

An Evaluation of Shear Bond Strength of New Dentin Bonding Agents

Jisun Shin^{1†}, Eunji Hwang^{2†}, Jongbin Kim¹

¹Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Dankook University

²Department of Preventive Dentistry, School of Dentistry, Dankook University

Abstract

For the purpose of convenience and reducing time, newer bonding agents have been developed for composite resin restoration. Recently developed one bottle bonding system including etching, primer and adhesive can make procedures simpler and less technique-sensitive than old generation adhesives. The aim of this study was comparing the shear bond strength of new dentin bonding agents to the 5th generation bonding agent which had an etching step.

78 premolar teeth were randomly divided into three groups which were treated with Tetric[®] N-Bond Universal (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), GC[®] G-Premio BOND (GC Co., Japan) without additional etching step and 3M[™] Single Bond2 (3M ESPE, USA) with an etching step following manufacturer's instructions. Filtek[™] Z-350 (3M ESPE, USA) composite resin was applied and light cured over bonding agents. For shear bond strength evaluation, universal testing machine was used with a wedge technique. As a result, shear bond strength of one step bonding agents was lower than two step bonding agent and there were statistically significant differences between them ($p < 0.05$). In addition, within the result of two new bonding agents, Tetric[®] N-Bond Universal showed significantly higher shear bond strength than GC[®] G-Premio BOND ($p < 0.05$).

Key words : Dentin bonding agent, Shear bond strength, Acid etching, Enamel

I. 서 론

레진 접착 술식은 Buonocore[1-3]에 의해 1960년대에 소개되어 산부식을 통한 치면 처리 방법으로 접착력을 개선할 수 있었다. 이전 제품과 같은 효과를 가지면서 좀 더 간편한 방향으로의 상품 개발이 계속 이루어져 세 단계이던 산부식, 전처리제, 접착제 적용 과정을 하나의 단계로 가능하게 한 7세대 제품들이 2000년대 후반 출시되었다. 최근에는 'Universal' 또는 8세대로 칭하는 좀 더 개선된 접착제가 개발되었다. 이는 기존의 4, 5세대 접

착제와 비교해 볼 때, 산부식 과정 후 세척 및 건조 과정에서 오는 기술적 민감도와 시술 시간을 줄인 것이 특징이다. 또한, 6세대 접착제와 구별되는 특징은 두 용액을 혼합하는 과정이 생략되었다는 것이다[4,5]. 7,8세대의 이러한 장점은 소아치과 영역에서 진정법 하에 다수의 치아 치료할 경우, 진료 시간을 단축할 수 있고 일반적 소아치과 치료 시에도 행동 조절에 유리하게 작용할 것으로 생각된다[6]. 또한 8세대는 기존의 7세대보다 기능성 모노머 성분의 향상으로 취약점을 한 단계 개선하고 다양한 장점을 추가한 제품으로 소개되었다.

Corresponding author : Jongbin Kim

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Dankook University, 119 Dandaero, Dongnam-gu, Cheonan, 31116, Korea

Tel: +82-41-550-1921 / E-mail: jbkim0222@dankook.ac.kr

Received July 21, 2017 / Revised August 8, 2017 / Accepted August 8, 2017

† These authors equally contributed to this work.

