는 상황에서 사용 가능하도록 친수성 성분을 가지는 다양한 교정용 접착제가 개발되어 왔다. 그러한 교정용 접착제 중에는 MIP나 자가 부식 접착 시스템인 SEP가 있다.

이 연구에서는 CP, MIP, SEP를 사용하였을 때의 브라켓 전단결합강도를 비교하고 타액 오염 여부와 타액 오염 시기가 전단결합강도에 미치는 영향을 평가하였다.

연구의 재료로 인간의 치아를 대신하여 우치를 사용하였다. 소는 총 8개의 하악 절치와 24개의 상하악 구치를 가지고 있다. 우치를 사용한 이유는 단기간에 발치를 시행하고 시편을 제작하여 연구에 사용할 수 있기 때문에 치아의 보관 기간에 따른 오차를 줄일 수 있고, 치아의 조성 또한 인간의 법랑질과 비교하였을 때 유사하다는 장점이 있기 때문이다[13,14]. 우치를 연구에 사용할 경우엔 인간의 치아와 마찬가지로 유치와 영구치로 구분되기 때문에 이를 분류하여 사용하는 것이 연구에서 오차를 줄일 수 있다[16]. 또한 법랑질 표면에 균열이 있을 가능성이 있으므로 실험 전 이를 관찰하여 적절한 치아를 선별하여야 한다.

이 연구에서 평균 전단결합강도는 CP를 사용하고 타액 오염이 없던 IA군이 17.76 MPa로 가장 높은 값을 보였고, CP 도포 전 타액 오염이 있던 군이 8.51 MPa로 가장 낮은 값을 보였다. 이는 산부식 된 법랑질이 타액으로 오염 되면 소수성 프라이머의 침투를 방해하기 때문에 적절한 길이의 레진 태그 형성에 실패하고 이는 부족한 기계적 결합을 야기하기 때문이다[17]. 임상적으로 유용한 브라켓 결합 강도에 대한 이전의 여러 연구가 있는데, Reynold[18]의 연구에서는 임상적으로 요구되는 브라켓의 결합 강도는 5.9 - 7.8 MPa라고 하였고, Lalani 등[19]은 11.23 - 11.31 MPa가 적절한 전단결합강도라고 하였다. 이 결합 강도는 브라켓이 저작력과 교정력을 견딜 수 있는 최소한의 값이라고 하였다. 이러한 보고에 따르면 이 연구에서 모든 군의 전단결합강도는 임상적으로 유용한 값을 보이고 있다.

MIP를 사용한 군에서는 타액 오염이 없던 IA군의 경우가 타액 오염이 있던 IIB, IIC군에 비하여 높은 결합 강도를 가졌지만 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. MIP는 종래의 프라이머에 에탄올 용매, 물, HEMA와 같은 친수성 물질을 첨가하여 수분의 오염을 극복하기 위해 개발된 교정용 프라이머이다. 상아질 접착제를 기반으로 만들어 졌으며 산부식 전처리가 필요한 제 5세대 접착시스템에 해당된다[8,20]. 연구 결과, MIP를 사용한 군에서는 타액 오염 여부가 심각한 결합 강도의 감소를 초래하지 않았다. IA군과 IIA군을 비교한 결과, 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 CP를 사용한 군에서 더 높은 전단결합강도를 보였다. 이러한 결과로 볼 때 타액 오염을 완벽히 차단할 수 있는 환경에서는 MIP보다는 CP를 사용하는 것이 더 높은 결합 강도를 얻을 수 있으므로 유리하다. 그러나 타액 오염이 일어날 수 있는 환경에서는 MIP를 사용하면 결합 강도의 유의미한 저하 없이 적절한 결합 강도를 얻을 수 있을 것으로 보인다.

이 연구에서 사용된 SEP는 원래 수복영역에서 상아질 접착제로서 개발되었다[10]. Transbond Plus SEP는 교정용으로 개발된 SEP이다. Methacrylated phosphoric acid esters를 주성분으로 하며, Phosphoric acid와 Methacrylate group이 한 분자로 결

합되어 연속적으로 산부식과 전처리를 수행한다. Methacrylate group은 치아 표면에서 부식된 법랑질 소주 내로 침투하여 복합 레진과 공중합을 이루며 프라이밍 작용을 수행한다[21]. SEP는 친수성을 가지고 있지만 과도한 수분으로 오염된 환경에서는 결합 강도가 저하된다고 알려져 있다[22,23]. 이 연구에서 사용된 Transbond Plus SEP는 재료의 안정성을 위하여 2개의 pack을 갖는 형태로 제작되었으며 적용 전에 함께 혼합되어 사용된다.

