

# Influence of Application Method on Shear Bond Strength and Microleakage of Newly Developed 8th Generation Adhesive in Primary Teeth

Wonjeong Ryu, Howon Park, Juhyun Lee, Hyunwoo Seo

*Department of Pediatric Dentistry, Oral Science Research Center, College of Dentistry,  
Gangneung-Wonju National University*

## Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of application time and phosphoric acid etching of 8th generation adhesives containing functional monomer on adhesive performance in primary teeth.

80 extracted non-carious human primary teeth were selected and divided into 8 groups based on 3 factors: (1) adhesive: G-Premio bond and Single bond universal; (2) application time: shortened time and manufacture's instruction; (3) acid etching mode: self-etching and total-etching. Shear bond strength was measured using a universal testing machine, and fractured surface were observed under scanning electron microscope. Microleakage was evaluated by dye penetration depth.

G-Premio bond were not significant different in shear bond strength and microleakage depending on application time of adhesive and acid etching mode. In Single bond universal, shear bond strength of short application time was significantly lower than that of long adhesive application time ( $p = 0.014$ ). Clinically applicable shear bond strength values ( $> 17$  MPa) were identified in all groups.

These results suggested that G-Premio bond be used clinically for a short application time without phosphoric acid etching.

**Key words :** 8th generation adhesive, Application time, Phosphoric acid etching, Shear bond strength, Failure mode, Microleakage

## I. 서 론

상아질은 법랑질에 비해 높은 유기질 성분과 수분을 함유하고, 일정하지 않은 구조 때문에 레진의 접착이 어렵고[1], 치수에 가까울수록 투과성이 높아져서 접착제의 강도가 저하되기 쉽다[2]. 이러한 이유 때문에 상아질의 표면처리를 위해 상아질 접착제가 발달해 왔다.

4세대 상아질 접착제는 인산을 이용한 완전 산부식형 술식과 습윤식 상아질 접착법에 기초하여 산부식, 상아질 전처리 그리고 접착제의 3단계로 구성되었다[3]. 5세대 접착제는 전처리제와 접착제를 합친 제품으로 출시되었으며, 산부식과 전처리, 접착제를 혼합하여 한 단계로 적용할 수 있는 6세대 제품도 소개되었다. 곧이어 혼합 없이 한 단계로 적용이 가능하여 편의성이 증가된 7세대 접착제가 소개 되었다. 그러나, 7세대 접착제는 결

Corresponding author : Howon Park

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University, 7 Jukheon-gil, Gangneung, 25457, Korea

Tel: +82-33-640-2464 / Fax: +82-33-640-3113 / E-mail: pedo@gwnu.ac.kr

Received October 1, 2018 / Revised November 10, 2018 / Accepted October 29, 2018

합계면의 투과성 증가와 시간에 따른 내구성 감소 및 낮은 안정성에 대한 점이 지적되었고, 뒤이어 이러한 취약점을 개선하고자 물성을 개선한 8세대 접착제가 소개되었다[4].

최근에 소개되고 있는 8세대 접착제는 제조사 간에 통일된 특징을 보이고 있지 않아 확실히 정의되어 있지 않다[4]. 연구에 따라 12.0 nm 이하 크기의 나노 필러를 함유한 접착제를 8세대 접착제로 정의하기도 하며[5], 기능성 단량체를 함유하고 모든 산부식 방법이 가능한 범용 접착제를 8세대라고 지칭하고도 있다[4,6].

그 중에서도 최근 출시된 G-premio Bond(GPB, GC, Japan)는 기능성 단량체를 함유한 8세대 접착제이며 완전 산부식, 선택적 산부식, 자가 산부식의 3가지 산부식 방법이 모두 적용 가능하고, 치아 이외에도 비귀금속, 지르코니아 그리고 귀금속 보철물에도 접착 가능한 범용 접착제이다.

8세대 접착제 제품의 적용 방법은 대부분 10.0 - 20.0초간 적용 후 공기 건조 한 뒤 광중합 하는 것이나, GPB는 제조사에서 추천하는 사용법에 따르면 적용 시에 어플리케이터로 치면에 도포한 후 0.0 - 10.0초간 대기한 뒤에 광중합 한다는 것이 도포 후 오랜 시간 기다리거나 문질러야 하는 다른 제품들과 차이가 있다. 또한 자가 부식이 가능하기 때문에 이러한 사용 방법이 임상에서는 사용 시간을 감소시킬 수 있어 타액 오염 위험이 높은 하악 구치부나 협조도를 얻기 어려운 소아 및 장애인 환자 치료 시에 효과적으로 적용할 수 있다는 이점이 있다. 하지만, 적용하였을 때의 접착능에 대해서는 아직 확립되지 않았으며, 또한 유치에 대해 실험한 연구는 아직 없다.

