

Effect of Different Types of Bonding Agent and Application Methods on Shear Bond Strength of Orthodontic Bracket

Jaehee Lee, Jongsoo Kim

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Dankook University

Abstract

Attachment of the orthodontic bracket conducted during the window opening procedure can result in failure due to various adverse conditions such as blood or saliva contamination, or other wet conditions. For the success of the bracket attachment, reduction of total operation time is crucial. The purpose of this literature is to evaluate the differences between the final resultant shear bond strength of the conventional method of using phosphoric acid and self-etching primer, and that of the operation time-reduced method in which the curing step is omitted subsequent to the primer application.

A total of 40 human maxillary incisors were prepared. Group I (control group) and II were etched with 37% phosphoric acid and Group III and IV were conditioned with self-etching primer. Attachment of the group I and III was conducted by manufacturer's instructions. The operation time of Group II and IV was reduced by eliminating the curing step after the primer application. The resultant shear bond strength of each group was measured and an adhesive remnant index (ARI) was recorded.

The mean shear bond strength of group I, II, III, and IV were 14.16 MPa, 8.33 MPa, 8.29 MPa, and 6.48 MPa respectively. Significant differences could only be found between the control group and the experimental groups ($p < 0.05$). The ARI indicated no significant difference among all groups.

Key words : Shear bond strength, Orthodontic bracket, Self-etched bonding system, Conventional bonding system

I. 서 론

유치열기에서 혼합 치열기, 그리고 영구치열기로 교환되는 소아, 청소년 환자에서 종종 맹출 장애를 관찰할 수 있다. 이런 맹출 중 매복치의 발생빈도는 4.9 - 16.7%로 상악 견치, 하악 제2 소구치, 상악 측절치 순으로 호발한다고 보고되고 있다[1-4]. 이를 치료하기 위해 여러가지 치료 방법을 고려하게 되며 그 중에서 교정력을 이용한 매복치의 맹출 유도를 시행하여 치아

를 정상 맹출로 도달할 수 있도록 한다. 이때 개창술(Window opening)로 치면을 노출시킨 후 교정용 브라켓 부착을 시행하게 된다.

개창술 후 교정용 브라켓을 부착할 때 혈액 오염, 타액 오염, 습윤 상태 등의 오염이 일어나며 이는 부착 실패의 원인이 된다. 이런 오염은 산부식, 프라이머 도포 전후 어느 과정에서 일어날 수 있으며 Zachrisson[5]에 의하면 오염이 접촉 실패의 중요한 원인이라고 하였다. 그로 인한 재부착 과정은 진료시간 증가 및

Corresponding author : Jongsoo Kim

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Dankook University, 119, Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan, 31116, Republic of Korea

Tel: +82-41-550-0223 / Fax: +82-41-551-1935 / E-mail: jskim@dku.edu

Received April 26, 2017 / Revised July 10, 2017 / Accepted June 26, 2017

※The present research was conducted by the research fund of Dankook University in 2017.

추가비용 소요 등의 불이익을 초래할 수 있어 장기적으로 치료 결과에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

교정용 브라켓의 접착은 레진접착제를 이용하는 '산부식-수세-접착'의 5세대 접착제를 가장 많이 이용하며 이는 법랑질 프리즘 사이에 작은 구멍으로 접착제가 법랑질 표면으로 침투할 수 있도록 하여 생긴 기계적인 결합을 기초로 한다[6]. 하지만 인산을 이용한 레진 접착제를 이용할 경우 치아 탈회 및 우식 가능성 및 치면을 완전 건조해야 하므로 술식이 복잡하고 임상적 단계가 많아 시간이 많이 걸리는 단점이 있다[7]. 또한 레진 접착제 제거 시 법랑질 손상 가능성이 있으며 Wichwire과 Rentz[8]에 의하면 인산을 이용한 산부식은 10 - 30 μ m의 법랑질을 탈회시킨다고 하였다.

이러한 점 때문에 다른 접착 시스템인 자가 산부식 접착 프라이머(self-etching primer)가 전통적인 산부식법을 대체하기 위해 개발되었으며 수세와 건조 등 복잡한 과정을 생략할 수 있어, 접착 술식 중 일어날 수 있는 시간 및 오차를 줄이는 장점을 가진다. 산성 프라이머는 주성분인 methacrylated phosphoric acid ester로 산 성분이 도말층을 녹여 교원 섬유와 수산화인회석 결정을 피막화하여 단량체 침투와 함께 중합이 되어 접착이 가능하게 한다. 하지만 여러 연구에 의하면 산부식 접착 시스템보다 결합 강도가 약하다고 하였다[9,10]. 그러나 Bishara 등[11,12]에 의하면 자가 산부식 접착 시스템을 사용하면 부식의 깊이는 감소시키면서 임상적으로 유의한 결합 강도를 유지한다고 보고하였다.

