

Shear Bond Strength and Microleakage of a New Self-etch Sealant Containing S-PRG filler

Jinseon An, Juhyun Lee, Hyunwoo Seo, Howon Park

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

Abstract

The purpose of this study was to evaluate shear bond strength and microleakage of a new self-etch fissure sealant containing S-PRG filler (BeautiSealant).

Forty-five premolars were randomly divided into three groups: SEPBS group (Self-etching primer + BeautiSealant), AEBS group (Phosphoric acid etching + BeautiSealant), AECP group (Phosphoric acid etching + Clinpro™ sealant). For the shear bond strength test, microcylinders of fissure sealant were bonded to prepared buccal surfaces of teeth and shear bond strengths were measured by a universal testing machine. For the microleakage test, sealants were applied on each occlusal fissure of teeth. All teeth surface were coated with finger nail varnish, with the exception of a 1.0 mm window around the sealant margins. The teeth were immersed in 2% methylene blue solution for 24 hours and then rinsed in water. The teeth were then embedded in resin and cut buccolingually along the tooth axis and observed with a stereomicroscope to determine the degree of microleakage.

SEPBS group demonstrated lower bond strength in comparison with that of AEBS and AECP groups ($p < 0.05$). However, no significant differences were observed between AEBS and AECP groups. There was no statistically significant difference in degree of microleakage among three groups.

Key words : Pit and fissure sealants, Shear strength, Dental leakage

I. 서 론

치아우식증은 유병률이 높은 질환이며 이 중에서도 제1대구치에서 발생하는 우식증의 90%가 소와열구에서 발생하는 것으로 알려져 있다¹⁾. 특히 맹출한지 얼마되지 않은 대구치는 소와열구부위의 형태가 복잡하고 석회화의 정도가 낮아 우식 감수성이 매우 높다.

치면열구전색술은 이와 같이 좁고 깊은 소와 및 열구를 인위적으로 폐쇄해 줌으로써 치아 표면과 구강 내 환경 사이에 물리적 장벽 역할을 하여 교합면에 발생하는 우식을 예방하는 효과적인 방법으로 알려져 있다²⁾. 이러한 치면열구전색술의 효과는

치면열구전색제의 장기간 유지력, 변연 봉쇄력, 술자의 도포 기술과 같은 요소에 의해서 영향을 받는다³⁾. 그리고, 치면열구전색제는 행동 조절이 어려운 소아환자나 갓 맹출한 치아에 적용되는 경우가 많아, 도포에 있어 술식 시간을 줄이고, 산부식된 치아의 타액 오염과 같은 술식 오류를 최소화하기 위해 새로운 기술과 재료들이 개발되어 왔다⁴⁾.

BeautiSealant는 S-PRG 필러를 포함함으로써 불소의 방출과 재충전이 우수하다는 성질을 가져 우식을 효과적으로 억제할 수 있다는 특징이 있고, 또한 자가부식 프라이머를 사용함으로써 치아 표면 세척과 건조과정이 없어 작업시간을 단축시키고, 타액과 혈액에 의한 오염 기회를 줄인다는 장점이 있다^{5,6)}.

Corresponding author : Howon Park

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University, 7 Jukheon-gil, Gangneung, 210-702, Korea

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

Received November 13, 2015 / Revised December 15, 2015 / Accepted December 5, 2015

그러나 자가부식 프라이머의 범랑질에 대한 접착은 인산에 비해 높은 산도로 인하여 충분한 부식이 일어나는지에 대한 논란이 존재한다. Biria 등⁷⁾은 치면열구전색제 도포 전 인산 부식을 사용하는 전형적인 방법이 자가부식 치면열구전색제와 비교시 더 나은 결합강도를 가진다고 한 반면, 최근의 한 무작위 비교 연구에서는 인산 부식 군과 비교시 자가부식 시스템의 사용이 유사한 치면열구전색제 유지율을 갖는다고 보고하였다⁸⁾.

지금까지 BeautiSealant의 불소 방출과 재충전, 항우식 작용에 대한 비교 연구들은 많이 보고되었으나^{6,9,10)}, 자가부식 프라이머로 접착하는 BeautiSealant의 결합력과 봉쇄력 등의 물리적 성질에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다.

그러므로, 본 연구는 S-PRG 필러를 포함하는 BeautiSealant를 2가지 전처리 방법, 자가부식 프라이머 또는 인산 부식 전처리 방법에 따라 결합강도와 미세누출을 평가하고, 인산 부식과 함께 사용하는 레진계 치면열구전색제인 Clinpro™ sealant와 비교하고자 함에 있다.