기존의 산부식 후 전처리제와 접착제가 혼합된 제품을 사용하는 5세대의 두 단계 접착 과정은 산부식 과정이 술식에서는 번거로워도 7세대와 비교했을 때 접착 기능이 높다는 연구 결과도 있고[7], 비슷하다고[8] 발표한 연구 자료도 있다. 또다른 연구들에서는 법랑질에 대한 접착강도 실험에서 산부식 과정을 따로 시행하였을 때 결합력이 비슷하거나[9,10] 더 높다고 발표하였다[11,12]. 법랑질에 대한 수복물의 결합 강도는 변연 봉쇄를 성공적으로 유지하는데 영향을 미치는 요인으로 알려져 있다[13,14]. 이는 구강 내에 레진 수복을 시행하였을 때 이후 타액과 세균이 침입할 수 있는 변연 누출을 막아 수복물의 예후를 좌우할 수 있는 바, 기존에 널리 쓰이는 5세대 접착제와 새로 출시된 universal 또는 8세대라 불리는 두 접착제와의 법랑질에 대한 전단접착강도를 비교해 제품의 임상적 유용성을 알아보고자 하였다. 이에 본 연구에서는 산부식 과정을 거쳐 수세 후 접착제를 적용하는 5세대 접착 시스템 중 대표적으로 널리 쓰이는 3M™ Single Bond2 (3M ESPE, USA) 접착제와 자가 부식능을 가진 Tetric® N-Bond Universal (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)과 GC® G-Premio BOND (GC Co., Japan) 두 제품을 대상으로 전단 접착 강도를 측정하여 비교 분석하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에서 사용된 제품은 최근 출시된 Tetric® N-Bond Universal 제품과 GC® G-Premio BOND 접착제를 비교군으로 선정하고 5세대 접착제인 3M™ Single Bond2를 대조군으로 하였다. 충전용 복합 레진은 Filtek™ Z-350 (3M ESPE, USA) A1 shade를 공통적으로 사용하였고, Free Light2 (3M ESPE, USA)로 광중합을 시행하였다(Table 1).

2. 시편제작

발치 한 후 3개월 이내의 건전한 소구치 78개의 순면을 위로 향하게 두고 주형으로 3D로 프린트한 1.5 cm × 2.1 cm 크기의 플라스틱 몰드(Delta Kit 250/S3D, Korea)를 사용하여 아크릴릭 레진에 매몰하였다. 치아의 순면을 불소가 함유되지 않은 페미스스로 10초간 세마하고 220 grit에서 600 grit까지의 실리콘 카바이드 연마지로 연마하여 시편의 법랑질 면을 준비하였다. 각 군당 26개씩 무작위로 분류한 시편에 3종의 접착제를 제조사의 지시에 따라 도포 후 각각 10초간 광중합을 시행하였다. 내경 1.1 mm, 높이 1.1 mm의 플라스틱 주형을 접착제 처리를 마친 법랑질 표면에 수직이 되도록 위치시킨 후 주형 내에 A1색의 Filtek™ Z-350 복합 레진을 충전하고 Freelight2로 각 시편당 10초간 광조사를 시행하였다. 이후 전단 접착강도를 측정하기 전까지 37°C 증류수에 24시간 동안 보관하였다.

3. 전단 접착강도 측정

법랑질 면과 수복재 사이의 접착 계면에 기구의 장축이 평행이 되도록 고정시킨 후 만능 시험기(Kyungsung Testing Machine Co., Korea)를 이용하여 50 Kg의 힘에 Cross head speed 1 mm/min의 속도로 전단하였다(Fig. 1). 치아의 표면에서 복합 레진이 탈락될 때의 최대 힘을 컴퓨터에 연결된 HelioX 프로그램을 이용하여 KgF단위로 측정하였으며, 치아-복합 레진간 접촉 면적으로 나누어 MPa단위로 환산하였다.

4. 통계 분석

검출된 결과를 검증하기 위해서 SPSS 23 (SPSS, Chicago, IL, USA)과 Excel 2007 (Microsoft Inc., Chicago, USA)을 이용하여

Table 1. Components of adhesives and sample distribution

Adhesive	Manufacturer	Components	Sample No.
3M™ SingleBond2	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Ethanol, Water, HEMA, Bis-GMA, Silica	26
Tetric® N-Bond	Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein	Ethanol, Water, HEMA, Bis-GMA, 10-MDP	26
GC® G-Premio BOND	GC Co., Tokyo, Japan	Acetone, Water, 4-MET, 10-MDP, HEMA free	26

HEMA = Hydroxyethyl methacrylate, Bis-GMA = Bisphenol A glycidyl dimethacrylate, 10-MDP = 10-methacryloyloxy-decyl-dihydrogen-phosphate, 4-MET = 4-methacryloyloxyethyl trimellitic acid.