따라서 이 논문의 목적은 현재 사용되고 있는 기능성 모노머를 함유한 8세대 접착제 2종에서 적용시간 감소와 인산 산부식 여부가 유치에서 접착능에 미치는 영향을 전단결합강도, 파절양상 그리고 미세누출을 통해 확인하는 것이다.

## II. 연구 재료 및 방법

이 연구는 강릉원주대학교 치과병원 임상연구윤리위원회 (Institutional Review Board: IRB)의 승인을 받아 시행되었다(IRB No. : 2018-010).

### 1. 연구 재료

I군은 GPB를 사용하였다. II군은 물리적 성질에 대한 평가와 적용 방법에 따른 특성이 비교적 많이 선행되어 있는 Single Bond Universal(SBU, 3M ESPE, USA)을 사용하였다(Table 1).

각 군은 다음과 같은 하위군으로 추가분류 하였다. ET(etching) + W(waiting)군은 인산 산부식을 15.0초간 시행한 후에 수세 및 공기 건조를 한 뒤에 접착제를 적용하였으며, GPB를 사용한 I군은 도포 후 10.0초간 대기 후 공기건조 및 광중합 하였고, SBU를 사용한 II군은 20.0초간 치아에 문지르는 방법으로 적용 후 공기건조 및 광중합 하였다. NET(no etching) + W군은 접착제 적용 전 인산 산부식을 시행하지 않았고, 그 외의 과정은 위와 동일하게 진행하였다. ET + NW(no waiting)군은 인산 산부식을 15.0초간 시행한 후에 수세 및 공기 건조를 한 뒤에 접착제 도포 후 대기시간 없이 즉시 공기건조와 광중합을 시행하였으며, NET + NW군은 인산 산부식 없이 접착제 도포 후 즉시 공기건조와 광중합을 시행하였다(Table 2).

충전용 복합레진은 Filtek Z-350(3M ESPE, USA) A2 shade를 공통적으로 사용하였다.

연구에 사용된 치아는 우식이나 결함이 없는 발거 된 제2 유구치 80개를 선정하여 시편 제작 전까지 생리식염수에 보관하였다.

**Table 1.** Chemical composition of the universal adhesive systems used in present study and manufacturer's instructions for application of the adhesive systems

Material	Composition	Manufacturer's instructions
G-premio Bond (GC)	10-MDP, Acetone, Dimethacrylate component, Photoinitiator, Butylated hydroxytoluene (pH = 1.5)	1. Apply the adhesive to the prepared tooth using a microbrush 2. Leave undisturbed for 0 - 10 s after application 3. Dry thoroughly for 5 s with oil-free air under maximum air pressure 4. Light-cure for 10 s
Single Bond Universal (3M ESPE)	MDP-Monomer, Dimethacrylate resins, HEMA, Vitrebond compomer, Filer, Ethanol, Water, Initiators, Silane (pH = 2.7)	1. Apply the adhesive to the prepared tooth and rub it in for 20 s 2. Gently air dry the adhesive for approximately 5 s to evaporate the solvent 3. Light cure for 10 s

**Table 2.** Experimental group classification

Group I (G-premio Bond)	Waiting (W)	15 s etching (ET) No etching (NET)
	No Waiting (NW)	15 s etching No etching
Group II (Singlebond Universal)	Waiting	15 s etching No etching
	No Waiting	15 s etching No etching

## 2. 전단 결합 강도

40개의 제2 유구치를 25.0 × 20.0 × 5.0 mm 크기의 몰드에 자가 중합형 아크릴릭 레진을 채운 후 유구치 치근부분을 매몰하였다. 저속 다이아몬드 톱(Accutom - 50 : Struers, Copenhagen, Denmark)을 이용하여 주수 하에 교합면 법랑질을 치아 장축에 수직방향으로 삭제하여 편평한 상아질 표면을 노출하였다. 동일한 도말층 형성을 위해 #600 Sic 연마지(Buehler Ltd., IL, USA)로 표면을 주수하에 60.0초간 연마하여 균일한 표면이 되도록 다듬었다.