통상적인 산부식 과정을 통한 브라켓 접착시와 SEP를 사용한 경우를 비교한 이전의 연구에서, SEP를 사용한 경우가 유의성 있게 낮은 결합 강도를 보였다[23]. 이는 이 연구 결과와 유사하다. Bishara[24]는 교정용 SEP를 인간의 치아에 적용한 연구에서 5.9 ± 2.7 MPa의 결합 강도를 얻었으며 이 값은 기존의 산부식법과 비교하여 다소 낮은 강도이다. Kim 등[25]은 치면이 증류수와 인공 타액으로 오염된 상황에서 SEP 적용 시 각각 16.20 ± 3.85 , 14.50 ± 3.42 MPa의 결합 강도를 보여 수분 오염 시에도 임상적으로 유용한 값을 보인다고 밝혔다. 이 연구에서는 SEP를 사용한 군은 타액 오염과 관계없이 거의 유사한 결합 강도를 보였다. 이러한 결과로 볼 때, 타액 오염을 막을 수 없는 경우에선 SEP의 사용이 더 유리한 것으로 보인다. 그러나 타액 오염이 없는 경우에는 CP를 사용하였을 때가 현저하게 높은 값을 보이므로 적절한 상황을 선별해서 사용해야 할 것이다.

접착 단계에서 타액 오염이 발생하는 시기에 따라서 접착력이 감소하는 정도가 다르다고 알려져 있다[12,26]. 타액은 다량의 수분과 수종의 단백질로 구성되어 있고, 타액 속 과량의 수분이나 다양한 당단백질과 같은 물질은 상아질 표면에 부착하거나 상아 세관 내 흡착되어 접착성 수복재의 접착을 방해하는 인자로 작용한다. 다른 접착 단계보다 접착제 중합 전에 인공 타액의 오염이 발생하였을 때가 접착제의 결합 강도에 더 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 여러 연구 결과가 존재한다. 이는 법랑질의 미세다공성 구조로 충분히 프라이머가 침투하지 못하면서 발생한다. 프라이머 적용 후에 타액에 오염된 경우, 수분과 단백질이 접착제와 레진 사이의 공중합을 방해하여 결합 강도가 낮아지게 된다. Webster 등[27]은 친수성 프라이머 사용시 프라이머 적용 후 오염이 일어난 군이 프라이머 적용 전 오염이 일어난 군에 비해 낮은 결합 강도를 보인다고 하였다[28]. 또 다른 연구에서 Cacciafesta 등[29]의 연구에서는 이와 반대되는 결과를 보였다. 이 연구에서는 CP를 사용한 경우는 프라이머 적용 전 타액 오염이 일어난 군이 프라이머 적용 후 타액 오염이 일어난 군에 비하여 낮은 결합 강도를 보였으며 MIP와 SEP를 사용한 군에서는 프라이머 도포 전 타액 오염이 일어난 군이 미미하지만 더 높은 결합 강도를 보였다. 그러나 모든 프라이머에서 타액 오염 시기는 결합 강도의 유의한 차이는 보이지 않았다.

접착제 잔류 지수를 평가하였을 때, 가장 높은 평균 결합강도를 보인 IA군에서 더 높은 점수가 많이 관찰되었다. 이는 이전의 여러 연구 결과와 일치하며, 치면과 높은 결합 강도를 보일 때 접착 레진의 파절이 레진과 브라켓 계면 사이에서 더 많이 일어난다는 것을 의미한다[17,28]. 그러나 통계적으로 유의한 정도의 분포 차이는 보이지 않았다.