Cross head speed 1mm/min

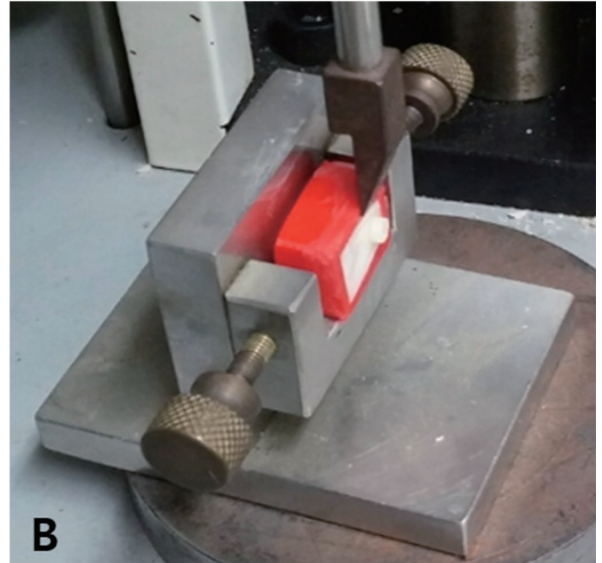
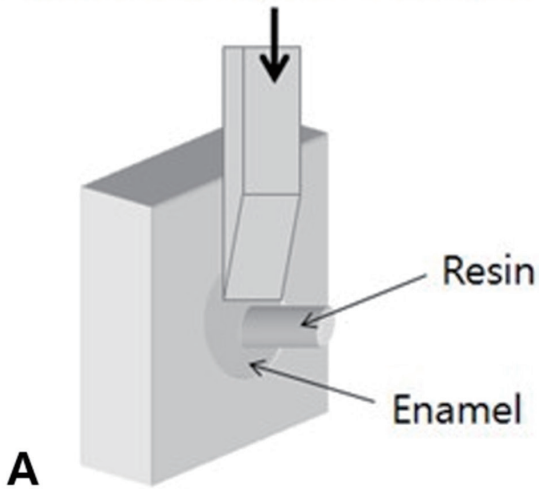


Fig. 1. Schematic diagram and photograph of testing machine.

분석하였다. 각 군 간의 유의차를 알아보기 위하여 일원배치분산분석 (One-way ANOVA)을 하였고, 사후 검정으로 Tukey HSD를 사용하였다. 통계 분석의 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

III. 연구 성적

1. 전단접착강도 측정 결과

비교 평가한 결과 평균 전단 접착 강도의 값은 3M™ Single Bond2가 17.65 MPa로 가장 컸고, Tetric® N-Bond Universal는 13.32 MPa, GC® G-Premio BOND는 10.72 MPa순으로 낮게 측정되었다(Table 2, Fig. 2). 일원배치분산분석 결과, 5세대 접착제

와 새로 출시된 접착제의 법랑질에 대한 전단 접착강도에는 차이가 있었다($p < 0.05$). 또한 Tetric® N-Bond Universal (13.31 MPa)과 GC® G-Premio BOND (10.72 MPa)의 전단 강도를 비교해 보았을 때 Tetric® N-Bond Universal (13.31 MPa)이 유의성 있게 높게 나타났다($p < 0.05$).

Table 2. Mean values of shearbond strength

Adhesive	Group	Mean ± SD (MPa)
3M™ SingleBond 2	SB	17.65 ± 4.58 ^a
Tetric® N-Bond Universal	TNB	13.32 ± 3.92 ^b
GC® G-Premio BOND	GCP	10.72 ± 2.40 ^c

SD: standard deviation.
Different letters indicate statistically significant results using one-way ANOVA and Tukey test ($p < 0.05$).