광중합 시스템은 교정용 브라켓의 효과적인 접착을 위하여 적절하고 충분한 빛을 전달하여야 한다. 치과용 접착제가 불충분하게 중합된 경우, 물리적 특성이 저하되어 장치의 탈락이 일어날 수 있다[13,14]. 하지만 개창술 시행 시 광중합하는 동안 여러 오염이 일어나는 것을 흔히 관찰할 수 있어 임상에서 얇게 도포되는 프라이머의 광중합 시간을 줄이거나 생략하고 바로 접착 레진과 함께 광중합 하는 경우를 더러 관찰할 수 있다. 하지만 이러한 과정의 생략이 정출력에 견딜 수 있는 전단 결합 강도를

가지는지에 대해서 연구는 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구에서 산부식 레진 접착 시스템과 자가 산부식 접착 시스템을 이용하여 전단 결합 강도를 평가해보고, 접착 과정 중에서 프라이머 도포 후의 광중합 단계를 생략하여 시간 절약한 경우, 전단 결합 강도에 미치는 영향에 대해서 평가해보고자 한다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

법랑질의 파절과 결손 부위가 없으며 우식이나 충전물이 없는 발거된 사람의 상악 전치부 40개 치아의 협면을 대상으로 하였다. 교정용 브라켓은 곡면이 있는 mesh 형태의 하면으로 직경 3.5 mm의 교정용 버튼(Tomy, Japan)을 사용하였다. 접착제로는 광중합형 교정용 레진 접착제로 Transbond™ XT(3M Unitek, USA)을 이용 하였으며, 산부식에는 37% 인산(3M, USA)을, 프라이머는 제조회사에서 권장하는 Transbond™ XT Light cure Adhesive primer(3M Unitek, USA)와 Transbond™ Plus Self Etching primer(3M Unitek, USA) 두가지를 이용하였다(Table 1). 광중합기는 Elipar FreeLight2(3M ESPE, USA)을 사용하였으며 치아 10개마다 Radiometer(dentAmerica, USA)를 사용하여 광원의 조도를 일정하게 유지하였다.

2. 연구 방법

1) 대상 치아의 준비 및 시편 제작

치아 표면에 있는 이물질 및 유기 물질을 스케일러로 제거한 후 불소가 포함되지 않은 퍼미스와 저속 핸드피스에 부착된 러버컵을 이용하여 세척하였다. 고속 핸드피스를 이용하여 치경부 치근 1/3만 남기고 치근을 절단한 후 실온의 멸균 증류수에 보관하였다.

Table 1. Materials used in this study

	Materials	Manufacture
Resin	Transbond™ XT	3M Unitek, USA
Primer	Transbond™ XT Light cure Adhesive primer	3M Unitek, USA
	Transbond™ Plus Self Etching primer	3M Unitek, USA
Etchant	Scotchbond™ Universal Etchant	3M/ESPE, USA

일정한 시편 제작을 위하여 123Design(Autodesk®, USA) 프로그램을 이용하여 가로 22.7 mm, 세로 17.3 mm, 높이 12 mm의 주형을 디자인하여 3D 프린터(DELTA KIT 250, S3D, KOREA)를 이용하여 Poly lactic acid 필라멘트로 주형을 제작하였다(Fig. 1, 2). 준비된 치아를 주형에 순면만 보이게 아크릴릭 레진으로 매몰을 시행하였다. 매몰 후에는 레진 경화열을 분산시키기 위해 차가운 증류수에 담귀 충분히 경화가 일어날 수 있도록 30분간 보관하였다. 매몰 후에 직경 4.5 mm 이상의 평면이 만들어질 때까지 순차적으로 320, 600, 1200 grit 실리콘 카바이드 페이퍼로 연마하였다. 그 후 치아의 탈수를 막기 위해 실온의 멸균 증류수에 보관하였다.