이 연구는 생체 외 연구이며 타액의 구성성분을 표준화하기 위하여 인공 타액을 사용하였다. 그러나 인공 타액과는 다르게 실제 사람의 타액에는 수종의 단백질이 포함되어 있으며, 사람마다 다양한 성상의 타액을 가지고 있기 때문에 이러한 생체 외 연구 결과와 실제 구강내의 타액 오염의 영향은 일치하지 않을 수 있다. 추가적으로 브라켓을 접착하는 중에 타액에 의한 오염이 일어났을 때, 오염을 제거하는 방법과 접착 단계를 어느 단계부터 다시 시행하는 것이 효율적인지에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

이 연구에서는 CP가 MIP, SEP보다 타액 오염에 의해 전단결합 강도가 유의하게 낮아지는 결과를 보여주었다. SEP는 타액 오염이 있는 경우에는 CP보다 더 높은 전단결합강도를 가지지만 건조한 환경에서는 유의하게 낮은 값을 보이므로 적절한 상황에서 선별하여 사용하는 것이 필요하다. MIP는 건조한 환경에서 CP와 유사한 전단결합강도를 가지며 타액 오염에도 덜 취약하다는 결과를 보여주었다. 그러므로 소아 청소년의 교정에서 수분의 격리가 어려운 상황에서는 CP보다 MIP의 사용이 더 유용할 것으로 사료된다.

V. 결 론

이 연구에서는 CP, MIP, SEP를 이용한 브라켓 전단결합강도를 측정하고 비교하였으며 타액의 오염이 전단결합강도에 미치는 영향에 대해서도 조사하였다.

타액 오염이 없는 환경에서 CP는 MIP와 SEP에 비하여 높은 전단결합강도를 보이지만 프라이머 도포 전 후 타액 오염이 있는 상황에서 CP는 통계적으로 유의한 전단결합강도의 저하를 보인다. MIP와 SEP를 사용한 경우에는 프라이머 도포 전 후 타액 오염이 있는 경우에 약간의 전단결합강도의 저하를 보인다. 그러므로 타액의 오염에 취약한 상황에서는 MIP 또는 SEP의 사용이 브라켓 전단결합강도의 저하를 방지하기 위하여 유용할 것으로 보인다.