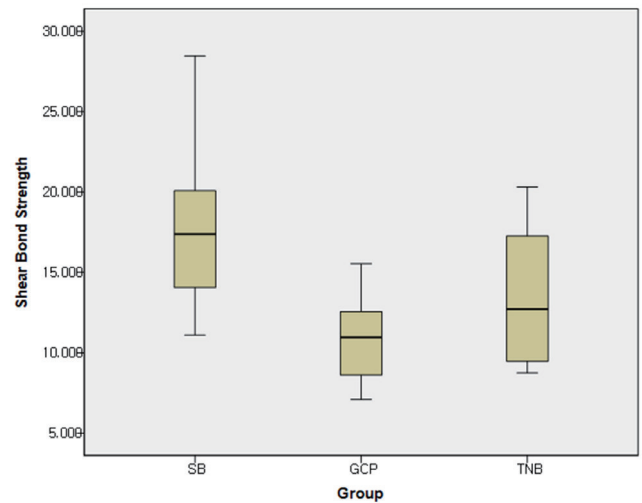


Fig. 2. Box plot of each group.

IV. 총괄 및 고찰

치과용 레진 수복물은 접착제가 법랑질 및 상아질과 미세 결합을 하는 기전으로 사용된다[15]. 이 과정은 기존의 인산을 이용한 산부식을 통해 치아의 법랑질 및 상아질을 5 - 50 μm 깊이로 탈회하여 기계적 결합을 이루는 방식으로 레진과 접착하게 된다[16]. 산부식을 이용한 치아 전처리 술식은 법랑질과 상아질 모두에서 높은 접착 강도를 갖는 것으로 입증되었는데 이는 인산으로 미리 표면을 산부식하여 형성된 거칠기에 의해 더 나은 결합력을 얻기 때문이라고 하였다[17,18]. 레진 접착제는 산부식 방법과 술식 단계 및 사용되는 용기의 수 등에 따라 통일되지 않은 세대로 명명해 오고 있어 혼란을 야기하는 부분이 있기도 하였다. 산부식 과정을 단계에 포함하거나 별도로 생각하는 경우, 또는 자가 부식 전처리제를 포함하는 접착제를 술식이 다 단계인지 오는 별개로 새로운 세대로 분류하는 등의 혼란은 아직도 잔존하고 있다[19]. 간단히 일반적인 분류 방법을 보자면 1960년대와 70년대에 Buornore가 처음 개발한 1,2세대 접착제는 법랑질을 산부식 한 후 치질을 절삭하여 이때 형성된 도말층을 그대로 두고 접착한 방식인데 이는 접착력이 떨어지고 미세 누출이 커서 현재 더 이상 사용하지 않는다[20]. 3세대 접착제는 1980년대와 90년대에 걸쳐 출시된 제품들 중 선택적 산부식을 하고 다단계 과정을 가지는 접착제를 말하며 이후 90년대 나온 4세대 제품은 total etching을 하는 점을 차이로 들 수 있다. 여기에서 total etching이란 접착할 면의 상아질과 법랑질을 한 번에 같이 산부식하는 방식으로 수세 과정을 포함한다. 90년대 중반에는 5세대의 제품들이 선을 보였는데 이들은 total etching이면서 전처리제와 본딩제를 합쳐 단계를 기존의 3단계에서 2단계로 줄인 점이 돋보인 제품이었다. 이후 나온 제품들은 90년대 후반과 2000년 이후의 시기에 개발된 것으로 자가 부식을 특징으로 하며 술식 단계가 2단계인 6세대와 이를 다시 1단계로 간편화한 7세대 제품이 차례로 소개되었다. Frankenberger[20]는 자가 부식 접착제 사용시 선택적 산부식을 추가로 전 단계에 하게 되면 접착력이 향상된다는 결과를 발표했으며 total etching을 하는 경우에는 오히려 상아질과의 접착력을 현저히 떨어뜨렸다고 하였다. 2011년 이후에는 'universal'로 명칭한 새로운 접착제들이 출시되었는데 제조사 간에 통일 되지 않은 특징을 가지고 있어 한마디로 특징을 정리하기 어렵다. 하지만 이전의 제품들과 차별된 부분을 보자면 total etching, selective etching, self-etching 중 어느 방법과도 가능하며 직접 또는 간접 접착 술식에 모두 사용될 수 있고 간접 접착하게 되는 지르코니아나 코팅 처리된 세라믹 등 다양한 재료에 접착력을 가지는 향상된 제품으로 소개가 되고 있다[21]. 'universal'세대의 접착제들은 인산 에