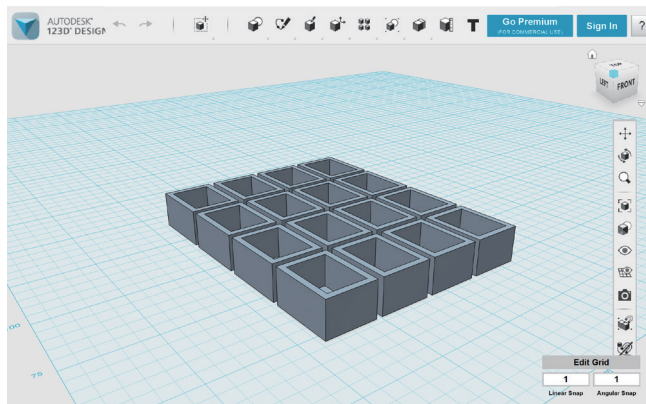


Fig. 1. Mold design for 3D printing with 123Design.

2) 실험군의 분류

각 군당 10개씩 무작위로 선별하여 4개의 군으로 나누어 다음과 같은 방법으로 진행하였다(Table 2).

I 군은 대조군으로 전통적인 레진 접착제를 이용하여 부착하였고 Transbond™ XT Light cure Adhesive primer을 사용한 I 군과 II 군은 37% 인산으로 30초간 산부식을 하고 20초간 세척을 한 후 프라이머 적용을 하였다. Transbond™ Plus Self Etching primer을 사용한 III 군과 IV 군은 20초간 치면 세척 후에 프라이머 적용을 하였다. I 군과 III 군은 제조사의 지시대로 부착을 시행하였으며, II 군과 IV 군은 제조사의 지시사항보다 한 단계를 줄여 프라이머 도포하고 광중합 단계를 생략하고 바로 교정용 브라켓을 부착 후 광중합을 시행하였다. 타이머를 이용하여 각 군마다 걸리는 평균 시간을 측정하였다(Table 3).

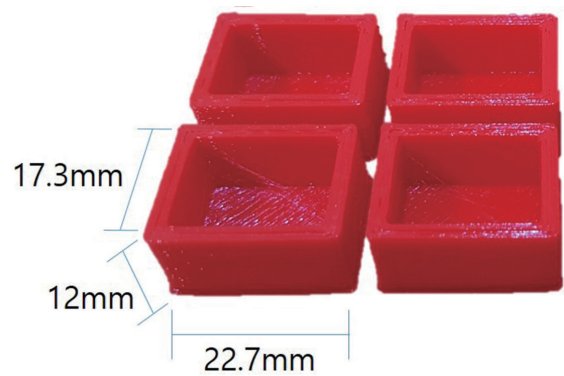


Fig. 2. Poly lactic acid mold.

Table 2. Classification of control and experimental groups by bonding system

Group (N=10)	Bonding system
I	Etchant + Transbond™ XT Light cure Adhesive primer + Light curing
II	Etchant + Transbond™ XT Light cure Adhesive primer
III	Transbond™ Plus Self Etching primer + Light curing
IV	Transbond™ Plus Self Etching primer

Table 3. Application protocol in this study

Group (N=10)	Etching	Rinsing/Dry	Primer	Curing	Button bonding & curing	Total time (sec)
I	30	20 / 5	3	20	25	103
II	30	20 / 5	3		25	83
III			3	20	25	48
IV			3		25	28

3) 열순환 과정 및 보관

완성된 시편을 열순환기(Thermocycling machine, 동경기연, Japan)를 이용하여 5°C와 55°C에서 각각 30초동안 적용하는 방법으로 총 500회의 열순환 과정을 시행하였다. 열순환 시행 후 24시간 동안 상온의 증류수에 보관하였다.

4) 전단 결합 강도의 측정

치아 순면과 버튼 부착 계면이 crosshead의 장축과 평행이 되도록 시편을 고정시킨 후 만능 시험기(Kyung-Sung Testing Machine Co., KOREA)를 이용하여 50 kgF load cell로 cross-head speed 1 mm /min의 조건으로 버튼이 떨어질 때까지의 최고 하중을 측정한 후 이 측정치를 브라켓 면적(9.62 mm²)으로 나누어 MPa (N/mm²)로 환산하였다(Fig. 3).