References

1. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM : Contemporary ortho-

- dontics, 5th ed. Mosby, St. Louis, 397-402, 2012.
2. Xie J, Powers JM, McGuckin RS : In vitro bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. *Dent Mater*, 9:295-299, 1993.
 3. Benderli Y, Gökçe K, Büyükgökçe S : In vitro shear bond strength of adhesive to normal and fluoridated enamel under various contaminated conditions. *Quintessence Int*, 30:570-575, 1999.
 4. Park CW, Cha KS, Lee JW : Shear bond strength of orthodontic bracket with hydrophilic primer. *Korean J Orthod*, 32:293-300, 2002.
 5. Silverstone LM, Hicks MJ, Featherstone MJ : Oral fluid contamination of etched enamel surfaces: an SEM study. *J Am Dent Assoc*, 110:329-332, 1985.
 6. Itoh T, Fukushima T, Miyazaki K, *et al.* : Effect of water, saliva, and blood contamination on bonding of metal brackets with 4-META/MMA/TBB resin to etched enamel. *Am J Dent*, 12:299-304, 1999.
 7. Zachrisson BJ : A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod*, 71:173-189, 1977.
 8. Grandhi RK, Combe EC, Speidel TM : Shear bond strength of stainless steel orthodontic brackets with a moisture-insensitive primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 119:251-255, 2001.
 9. Rajagopal R, Padmanabhan S, Gnanamani J : A comparison of shear bond strength and debonding characteristics of conventional, moisture-insensitive, and self-etching primers in vitro. *Angle Orthod*, 74:264-268, 2004.
 10. Chigira H, Koike T, Hyakawa T, *et al.* : Effect of the self etching dentin primers on the bonding efficacy of a dentin adhesive. *Dent Mater J*, 8:86-92, 1989.
 11. Abo T, Uno S, Sano H : Comparison of bonding efficacy of an all-in-one adhesive with a self-etching primer system. *Eur J Oral Sci*, 112:286-292, 2004.
 12. 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.
 13. Smith HZ : Comparison of orthodontic bracket bond strengths: human vs bovine enamel. *J Dent Res*, 55:B153, 1976.
 14. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T : Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res*, 62:1076-1081, 1983.
 15. Årtun J, Bergland S : Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod*, 85:333-340, 1984.
 16. Sato I, Sunohara M, Sato T, *et al.* : Comparison between deciduous and permanent incisor teeth in morphology of bovine enamel. *Okajimas Folia Anat Jpn*, 76:131-135, 1999.
 17. Justin RM, Paranthaman H, Ranganath LM, *et al.* : Effect of salivary contamination on the bond strength of total-etch and self-etch adhesive systems: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract*, 13:655-660, 2012.
 18. Reynold IR : A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod*, 2:171-178, 1975.
 19. Lalani N, Foley TF, Mamandras A, *et al.* : Polymerization with the argon laser: curing time and shear bond strength. *Angle Orthod*, 70:28-33, 2000.
 20. Littlewood SJ, Mitchell L, Wood DJ, *et al.* : Investigation of a hydrophilic primer for orthodontic bonding: an in vitro study. *J Orthod*, 27:181-186, 2000.
 21. Nam EH, Yoon YA, Kim IK : Change in shear bond strength of orthodontic brackets using self-etching primer according to adhesive types and saliva contamination. *Korean J Orthod*, 35:433-442, 2005.
 22. Knobloch LA, Gailey D, Kerby RE, *et al.* : Bond strengths of one- and two-step self-etch adhesive systems. *J Prosthet Dent*, 97:216-222, 2007.
 23. Haller B : Recent developments in dentin bonding. *Am J Dent*, 13:44-50, 2000.
 24. Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Laffoon JF : Comparison of the shear bond strength of 2 self-etching primer/adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 125:348-350, 2004.
 25. Kim YS, Lee HS, Kim JG, *et al.* : The effect of contamination on bonding of orthodontic brackets with a self-etching primer/adhesive. *Korean J Orthod*, 34:439-447, 2004.
 26. Fakhri M, Seraj B, Hooshmand T, *et al.* : Effect of salivary contamination on microleakage of resin composites placed with a self-etch adhesive in primary teeth: an in vitro study. *Pediatr Dent*, 31:334-339, 2009.
 27. Webster MJ, Nanda RS, Sinha PK, *et al.* : The effect of saliva on shear bond strengths of hydrophilic bonding system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 119:54-58, 2001.
 28. Darabi F, Tavangar M, Davaloo R : Effect of different decontamination procedures from a saliva-contaminated cured bonding system (Single Bond). *Dent Res J (Isfahan)*, 9:399-403, 2012.
 29. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Klersy C, *et al.* : Use of a self-etching primer in combination with a resin-modified glass ionomer: effect of water and saliva contamination on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 124:420-426, 2003.

국문초록

Moisture Insensitive Primer와 Self-Etching Primer를 사용한 교정용 브라켓 접착 시 타액오염이 전단결합강도에 미치는 영향 비교

오윤정 · 오소희

한림대학교 의과대학 한림대학교성심병원 소아치과학교실

이 연구의 목적은 브라켓 부착 시 Conventional primer (CP), Moisture insensitive primer (MIP), Self-etching primer (SEP)을 사용하였을 때의 전단결합강도를 비교하고, 타액 오염 여부와 타액 오염의 시기가 전단결합강도에 미치는 영향을 평가하는 것이다.

총 135개의 소의 하악 절치가 연구에 사용되었다. 시편은 I, II, III 3개의 군으로 나누어 CP, MIP, SEP를 사용하여 브라켓을 부착하였다. 각 군은 3개의 하위군으로 나누어져서 타액 오염이 없는 군, 타액 오염 후 프라이머를 도포한 군, 프라이머 도포 후 타액 오염이 있는 군으로 설정하고 전단결합강도를 측정하였다.

연구 결과, 건조한 환경에서 전단결합강도는 CP, MIP, SEP의 순서로 높게 나타났다. CP는 타액 오염이 있는 경우에는 유의한 전단결합강도의 저하를 보였다. MIP, SEP를 사용한 경우에는 프라이머 도포 전 후 타액 오염이 있는 경우에 약간의 전단결합강도의 저하를 보였지만, 건조한 환경에서와 비교하여 유의한 차이는 보이지 않았다.

따라서 브라켓 접착 시 타액의 격리가 힘든 상황에서는 MIP 또는 SEP의 사용이 브라켓 전단결합강도의 저하를 방지하기 위하여 유용할 것으로 보인다.