스터 성분을 포함하여 좀더 소수성이면서 산성의 특징으로 인한 자가 부식능을 가지고 치질, 금속, 지르코니아 등 다양한 물질에 화학적 결합을 한다고 발표하였다[21]. 인산 에스터는 최근 개발된 물질은 아니며 30여 년 전에 Kuraray사 화학자가 10-MDP (methacryloyloxy-decyl-dehydrogen-phosphate)를 소개하고 이를 1980년대에 모든 Kuraray사 접착제 성분으로 넣어 사용하기 시작하였다[21]. 특허권이 만료된 2003년 이후부터 다른 접착제 제조사들도 이에 관심을 보이면서 2011년 이후 대부분의 제조사가 10-MDP를 주요 성분으로 하는 접착제를 앞 다투어 출시하였다. 이전의 7세대 one bottle 접착제의 대표적 문제로 친수성 성분이 초기에는 치아 젖음성을 가능하게 하고 치질 내로 침투할 수 있게 하는 장점을 갖는 반면 장기적으로는 물 흡수 및 용해되는 성질로 인해 문제를 야기하는 점이 지적되었다. 이에 새로 출시된 universal 세대는 7세대보다 더욱 소수성을 띠게 하여 이러한 점을 보완하였으며 이는 대부분의 제조사가 첨가한 10-MDP가 치질과 화학적 결합을 하여 안정적인 칼슘염을 형성한 후에는 긴 탄소체인과 소수성인 말단기에 의해 전반적으로 보다 소수성을 띠는 특징으로 설명된다[22].

자가 부식 접착제가 가지는 산성도는 탈회능과 연결되므로 별도의 산부식을 하지 않을 경우 결합강도에 큰 영향을 주는 요소로 생각된다. 자가부식 접착제의 산성도는 ultra-mild (pH >2.5), mild (pH >2), moderate (1 < pH <2), strong (pH <1)으로 분류하기도 하고 좀더 단순히 분류하기도 하는데 대부분의 universal 또는 8세대 접착제는 pH 2.2 - 3.2 범위에 있다[23]. 예외적으로 본 실험에서 사용된 GC® G-Premio BOND는 제조사의 설명으로는 pH 1.5로 표기되어 있다. 반면 Tetric® N-Bond Universal은 pH 2.5로 ultra-mild에 속하는 산성도를 가지는 접착제이다. 자가 부식 접착제의 법랑질 표면 처리가 산부식 단계를 별도로 한 경우보다 약하다는 결과가 있어 왔으며 자가 부식 접착제들 간에도 결합력에 대한 비교 연구가 계속되어 왔다. pH 0.1 - 0.4의 강한 산성도를 가지는 30 - 40% 인산으로 산부식 및 수세 과정을 가지는 5세대 접착제인 3M™ Single Bond2가 자가부식 접착제들보다 법랑질에서 높은 전단강도를 보였으나 두 자가부식 접착제 간 비교에서는 산성도에 따른 예상과는 반대의 결과를 얻음으로써 접착제 성분에 포함된 모노머들과 용매제등 다른 요소가 법랑질에 대한 결합강도에 영향을 주었을 것으로 보인다[24].