5) 접착 파절 형태의 관찰

접착 파절 후 교정용 브라켓에 남아 있는 접착제를 광학 현미경을 이용하여 10배 배율로 관찰하여 접착제가 남아 있는 양상을 Årtun과 Bergland[28]의 접착제 잔류지수(Adhesive Remnant Index, ARI)를 이용하여 기록하였다.

- Score 0: 치면에 접착제가 남아있지 않은 경우
- Score 1: 치면에 접착제가 1/2 이하 남아있는 경우
- Score 2: 치면에 접착제가 1/2 이상 남아있는 경우
- Score 3: 치면에 모든 접착제가 남아있는 경우

3. 통계 분석

통계 처리는 SPSS 프로그램(Version 17.0, SPSS Inc., USA)을 사용하여 측정된 전단 결합 강도와 접착제 잔류 지수의 분석을 위하여 Kruskal-Wallis test로 유의성 검증 후 Mann-Whitney test로 사후 검정을 시행하였다($p < 0.05$).

Ⅲ. 연구 성적

총 40개의 시편을 대상으로 만능 시험기를 이용하여 측정된 각 군의 평균 전단 결합 강도는 I군, II군, III군, 그리고 IV군 순으로 높은 전단 결합 강도를 나타냈다(Fig. 4). 평균 전단 결합 강도는 대조군인 I군과 실험군간에만 유의차가 있었다($p < 0.05$) (Table 4).

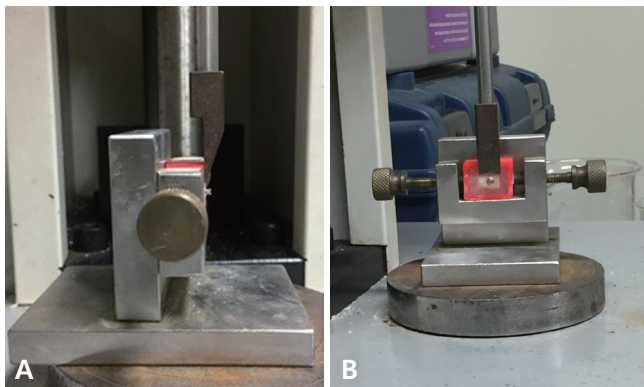


Fig. 3. Testing machine for measuring the shear bond strength.

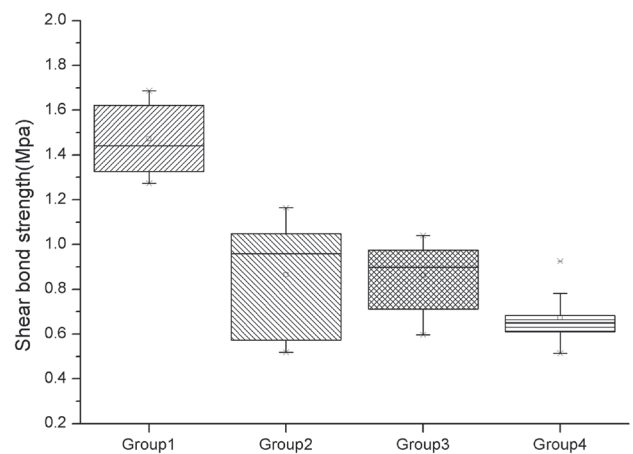


Fig. 4. Comparison of shear bond strength of each group.

Table 4. Mean shear bond strength and Statistical comparison of each groups

Group	I	II	III	IV
Mean ± SD (MPa)	14.16 ± 1.42 ^a	8.33 ± 2.40 ^b	8.29 ± 1.46 ^b	6.48 ± 1.08 ^b

Mann-Whitney test (* : $p < 0.05$)

(a, b : The same character means no statistical difference ($p < 0.05$)).

Table 5. Adhesive Remnant Index (ARI) and Mean score

Score \ Group	I	II	III	IV
0	1	5	3	4
1	1	1	2	2
2	3	1	0	1
3	5	3	5	3
Mean score	2.2	1.2	1.7	1.3

접착 파절의 형태는 II군이 ARI 지수가 평균 1.2로 접착제가 치면에 남아있지 않은 경우가 가장 많았으며 IV군이 1.3, III군이 1.7이었으며, I군이 2.2으로 치면에 남은 경우가 가장 많았다 (Table 5). 또한 모든 군에서 ARI 지수간 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

개창술 시행 후 교정적 치아 견인을 위한 교정용 브라켓 접착 시 오염에 의한 접착 실패가 많이 일어나게 되며, 임상에서 완벽한 접착 환경이 이루어지는 경우는 흔하지 않다. 그러므로 접착 시간의 감소는 접착 성공의 가능성을 높여주며 이는 실험 단계의 감소 및 광중합 방식의 변화 그리고 다양한 접착 시스템의 사용 등으로 감소 시켜줄 수 있다.