각 시편을 무작위로 5개씩 8개의 그룹으로 분류하였고, 각 그룹에 조건에 맞게 접착제를 적용 후 노출된 상아질면에 내경 5.0 mm, 높이 3.0 mm의 테플론 몰드를 사용하여 4회에 걸쳐 복합레진을 적층 충전 하고 매 층마다 395.0 - 480.0 nm 파장의 light-emitting diode(Valo, Ultradent Products Inc., USA)를 사용하여 standard power mode(1000 mW/cm<sup>2</sup>)를 사용하여 20.0초씩, 총 80.0초간 광중합하였다.

전단결합강도 측정을 위해 만능 재료 시험기(Universal Testing Machine : R&B Inc., South Korea)를 사용하였다. 각 시편에 전단력을 0.5 mm/min 의 속도로 가해 복합레진이 시편에서 탈

락할 때의 최대하중을 Helio X 프로그램을 이용해 구하고, 이를 단위면적당 전단결합강도(MPa)로 환산하였다(Table 3).

## 3. 파절 양상 분석

전단결합강도 측정 후, 40개 시편의 파절된 표면을 10.0 nm 백금 입자로 코팅 하고 주사전자현미경(Inspect F, USA)을 이용해 40배율에서 조사한 후, 파절 양상에 따라 접착제와 치아 계면에서 발생하는 부착성 파절(Adhesive failure), 접착제 또는 치아 내에서 발생하는 응집성 파절(Cohesive failure), 위의 2가지 양상이 혼합되어 나타나는 혼합성 파절(Mixed failure)의 3가지 범주로 분류하였다.

## 4. 미세 누출 측정

40개의 제2유구치를 고속엔진용 #330 카바이드버를 이용하여 주수하에 치아의 협면에 3.0 × 2.0 × 4.0 mm 크기의 와동을 형성하였다. 각 시편을 무작위로 5개씩 8개의 군으로 분류하였고, 군당 조건에 맞게 접착제를 적용하고 복합레진을 충전하였다. 접착계면 주변 1.0 mm를 제외한 모든 치면에 네일 바니쉬 2 겹을 도포하고 건조하였다. 2.0% 메틸렌 블루 용액에서 48시간 보관 후 흐르는 물에 세척하였다. 시편을 저속 다이아몬드 디스크를 이용하여 주수하에 절단하여 근심면 절반 시편을 디지털카메라를 이용하여 염색용액의 침투정도를 관찰하였다. 염색용액의 침투도 판정 기준은 다음과 같다.

- Score 0 : 염색용액 통과가 없는 경우
- Score 1 : 염색용액 투과가 법랑질에 국한된 경우
- Score 2 : 염색용액 투과가 상아질까지 침투하였으나 치수벽에 도달하지 않은 경우
- Score 3 : 염색용액이 치수벽까지 침투한 경우

**Table 3.** Mean and standard deviation of shear bond strength according to application time and phosphoric acid etching

		Shear bond strength (MPa)	
		Group I (G-premio Bond)	Group II (Single Bond Universal)
W (Waiting)	15 s etching (ET)	27.55 ± 9.41 <sup>aA</sup>	30.37 ± 7.52 <sup>aB</sup>
	No etching (NET)	26.00 ± 6.60 <sup>bA</sup>	26.27 ± 5.94 <sup>bB</sup>
NW (No Waiting)	15 s etching	23.81 ± 10.16 <sup>cA</sup>	23.76 ± 4.72 <sup>cC</sup>
	No etching	20.57 ± 6.83 <sup>dA</sup>	18.90 ± 2.96 <sup>dC</sup>

- 3-way ANOVA test

- The same small and capital letters revealed no statistically differences ( $p > 0.05$ ).

### 5. 통계 분석

연구에 사용된 자료의 분석과 통계처리는 SPSS 22.0(IBM Corp., Chicago, USA)을 사용하여 분석하였다. 각 접착제에서 적용 시간과 산부식 여부에 따른 전단결합강도의 평균과 표준편차를 산출하였다. 자료의 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilk test를 시행하였고 정규성을 확인하였다. Leven test를 이용하여 동질성을 검정하였고, 데이터의 유의성 검증은 삼원분산분석(3-way ANOVA)을 이용하여 분석하였다. Tukey's Post Hoc test를 이용하여 사후검정 하였다. 파절양상과 미세누출 분석은 Shapiro-Wilk test에서 정규성을 따르지 않아 Mann-Whitney U test를 이용하여 분석하였다.