II. 연구 재료 및 방법

본 연구는 강릉원주대학교 치과병원 임상심사위원회(IRB)의 승인을 받아 시행되었다(IRB File NO.: IRB 2015-02).

1. 연구재료

교정 치료를 위해 발거된 상악 소구치 중 충전물, 파절, 표면 결합이 없는 45개를 실험 대상으로 사용하였다. 실험재료는 S-PRG 필러를 함유하는 치면열구전색제인 BeautiSealant (Shofu, Kyoto, Japan)와 레진계 치면열구전색제 Clinpro™ Sealant (3M ESPE, St Paul, MN, USA)을 사용하였으며, 전처리제로 BeautiSealant 전용 자가부식 프라이머 (BeautiSealant primer, Shofu, Kyoto, Japan)와 37% 인산 (Plus Etch-37, Esegae dental, Gangneung, Korea)을 사용하였다(Table 1).

2. 전단결합강도 측정

1) 시편 제작

고속용 다이아몬드 버를 사용하여 30개의 상악 소구치의 치

근을 절단한 후, 치아를 자가 중합 아크릴릭 레진(Jet Tooth Shade™ Powder, Lang Dental Mfg Co Inc, Wheeling, IL, USA)에 임상 치관의 협면을 노출시켜 매몰하였다. 편평한 범랑질 표면을 얻기 위해서 각 시편의 범랑질 표면을 600 grit silicon carbide paper를 이용하여 연마하였고, 시편은 실험 직전까지 증류수에 보관하였다.

제작된 시편은 무작위로 10개씩 3개의 군으로 분류하였으며, SEPBS군은 치아 표면을 10초 정도 건조시킨 후, 제조사의 지시에 따라 BeautiSealant 자가부식 프라이머를 적용한 후 BeautiSealant를 적용하였고, AEBS군은 20초 동안 37% 인산 부식 후 세척하고 건조시킨 뒤 BeautiSealant를 적용하였으며, AECP군은 20초 동안 37% 인산 부식 후 세척하고 건조시킨 뒤 Clinpro™ sealant를 적용하였다(Table 2). 치면열구전색제는 내경 2 mm, 높이 2 mm의 Teflon mold를 이용하여 치면열구전색제 블록을 축조하였고, LED 광중합기(Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA)를 이용하여 치면열구전색제 직상방에서 20초간 광조사를 시행하였다. 제작된 시편은 24시간 동안 상온의 증류수에 보관하였다.

2) 전단결합강도 측정

24시간 동안 증류수에 보관한 시편을 건조시킨 후 Universal Testing Machine (EZ test, Shimadzu Inc, Kyoto, Japan)을 이용하여 cross head speed 1 mm/min의 속도로 전단하중을 가했다. 범랑질 표면에서 치면열구전색제가 탈락될 때의 최대 힘을 N단위로 측정하였으며, 범랑질-치면열구전색제 간 접촉 면적으로 나누어 MPa단위로 환산하였다.

Table 2. Group classification

Group	Method of treatment
SEPBS	BeautiSealant primer(self-etching primer) for 5s → Air dry Apply the BeautiSealant Light cure with LED for 20s
AEBS	37% phosphoric acid for 20s → rinse with water for 20s Apply the BeautiSealant Light cure with LED for 20s
AECP	37% phosphoric acid for 20s → rinse with water for 20s Apply the Clinpro™ sealant Light cure with LED for 20s

Table 1. Materials used in this study

Materials	Main composition	Manufacturer
BeautiSealant	Primer : Acetone, Distilled water, Carboxylic acid monomer, Phosphoric acid monomer Liquid : S-PRG filler (fluoroboroaluminosilicate glass), UDMA, TEGDMA, Micro fumed silica	Shofu Inc, Kyoto, Japan
Clinpro™ sealant	Bis-GMA, TEGDMA, colorants, initiators, fluoride releasing, Amorphous silica	3M ESPE, St Paul, MN, USA
Plus Etch-37	37% phosphoric acid etchant	Esegae dental, Gangneung, Korea

UDMA, urethane dimethacrylate; TEGDMA, triethyleneglycol dimethacrylate; Bis-GMA, Bisphenol A glycidyl dimethacrylate

3. 미세누출 측정

1) 시편 제작 및 처리

상악 소구치 15개를 무작위로 5개씩 3개의 군으로 분류하고, 저속 핸드피스의 브러쉬를 이용하여 실험 대상 치아를 세척하였다. 각 군의 방법에 따라 제조사의 지시대로 소와열구에 치면열구전색제를 적용한 후, 알코올 솜으로 치아 표면을 세척하였다.