접착 시스템은 1955년 Buonocore의 산부식 개발부터 시작해서 1965년 Newman의 에폭시 레진을 이용한 교정용 브라켓의 직접 부착법의 개발을 거쳐서 50년간 접착 시스템은 다양하게 변화하고 있다[15,16]. 그 중에서 가장 흔히 사용하는 것은 전통적인 접착 시스템으로 3개의 다른 제재인 법랑질 컨디셔너, 프라이머, 접착 레진을 사용하는 것이며, 또 다른 접착 시스템으로는 산성 프라이머를 법랑질과 상아질에 적용하여 컨디셔닝과 프라이밍을 한꺼번에 시행하는 시스템이 있다[17,18].

본 연구의 목적은 다양한 접착 시스템 적용 및 접착 단계 변화로 접착 시간을 감소시켜주었을 때 임상적으로 유용한 결합 강도를 가지는지 알아 보는 것이다. 임상적으로 유용한 결합 강도는 Reynolds[19]에 의하면 6 - 8 MPa이 적절하다고 하였으며, Knoll 등[20]은 7 MPa이 적절하다고 하였다. Meehan 등과 Lalani 등[21,22]의 연구에서는 11.23 - 11.31 MPa 사이가 적절하다고 하였으나 최근의 레진 접착제를 사용한 연구에서 6 - 9 MPa 사이의 결과가 적절하다고 하였다[23-25]. 오히려 13.5 MPa 이

상의 결합 강도는 치질의 손상을 가져올 수 있으므로 주의해야 한다는 보고도 있었으나 사용한 접착제의 종류, 사용한 브라켓 및 브라켓 기저부의 디자인, 부식에 따른 법랑질의 저항력 등과 같은 다양한 요소가 교정용 브라켓의 결합 강도를 좌우하기 때문에 이러한 기준들이 다양하게 나타난다[26].

본 연구에서 평균 결합 강도는 I군은 14.16 MPa, II군은 8.33 MPa, III군은 8.29 MPa 그리고 IV군은 6.48 MPa로 모든 군에서 임상적으로 적절한 결합 강도를 나타내었다. 또한 대조군이 유의하게 높은 결합강도를 나타내어 인산을 이용한 산부식을 한 군에서 유의하게 전단 결합 강도가 높은 것을 알 수 있었다. 또한 II군이 III군보다 더 높은 평균 전단 결합 강도 수치가 나왔으나 유의차가 없었으며 II군이 III군 보다 표준 편차가 큰 것으로 보아 III군이 II군에 비해 일정한 전단 결합 강도를 가지는 것을 알 수 있었다. 이는 II군의 방법을 적용할 때 브라켓이 미끄러지는 경향이 있어 그만큼 오류가 일어난 것으로 사료된다.

인산 부식을 한 그룹, 자가 산부식 프라이머를 적용한 그룹, 그리고 레진 강화형 글래스 아이오노머 접착제를 적용한 그룹을 비교한 남 등[27]의 연구에 의하면, 자가 산부식 프라이머를 사용하여 접착한 군의 전단 결합 강도는 전통적인 산부식 레진 접착 방식을 사용하여 접착한 군에 비해 낮았으나 통계적으로 유의한 차이가 없다고 하였다. 하지만 젖은 치면에 적용하였을 때, 전통적인 산부식 레진 접착 방법을 이용한 집단의 전단 결합 강도는 급감한 반면에 자가 산부식 프라이머를 처리한 집단에서는 비교적 높은 전단 결합 강도를 보였으며, 오히려 더 큰 전단 결합 강도가 관찰된다고 하였다. 또한 타액 오염이 있을 경우, 접착제의 종류와 관계없이 자가 산부식 프라이머를 사용한 군이 일반적인 전처리 군에 비해 높은 전단 결합 강도를 보였다고 하였다. 즉, 수술의 환경에서 방습이 잘 되지 않을 경우 자가 산부식 접착 시스템의 사용을 고려할 수 있다고 하였다.