이전의 연구들을 보면 산부식 과정을 따로 시행한 경우 주사 전자 현미경으로 관찰하였을 때 탈회 정도가 뚜렷한 양상을 보이는 반면, 자가부식 접착 시스템에서는 불규칙한 양상을 보인다고 하였고 이는 결합강도 결과에 영향을 주는 요소 중 하나라고 평가되고 있다[3,25].

법랑질의 산부식 깊이 양상과 결합 강도 사이의 관련성이 약

하다는 일부의 논문이 있음에도 불구하고 본 연구 결과 법랑질의 전처리는 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다[26]. 본 실험 재료로 쓰인 새로 개발된 접착제들의 제조사가 제공하는 설명서에 따르면 산부식 전처리 과정은 필수가 아닌 선택사항으로 기재되어 있으나 산부식 과정이 접착력을 높일 수 있으며 술자의 판단에 따라 추가하도록 추천하고 있다. 본 연구에서는 추가적으로 열순환을 시행하지는 않았는데, Krejci와 Lutz[27]가 발표한 레진 접착제의 접착 내구성에 관한 연구에 따르면 열순환 후에 법랑질에 대한 결합강도는 변하지 않았다고 한 결과를 근거로 생략하였다.

본 연구는 단지 접착 계면에 대한 전단 접착 강도를 측정하는 것으로 이들 접착시스템에 대한 좀더 다양한 연구를 진행하여 비교하면 더 정확한 임상적 의의가 있을 것으로 사료되었다.

V. 결 론

5세대 접착제인 3M™ Single Bond2와 새로 개발된 접착제 Tetric® N-Bond Universal, GC® G-Premio BOND를 비교 평가한 결과 평균 전단 접착 강도의 값은 3M™ Single Bond2가 17.65 MPa로 가장 크고 Tetric® N-Bond Universal은 13.32 MPa, GC® G-Premio BOND는 10.72 MPa 순으로 측정되었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 산부식 과정을 따로 시행한 5세대 접착 시스템이 새로 출시된 일단계 접착 시스템보다 전단접착강도가 높았고 이는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 이러한 결과는 일단계 접착 시스템이 갖고 있는 단점으로 지적될 수 있으며, 보완이 필요할 것으로 사료되었다.

References

- Buonocore MG : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34:849-853, 1955.
- Bouillaguet S, Gysi P, Godin C, et al. : Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J Dent*, 29:55-61, 2001.
- Hayakawa T, Kikutake K, Nemoto K : Influence of self-etching primer treatment on the adhesion of resin composite to polished dentin and enamel. *Dent Mater*, 14:99-105, 1998.
- Miyazaki S, Iwasaki K, Onose H, Moore B : Enamel and dentin bond strengths of single application bonding systems. *Am J Dent*, 14:361-366, 2001.
- Miyazaki M, Hinoura K, Onose H, et al. : Effect of self-etching primer application method on enamel bond strength. *Am J Dent*, 15:412-416, 2002.
- 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.
- Inoue S, Vargas MA, Vanherle G, et al. : Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. *J Adhes Dent*, 3:237-245, 2001.
- De Munck J, Van Meerbeek B, Armstrong S, et al. : Microtensile bond strengths of one-and two-step self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Am J Dent*, 16:414-420, 2003.
- Perdigao J, Lopes L, Vanherle G, et al. : Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent*, 10:141-146, 1997.
- Ibarra G, Vargas MA, Cobb DS, et al. : Microtensile bond strength of self-etching adhesives to ground and unground enamel. *J Adhes Dent*, 4:115-124, 2002.
- Lopes G, Marson F, Baratieri L, et al. : Composite bond strength to enamel with self-etching primers. *Oper Dent*, 29:424-429, 2004.
- De Munck J, Vargas M, Lambrechts P, et al. : One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent*, 30:39-49, 2005.
- Torii Y, Itou K, Nishitani Y, et al. : Enamel tensile bond strength and morphology of resin-enamel interface created by acid etching system with or without moisture and self-etching priming system. *J Oral Rehabil*, 29:528-533, 2002.
- Kanemura N, Sano H, Tagami J : Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. *J Dent*, 27:523-530, 1999.
- Ferrari M, Mason P, Davidson C, et al. : Role of hybridization on marginal leakage and bond strength. *Am J Dent*, 13:329-336, 2000.
- Franchi M, Breschi L : Effects of acid-etching solutions on human enamel and dentin. *Quintessence Int*, 26:431-435, 1995.
- Pashley DH : Smear layer-Physiological conditions. *Oper Dent Suppl*, 3:13-29, 1984.
- Rotta M, Bresciani P, Baratieri LN, et al. : Effects of phosphoric acid pretreatment and substitution of bonding resin on bonding effectiveness of self-etching systems to enamel. *J Adhes Dent*, 9:537, 2007.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Vijay P, et al. : Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges.