## Ⅲ. 연구 성적

### 1. 전단 결합 강도

각 군의 평균 전단결합 강도 및 표준 편차는 Table 3와 같다. I군의 전단결합강도는 접착제 적용 후 대기시간을 가진 경우가  $26.77 \pm 7.71$  MPa이고, 대기시간 없이 적용한 경우가  $22.19 \pm 8.34$  MPa를 보여 두 군간에 유의한 차이가 없었다( $p = 0.218$ ).

그러나 II군의 전단결합강도는 접착제를 20.0초간의 적용 시간을 가진 경우에  $28.30 \pm 6.74$  MPa로 대기시간이 없이 적용 한 경우에 나타난  $21.33 \pm 4.51$  MPa 보다 유의하게 높은 전단결합강도를 보였다( $p = 0.014$ ).

I군의 인산 산부식을 시행한 경우와 하지 않은 경우 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p = 0.885$ ). II군도 인산 산부식을 시행한 경우와 하지 않은 경우 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p = 0.135$ ).

I군과 II군 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 존재하지 않았다( $p = 0.883$ ). 평균 전단 결합강도의 최고값은 II군의 ET + W군에서  $30.37 \pm 7.52$  MPa로 나타났고, 최저값은 II군의 NET + NW군에서  $18.90 \pm 2.96$  MPa로 나타났다.

### 2. 파절 양상

각 군의 파절 양상 분석은 Fig. 1과 같다. II군의 인산 산부식 후 20.0초간의 적용시간을 가진 경우에서 가장 많은 응집성 파절이 관찰되었고, II군의 인산 산부식 후 접착제를 대기시간 없이 적용한 경우에서 가장 적은 응집성 파절이 관찰되었지만 모든 그룹간에 통계학적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

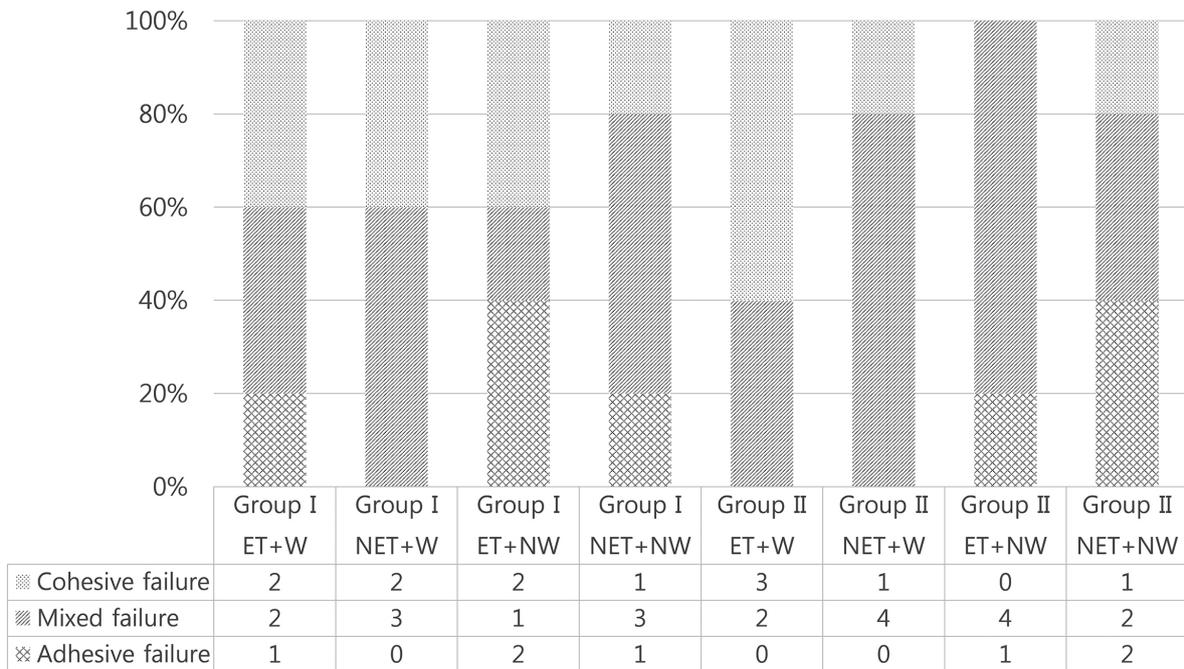


Fig. 1. Fracture modes of the groups tested.