ARI 지수는 Årtun과 Bergland[28]에 의해 고안된 것으로

Mona[29]에 의하면 주관적이기 때문에 원래의 시스템을 수정하거나 새로운 양적인 방법을 개발하려는 많은 시도가 있었으나 ARI는 빠르게 관찰할 수 있고, 간편하기 때문에 수년 동안 가장 자주 평가되는 점수 중 하나로 평가되고 있다. 평균 ARI 지수는 통계적으로 유의미하지는 않지만 I군, III군, IV군, 그리고 II군 순으로 높은 결과가 나왔다. ARI 지수가 높은 I군이 치면에 레진이 많이 남아 있어 그만큼 치면과 레진 사이에 접착력이 크다는 것을 의미하지만, 추후에 치면에서 레진 제거 시 어려우며, 법랑질 손상이 더 많이 일어날 수 있다. 반면에 ARI 지수가 낮은 II군의 경우에는 치면과 레진 사이에 접착력은 약하지만 추후 레진 제거가 용이하다.

이 연구의 한계점은 완벽한 접착 환경 하에 시행하였기 때문에 수술 시의 구강내 습도, 온도, 산도, 그리고 접착 스트레스를 재현하기 힘들어 실제 임상 결과와 다를 수 있다. 또한 치아 보관 용액의 차이로 실제 타액의 환경과 다르다는 점이 있으며 시편에 교정용 브라켓 부착 시 적용하는 부착 강도가 실제 구강 내에서 부착 강도가 다를 수 있어 여러 오차를 만들 수 있으므로 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 산부식 레진 접착 시스템(I군)과 자가 산부식 접착 시스템(III군)을 이용하여 전단 결합 강도를 평가하고 접착 과정에서 프라이머 도포 후의 광중합 단계를 생략하여 시간 절약한 경우(II, IV군) 전단 결합 강도를 평가한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

전통적인 산부식 레진 접착 시스템(I군)을 이용하였을 경우 가장 높은 전단 결합 강도를 나타내었으며 다른 실험군(II, III, IV군)들과 유의차가 있었다($p < 0.05$). 하지만 단계를 줄여 산부식 레진 접착 시스템을 적용한 군(II군)과 자가 산부식 접착 시스템을 적용한 군(III군)에서 비슷한 전단 결합 강도를 보였으며 임상적으로 유용한 접착 강도를 나타내었다. 단계를 줄인 자가 산부식 접착 시스템(IV군)은 가장 낮은 전단결합강도를 보였으나 임상적으로 유용한 접착 강도를 보였다. ARI 지수는 II군이 가장 낮게 나왔고, I군이 가장 높게 나왔으나 모든 군에서 ARI 지수간 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

References

1. Kaban LB, Needleman HL, Hertzberg J : Idiopathic failure of eruption of permanent molar teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 42:155-163, 1976.

2. Burch J, Ngan P, Hackman A : Diagnosis and treatment planning for unerupted premolars. *Pediatr Dent*, 16:89-95, 1994.
3. Rui Hou, Liang Kong, Guicai Liu, *et al.* : Investigation of Impacted Permanent Teeth Except the Third Molar in Chinese Patients Through an X-Ray Study. *J Oral Maxillofac Surg*, 68:762-767, 2010.
4. Shah RM, Boyd MA, Vakil TF : Studies of permanent tooth anomalies in 7,886 Canadian individuals. : Impacted teeth. *J Can Dent Assoc*, 44:262, 1978.
5. Zachrisson BU : A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 71:173-189,1977
6. Proffit WR, Fields Jr HW. Contemporary orthodontics. 3rd edition. St Louis. Mosby, p.385-416, 2000.
7. McCarthy MF, Hondrum SO : Mechanical and bond strength properties of light cured and chemically cured glass ionomer cements. *AM J Ortho Dentofacial Orthop*, 105:135-141, 1994.
8. Wickwire NA, Rentz D : Enamel pretreatment: a critical variable in direct bonding systems. *Am J Orthod*, 64:499-55, 1973.
9. Bishara SE, Von Wald L, Laffoon JF, Warren JJ : Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 119:621-4, 2001.
10. Miller RA : Laboratory and clinical evaluation of a self-etching primer. *J Clin Orthod*, 35:42-5, 2001.
11. Bishara SE, Gordon W : Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *AM J Orthod Dentofac Orthop*, 114:243-7, 1998.
12. Bishara SE, Gordon W, Vonwald L, Jakobsen JR : Shear bond strength of compsite, glass ionomer and acidic primer adhesive system. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 115:24-8, 1999.
13. Bagis YH, Rueggeberg FA : The effect of post-cure heating on residual, unreacted monomer in a commercial resin composite. *Dent Mater*, 16:244-247, 2000.
14. Imazato S, Torii M, Russell RR, *et al.* : Incorporation of bacterial inhibitor into resin composite, *J Dent Res*, 73:1437-1443, 1994.
15. Buonocore MG : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34:849-53, 1955.
16. Newman GV : Epoxy adhesives for orthodontic attach-