시편은 5℃와 55℃의 수조에서 각각 30초씩 침적시키는 방법으로 총 500회의 열순환을 시행하였다. 치근단공을 통해 염색액이 침투하는 것을 막기 위해 치근단공 부위를 복합레진으로 봉쇄한 후 치면열구전색제 변연 1 mm를 제외한 전 치면에 nail varnish를 2회 도포하였다. 시편을 건조시킨 후 2% methylene blue 용액에 넣어 24시간 동안 침적시킨 후 흐르는 물에 세척하였다. 색소를 제거한 치아를 교정용 투명 레진에 매립 후 주수하에서 Isomet low speed diamond wheel saw (Accutom-50, Struers, Ballerup, Denmark)를 이용하여 협설 방향으로 절단하여 2개의 시편을 제작하였다.

2) 미세누출 판별

입체 현미경 (SZH 10 stereo microscope, Olympus, Tokyo, Japan)을 이용하여 100배율로 염색 용액의 침투 정도를 관찰하였다. 노출된 절단면은 Overbo와 Raadal¹¹⁾의 기준에 따라(Table 3), 각 절단면에서 관찰된 최고점을 그 치아의 색소 침투도로 평가하였다(Fig. 1).

4. 통계처리

통계처리는 SPSS 21.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 전단결합강도 비교를 위해 One way ANOVA를 이용하여 각 군 간의 유의성을 검정하고 Tukey HSD를 이용하

여 사후 검정하였다. 미세누출 실험에서는 Kruskal-Wallis 검정을 이용하여 각 군 간의 유의성을 검정하고, 사후 검정은 Mann-Whitney를 이용하였다. 모든 통계 분석은 95% 유의수준 하에서 검증하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 전단결합강도 측정

각 군의 평균 전단결합강도는 Table 4와 같다. 평균 전단결합강도는 SEPBS군에서 12.42 MPa로 가장 낮게 나타났고, AECP군에서 17.08 MPa로 가장 높게 나타났다. AEBS군과 AECP군 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 존재하지 않았으며, SEPBS군은 AEBS, AECP군에 비해 유의하게 낮은 전단결합강도 값을 보였다($p < 0.05$).

2. 미세누출 측정

각 군의 미세누출 점수는 Table 5와 같다. SEPBS군에서 가장 높은 미세누출을 보였고, AECP군에서 가장 낮은 미세누출을 보였으나 각 군 간의 통계적으로 유의한 차이는 존재하지 않았다.

Table 4. Descriptive statistics of the shear bond strength values

Groups	Mean ± SD	Minimal (MPa)	Maximal (MPa)
SEPBS	12.42 ± 2.51 ^a	8.61	15.85
AEBS	16.04 ± 2.06 ^b	13.24	20.12
AECP	17.08 ± 1.94 ^b	14.35	19.58

SD: standard deviation

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

Table 3. Penetration score and criteria of marginal seal

Score	Criteria
0	No penetration
1	Penetration down to half of the length of the fissure
2	Penetration extending beyond half the length of the fissure
3	Penetration into underlying fissure

Table 5. Microleakage score (Mean ± SD) of the groups tested

Group	Microleakage score				Mean ± SD
	0	1	2	3	
SEPBS	0	6	2	2	1.6 ± 0.84
AEBS	4	1	3	2	1.3 ± 1.25
AECP	5	1	1	3	1.2 ± 1.39

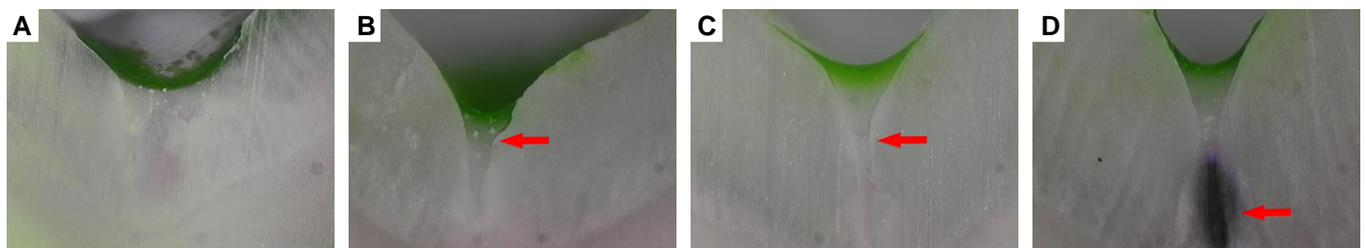


Fig. 1. Samples of each marginal seal score after dye immerse. A. Score - 0 (X 100), B. Score - 1 (X 100), C. Score - 2 (X 100), D. Score - 3 (X 100).