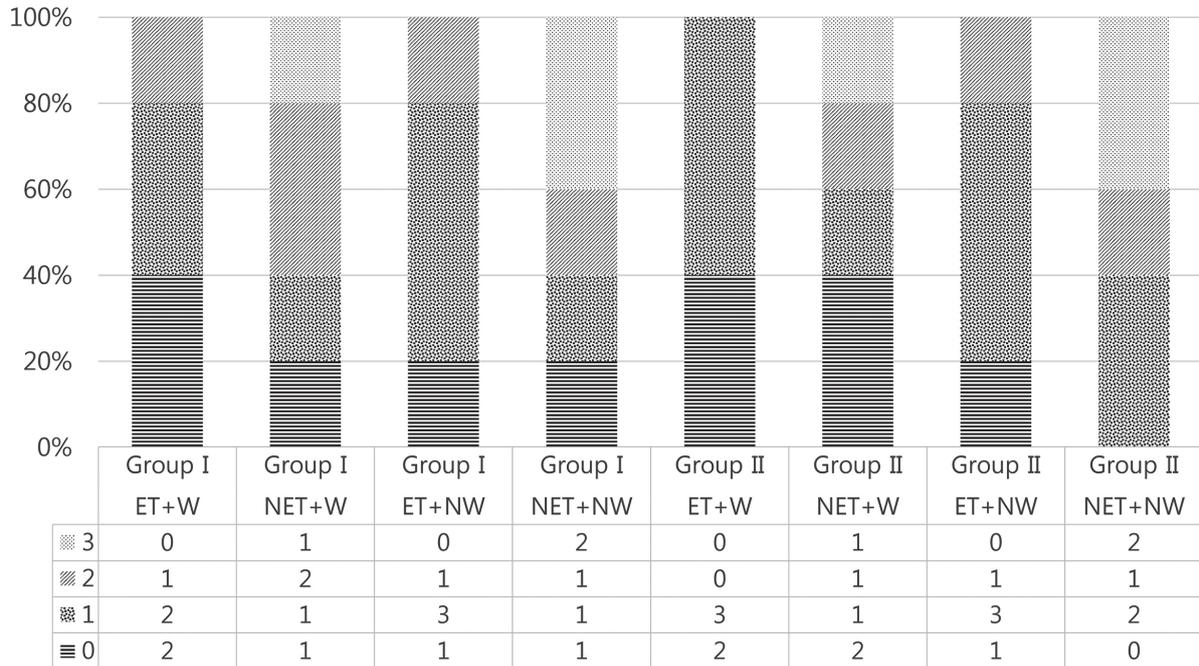


Fig. 2. Microleakage score of the groups tested.

### 3. 미세 누출

각 군의 미세누출 분석은 Fig. 2와 같다. II군의 인산 산부식 없이 짧은 시간 접착제를 적용한 군에서 가장 높은 미세누출이 관찰되었고, II군의 인산 산부식 후 20.0초간의 적용시간을 가진 경우에서 가장 낮은 미세누출을 보였지만 모든 그룹간에 통계학적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

## IV. 총괄 및 고찰

이 연구는 유치에서 2종류의 8세대 접착제(GPB, SBU)를 사용하여 적용방법에 따른 접착능을 비교 평가하고자 하였다.

2010년대에 들어서는 8세대라고 불리는 접착제들이 소개되었다. 제조사간에 통일된 특징을 가지고 있지는 않아서 아직 정의되지는 않았지만 크게 나노 필러를 함유한 접착제와 기능성 모노머를 함유한 접착제로 분류된다. 나노 필러를 함유한 접착제를 8세대라고 정의한 논문에서는 나노 필러를 추가하면 레진 단량체의 침투력과 혼합층 두께가 증가하여 접합 시의 기계적 특성이 향상된다고 하였다[5,7,8]. 기능성 모노머를 함유한 접착

제를 8세대라고 명명하는 연구에서는 인산 에스터 성분을 포함하여 좀 더 소수성의 특징을 가지며 치질 이외에도 금속이나 지르코니아 등 다양한 물질에 화학적 결합을 하는 장점이 있다고 하였다.

이 연구에서 사용한 GPB는 제조사의 설명에 따르면 기능성 단량체, 물, 용매 등의 배합을 최적화 하여 도말층의 용해성 및 치질 탈회능을 향상 시켰기 때문에 도포 후의 대기시간 '0초'가 가능하다고 하였다. 인산 에스테르계 모노머(MDP)와 카르본산계 모노머(4-MET)를 배합함으로써 상아질에 높은 접착력을 발휘하고 용매로 휘발성이 높은 아세톤을 사용함으로써 접착층으로부터 수분을 효과적으로 제거하며 또한 친수성이 높은 HEMA를 배합하고 있지 않아 장기적인 접착 내구성을 기대할 수 있다고 하였다.