- Oper Dent*, 28:215-235, 2003.
20. Ivoclar vivadent : Tetric N-Bond Universal. Available from URL: <http://asia.ivoclarvivadent.com/en-as/productcategories/bond/tetric-n-bond-universal>, (Accessed on May 12, 2017)
 21. Alex G : Universal adhesives: The next evolution in adhesive dentistry? *Compend Contin Educ Dent*, 36:15-26, 2015.
 22. Tay FR, Pashley DH, Itthagarun A, *et al.* : Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent*, 30:371-382, 2002.
 23. Tay FR, Pashley DH : Aggressiveness of contemporary self-etching systems: I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater*, 17:296-308, 2001.
 24. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, *et al.* : State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*, 27:17-28, 2011.
 25. Cheng JT, Itoh K, Hisamitsu H, *et al.* : Effect of dentine conditioners on the bonding efficacy of one-bottle adhesives. *J Oral Rehabil*, 32:28-33, 2005.
 26. Freedman G, Leinfelder K : Seventh-generation adhesive systems. *Dent Today*, 21:106, 2002.
 27. Krejci, Lutz F : Mixed Class V restorations : The potential of a dentine bonding agent. *J Dent*, 18:263-270, 1990

국문초록

최근 소개된 상아질 접착제의 전단 접착 강도 비교

신지선¹ · 황은지² · 김종빈¹

¹단국대학교 치과대학 소아치과학교실

²단국대학교 치과대학 예방치과학교실

소아치과 영역에서 수복 치료에 널리 쓰이는 레진 치료의 술식 민감성 및 시간 감소에 대한 꾸준한 노력으로 새로운 접착제의 개발이 이루어지고 있는데 최근 출시된 접착제와 기존에 널리 쓰이는 두 단계 접착제와 비교 분석하여 임상적으로 적용하기에 어떠한지 평가해 보고자 하였다. 본 연구에서는 78개의 건전한 소구치를 3군으로 나누어 순면 법랑질에 새로 개발된 Tetric® N-Bond Universal (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)과 GC® G-Premio BOND (GC Co., Japan)를 실험군으로 하고 기존의 5세대 3M™ Single Bond2 (3M ESPE, USA)를 대조군으로 설정하여 동일하게 Filtek™ Z-350 (3M ESPE, USA)복합 레진을 접착시킨 후 접착제에 따른 전단접착강도를 비교 평가하였다.

그 결과 산부식 과정을 따로 적용하지 않은 두 실험군에서 각각의 전단접착강도가 산부식 과정을 포함한 대조군의 결과보다 통계학적으로 유의성 있게 낮은 결과를 나타내었다. 또한 새로 개발된 두 접착제간 비교에서는 Tetric® N-Bond Universal 제품이 GC® G-Premio BOND 제품보다 전단 접착 강도가 유의성 있게 큰 것으로 나타나 임상에서 제품을 선택할 때 참조할 수 있을 것으로 생각된다.

주요어: 상아질 접착제, 전단접착강도, 산부식, 법랑질