- ments-progress report. *Am J Orthod*, 51:901-12, 1965.
17. Chigira H, Koike T, Hyakawa T, *et al.* : Effect of the self-etching dentin primers on the bonding efficacy of dentine adhesive. *Dent Mater J*, 8:86-92, 1989.
 18. Nishida K, Yamauchi J, Wada T, Hosoda H : Development of a new bonding system. *J Dent Res*, 72:137, 1993.
 19. Reynold IR : A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod*, 2:171-8, 1975.
 20. Knoll M, Gwinnet AJ, Wolf MS : Shear strength of brackets bonded to anterior and posterior teeth. *Am J Orthod*, 89:476-9, 1986.
 21. Meehan MP, Foley TF, Mamandras AH : A comparison of bond strength of two glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 115:125-32, 1999.
 22. Lalani N, Foley T, Mamandras AH, *et al.* : Polymerization with the argon laser: curing time and shear bond strength. *Angle Orthod*, 70:28-33, 2000.
 23. Sunna S, Rock WP : Clinical performance of orthodontic brackets and adhesive systems: a randomized clinical trial. *Br J Orthod*, 25: 283-7, 1998.
 24. Cal-Neto JP, Miguel JA, Zanella E : Effect of a self-etching primer on shear bond strength of adhesive precoated brackets in vivo. *Angle Orthod*, 76:127-31, 2006.
 25. Turk T, Elekdag-Turk S, Isci D : Effects of self-etching primer on shear bond strength of orthodontic brackets at different debond times. *Angle Orthod*, 77:108-12, 2007.
 26. Retief DH : Failure at the dental adhesive-etched enamel interface. *J Oral Rehabil*, 1:265-84, 1974.
 27. Nam Eunhye : The effect of self-etching primer on shear bond strength of orthodontic brackets under saliva-contaminated condition, Department of Dentistry Graduate School, Inha University, 2005.
 28. 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.
 29. Mona A. Montasser, James L. Drummond : Reliability of the Adhesive Remnant Index Score System with Different Magnifications. *Angle Orthod*, 79:773-776, 2009.

국문초록

Bonding agent의 종류 및 적용 방법에 따른 교정용 브라켓의 전단결합강도에 관한 연구

이재희 · 김종수

단국대학교 치과대학 소아치과학교실

맹출 장애 치료를 위해 교정력을 이용한 매복치의 맹출 유도를 시행하며, 이 과정 중 여러 원인에 의해 부착 실패가 일어날 수 있다. 이 연구의 목적은 산부식 레진 접착 시스템과 자가 산부식 접착 시스템을 이용하여 전단 결합 강도를 평가해보고, 접착 과정 중, 프라이머 도포 후 광중합 단계를 생략하여 시간 절약이 전단 결합 강도에 미치는 영향을 평가해보고자 하였다.

발거된 사람의 상악 전치부 40개 치아를 대상으로 I군과 II군은 산부식 후 프라이머로 Transbond™ XT Light cure Adhesive primer를 적용 하였으며 III군과 IV군은 Transbond™ Plus Self Etching primer을 적용 하였다. I군과 III군은 제조사의 지시 사항대로, II군과 IV군은 접착제 도포 후 광중합 단계를 줄여 부착을 시행하였다. 그 후 전단결합강도와 접착제 잔류 지수(Adhesive Remnant Index, ARI)를 이용하여 기록하였다.

전단결합강도는 I군, II군, III군 그리고 IV군 순으로 컸으며 대조군인 I군과 실험군 간에만 유의차가 있었다($p < 0.05$). ARI 지수는 I군, III군, IV군 그리고 II군 순으로 대조군에서 치면과 레진 사이의 결합력이 컸다. 대조군이 유의하게 전단결합강도가 높았으나 다른 군에서도 임상적으로 유용한 전단결합강도를 가진다.