이전에 GPB를 적용시간을 달리하여 결합강도를 측정한 연구에서 Huang 등[9]은 대기시간 없이 GPB를 자가 산부식 방법으로 사용한 경우에 상아질에 대한 적절한 단기간 결합 강도가 달성되며 10.0초간 연장하여 적용한 경우에는 결합 강도가 향상된다고 하였다. Saikaew 등[10]은 접착제의 도포 시간이 짧아짐에 따라 접착성능이 감소된다고 하였다. 이번 연구에서는 접착제의

적용시간에 따른 결합 강도에 대해서 GPB는 접착제를 10.0초간의 대기시간을 가지는 방법으로 적용한 경우와 대기시간 없이 적용한 경우 사이에 전단결합강도의 유의한 차이가 관찰되지 않았다. SBU는 접착제를 20.0초간 치아에 문지르는 방법으로 사용한 경우가 대기시간 없이 적용한 경우 보다 유의하게 높은 전단결합강도를 보였다( $p = 0.014$ ). 이는 에탄올을 용매로 사용하는 SBU는 아세톤을 기반으로 하는 접착제에 비해 용매를 증발시키는데 많은 시간이 필요하며, 문지르면서 기질 내의 붕괴된 섬유를 재팽창 시키는 과정이 필요하기 때문인 것으로 생각된다[11].

결합 강도와 파절 양상에 대해서 결합강도가 클수록 응집성 파절의 비율이 높다고 알려져 있다[12]. 이번 연구에서도 평균 전단 결합강도가 높은 II군의 ET + W 군에서 가장 많은 응집성 파절이 관찰되었고, 평균 전단 결합강도가 낮은 II군의 NET + NW 군에서 가장 적은 응집성 파절이 관찰되어 이전의 연구와 일치함을 확인하였다.

미세누출은 중합 수축에 의해 발생되며 변연부의 봉쇄 능력과 관련이 있다. 미세 누출이 발생하는 경우에는 변연의 변색, 세균의 침입, 이차우식 그리고 치수 손상 등이 일어날 수 있다[13]. 이번 연구에서는 II군의 ET + W 군에서 가장 높은 미세누출이 관찰되었고, II군의 NW 군에서 가장 낮은 미세누출이 관찰되었지만 모든 그룹간에 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았기 때문에 변연부의 봉쇄 능력에 대해서는 두 재료간의 차이가 없을 것으로 생각된다.

산부식 여부에 대해서는 Poggio 등[14]은 상아질에서 인산 산부식 여부는 결합강도에 유의한 영향을 미치지 않는다고 하였다. 이번 연구에서도 I군과 II군 모두 인산 산부식을 시행한 경우와 시행하지 않은 경우의 전단결합강도, 파절양상 그리고 미세누출 모두 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

자가 산부식 접착제는 pH에 따라 강산성(aggressive,  $pH < 1.0$ ), 산성(intermediate or mild,  $pH = 1.5 - 2.0$ ), 약산성(ultramild,  $pH > 2.5$ )으로 분류할 수 있다[4,15]. 대부분의 자가 산부식 접착제의 pH가 2.0 이상의 약산성을 띠지만 GPB의 pH는 1.5로 비교적 강산성을 띤다. 상아질 접착제의 pH는 낮아질 경우 상아세관액의 흐름이 적용 부위쪽으로 증가하여 전단결합강도가 감소하기 때문에 pH 2.2 - 2.4가 최적이라고 알려져 있다[16]. 이와는 반대로 접착제의 pH만으로는 접착강도에 대해 판단하기 어렵다고 주장하는 연구도 존재한다[17]. 이번 연구에서는 pH가 1.5로 강한 산성도를 띄는 GPB와 pH가 2.7로 약산성을 띄는 SBU 사이에 유의한 차이가 관찰되지 않았다( $p = 0.883$ ). 이것은 아마도 pH 이외에 접착제 성분에 포함된 용매 및 다른 성분들의 차이가 더 큰 영향을 미쳤기 때문이라고 생각된다[18].

복합레진을 치면에 부착할 때 Davidson 등[19]은 상아질에 대

한 결합력이 최소한 17.0 - 20.0 MPa 정도는 되어야 복합레진의 중합수축에 견딜 수 있다고 하였으며, Munksgaard 등[20]은 최소 17.6 MPa의 결합력이 필요하다고 하였다.

이전에 상아질 접착제의 접착력을 유치와 영구치에서 비교한 연구에서 Salama 등[21]과 Bordin 등[22]은 영구치가 유치보다 통계적으로 높은 결합력을 보인다고 보고하였다. 그러나 Maezzo 등[23]에 의하면 일부 접착제는 유치에서 영구치만큼의 결합력을 보였다고 하였다. 최 등[3]은 유치상아질에서 결합력이 낮은 이유는 절단평면을 표준화하기가 어렵고 충분한 접착면을 확보하기 위해서는 치수에 가까워지기 때문이라고 하였다. 이번 연구에서는 모든 그룹에서 임상적으로 허용 가능한 최소 결합강도인 17.0 MPa 보다 높은 결합강도가 나타났기 때문에 GPB와 SBU를 유치에서도 자가 산부식 방법으로 적용시간을 감소시켜 사용 가능함을 알 수 있다.

행동조절이 어려운 소아를 치료할 경우에 치료 시간의 단축이 필요한 경우가 많다. 특히 산부식, 접착, 복합레진 충전의 여러 단계로 이루어지는 레진 수복의 경우에는 술식 중간에 타액이나 수분에 오염될 가능성이 높아지게 된다. 술식 도중 수분이나 타액에 오염되는 경우에는 추가적인 처치가 필요하다. 접착제 시스템의 중합 전에 타액오염 시 수세 후 건조과정 뒤 재도포를 해주어야 하며[24], 광중합 후 타액 오염이 발생할 경우 세정과 건조 후 접착제를 다시 도포해주어야 결합강도를 원래의 수준으로 회복할 수 있다[25]. 따라서 술식 중 타액이나 수분에 오염될 가능성을 줄이기 위해 접착과정을 단순화하기 위한 많은 시도들이 있어 왔으며 이 연구도 그러한 노력의 일환으로 8세대 접착제를 유치의 상아질에 사용시에 대기시간을 감소시키고 자가 산부식 방법으로 사용하는 것이 가능한지 확인하고자 하였다.

이번 연구에서는 유치의 상아질에 대해서만 실험하였기 때문에 법랑질에 대한 결합강도는 알 수 없으며, 장기간의 보관과 열순환 처리를 시행하지 않은 실험실 연구이기 때문에 임상 상황에 따른 장기적인 효과에 대해서는 알 수 없었다. 따라서 임상적으로 8세대 접착제를 자가 산부식 방법으로 사용하고 도포 후 바로 광중합 하기 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

GPB는 10.0초간 대기하는 시간을 가진 경우가 대기시간 없이 적용한 경우에 비해 더 높은 결합강도를 보였지만 통계적으로 유의하지는 않았다( $p = 0.218$ ). SBU는 20.0초간 문지르는 방법으로 적용한 경우가 유의하게 더 높은 결합 강도 값을 보였다( $p = 0.014$ ). 모든 군에서 나타난 결합강도의 값은 임상적으로 필요

한 최소결합강도인 17.0 MPa 보다 높았다. 상아질에서 인산 산부식의 여부는 접착능에 영향을 미치지 않았다.

## References

- Mjör IA : Human coronal dentine: structure and reactions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 33:810-823, 1972.
- Pereira PN, Okuda M, Tagami J, *et al.* : Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Dent Mater*, 15:46-53, 1999.
- Choi JY, Choi NK, Yang KH, *et al.* : The shear bond strength of dental adhesives on primary and permanent teeth. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 34:579-589, 2007.
- Shin J, Hwang E, Kim J : An Evaluation of shear bond strength of new dentin bonding agents. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 44:358-364, 2017.
- Sofan E, Sofan A, Migliau G, *et al.* : Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma)*, 8:1-17, 2017.
- Fu J, Saikaew P, Selimovic D, *et al.* : Effect of air-blowing duration on the bond strength of current one-step adhesives to dentin. *Dent Mater*, 33:895-903, 2017.
- Kamble SS, Kandasamy B, Seal M, *et al.* : In vitro comparative evaluation of tensile bond strength of 6th, 7th and 8th generation dentin bonding agents. *J Int Oral Health*, 7:41-43, 2015.
- Joseph P, Yadav C, Satheesh K, Rahna R : Comparative evaluation of the bonding efficacy of sixth, seventh and eighth generation bonding agents: an in vitro study. *Int Res J Pharm*, 4:143-147, 2013.
- Huang XQ, Pucci CR, Tay FR, *et al.* : No-waiting dentine self-etch concept-Merit or hype. *J Dent*, 62:54-63, 2017.
- Saikaew P, Chowdhury AF, Sano H, *et al.* : The effect of dentine surface preparation and reduced application time of adhesive on bonding strength. *J Dent*, 47:63-70, 2016.
- Botelho MPJ, Isolani CP, Moraes RR, *et al.* : Rubbing time and bonding performance of one-step adhesives to primary enamel and dentin. *J Appl Oral Sci*, 25:523-532, 2017.
- Leloup G, D'Hoore W, Vreven J, *et al.* : Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. *J Dent Res*, 80:1605-1614, 2001.
- Vaidyanathan TK, Vaidyanathan J : Recent advances in the theory and mechanism of adhesive resin bonding to dentin: a critical review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 88:558-578, 2009.
- Poggio C, Beltrami R, Scribante A, *et al.* : Influence of dentin pretreatment on bond strength of universal adhesives. *Acta Biomater Odontol Scand*, 3:30-35, 2017.
- Van Meerbeek B, Peumans M, De Munck J, *et al.* : Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater*, 26:e100-121, 2010.
- Schiltz-Taing M, Wang Y, Chen L, *et al.* : Effect of tubular orientation on the dentin bond strength of acidic self-etch adhesives. *Oper Dent*, 36:86-91, 2011.
- Van Landuyt KL, Mine A, Van Meerbeek B, *et al.* : Are one-step adhesives easier to use and better performing? Multifactorial assessment of contemporary one-step self-etching adhesives. *J Adhes Dent*, 11:175-190, 2009.
- Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt KL, *et al.* : State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*, 27:17-28, 2011.
- Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A : The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res*, 63:1396-1399, 1984.
- Munksgaard EC, Irie M, Asmussen E : Dentin-polymer bond promoted by gluma and various resins. *J Dent Res*, 64:1409-1411, 1985.
- Salama FS, Tao L : Comparison of gluma bond strength to primary vs. permanent teeth. *Pediatr Dent*, 13:163-166, 1991.
- Bordin-Aykroyd S, Sefton J, Davies EH : In vitro bond strengths of three current dentin adhesives to primary and permanent teeth. *Dent Mater*, 8:74-78, 1992.
- Mazzeo N, Ott NW, Hondrum SO : Resin bonding to primary teeth using three adhesive systems. *Pediatr Dent*, 17:112-115, 1995.
- Yoo HM, Oh TS, Pereira PN : Effect of saliva contamination on the microshear bond strength of one-step self-etching adhesive systems to dentin. *Oper Dent*, 31:127-134, 2006.
- 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.

국문초록

## 새로 개발된 8세대 접착제의 적용 방법에 따른 유치에서의 전단결합강도와 미세누출

유원정 · 박호원 · 이주현 · 서현우

강릉원주대학교 치과대학 소아치과학교실 및 구강과학연구소

이 논문의 목적은 기능성 모노머를 함유한 8세대 접착제의 적용시간 감소와 인산 산부식 여부가 유치에서 접착능에 미치는 영향을 평가하는 것이다.

80개의 우식이 없는 유구치를 선정하였고, 접착제의 종류에 따라서 2그룹으로 분류하였다(G-premio bond, Single bond universal). 각 그룹은 적용 시간과 인산 산부식 여부에 따라서 그룹당 10개씩, 총 4개의 하위그룹으로 추가 분류하였다. 각 하위그룹은 절반으로 나누어, 5개의 시편은 전단결합강도 측정 후 주사전자현미경을 촬영하여 파절양상을 확인하였고, 다른 5개의 시편은 미세누출을 측정하였다.

G-premio bond는 적용시간과 인산 산부식 여부에 따른 결합강도와 파절양상, 미세누출의 유의한 차이가 관찰되지 않았다. Single bond universal은 적용시간을 길게 한 경우가 적용시간이 짧은 경우에 비해서 유의하게 높은 전단결합강도를 보였다( $p = 0.014$ ). 모든 그룹에서 나타난 전단결합강도는 임상적으로 허용 가능한 전단결합강도인 17 MPa 보다 높았다.

G-premio bond는 인산 산부식 없이 적용시간을 줄여서 사용하는 방법이 가능하다.