SEPBS군에서는 전체 표본 10개 중 염색액이 침투하지 않은 시편은 0개로 모든 시편에서 미세누출이 관찰된 반면, AEBS군에서는 염색액이 침투하지 않은 시편이 5개, AECP군에서는 4개로 관찰되었다.

IV. 총괄 및 고찰

BeautiSealant는 Robert 등¹²⁾이 개발한 S-PRG 필러 기술을 이용한 치면열구전색제로 S-PRG 필러는 수분이 있는 조건 하에서 fluoroaluminosilicate glass (FASG)와 polyalkenoic acid (PAA) 사이의 산-염기 반응에 의해 형성된다¹³⁾. 이러한 S-PRG 필러는 불소의 방출과 재충전 능력이 우수하고 Al^{3+} , Na^+ , SiO_3^{2-} , Sr^{2+} , F^- 와 같은 여러 가지 이온을 방출함으로써 항우식 효과, 산중화능, 치태 억제능을 가진다고 한다^{9,10,14)}.

BeautiSealant와 함께 사용이 권고되는 전처리제 BeautiSealant primer는 자가부식 프라이머로 인산기나 카르복실기를 포함하는 친수성의 산성 단량체를 사용하고 있다¹⁵⁾. 자가부식 프라이머에 포함된 인산 성분은 치질의 부식에 관여하고, 카르복실 성분은 접착 촉진제로 작용함으로써 치질의 부식과 프라이밍 과정이 동시에 일어나게 된다. 이러한 과정에서 발생된 반응산물은 나중에 적용되는 치면열구전색제에 의해 중합되므로 물로 세척할 필요가 없게 된다¹⁶⁾. 이로 인해 도포 과정이 짧아 술식 시간이 단축되고, 과도한 산부식이나 산부식된 치아의 타액 오염과 같은 술식 오류를 최소화한다는 장점이 있지만, 인산에 비해 높은 산도와 낮은 부식 효과를 가져 법랑질에 얇은 흠과 불명확한 부식 양상을 나타낸다는 단점이 있다¹⁷⁾.

자가부식 프라이머의 법랑질 사용에 대해서는 여러 가지 의견들이 있다. Perdigao 등¹⁸⁾은 자가부식 프라이머에 의한 부식 양상과 법랑질의 전단결합강도 간에 상관관계가 없다고 하였지만, Kanemura 등¹⁹⁾은 주사전자현미경 연구에서 여러 종류의 자가부식 프라이머 접착제는 건전한 법랑질에서 얇은 부식 양상으로 인하여 낮은 결합강도를 나타낸다고 하였으며, Eminkahyagil²⁰⁾과 Cehreli²¹⁾은 건전한 법랑질에서 자가부식 접착제 사용시 법랑질에 대해 낮은 결합력과 높은 미세누출을 보이고, Perry 등²²⁾은 자가부식 접착제가 전형적인 산부식보다 미세누출이 더 많음을 보고했다.

이 연구의 결합강도 실험 결과, BeautiSealant의 결합에 있어 자가부식 프라이머를 사용한 군(SEPBS)은 인산 부식을 사용한 군(AECP)보다 낮은 결합강도 값을 보였고, 인산 부식 후 적용한 Clinpro™ sealant 군(AECP)과 비교시에도 더 낮은 결합강도 값을 보였다. 하지만 인산 부식 후 BeautiSealant를 적용한 군(AEBS)은 인산 부식 후 Clinpro™ sealant를 적용한 군(AECP)과 유사한 결과를 보였다. 제조사에서는 BeautiSealant 전용 자가부식 프라이머를 사용하여 BeautiSealant 도포시 19.5 MPa의 결합강도를 보인다고 하였지만²³⁾, 본 연구에서는 결합강도 값이 12.42 MPa로 낮게 나타났다.

이와 같은 연구 결과가 나온 이유로 자가부식 프라이머 사용시 남아있는 친수성의 인산 성분이 수분을 흡수하는 경향이 있고,

법랑질의 주성분인 수산화인회석으로부터 용해된 고농도의 칼슘과 인의 이온효과에 의해 산성 성분이 중화되어 법랑질 탈회가 적게 발생하여 결합강도가 감소되었다고 생각할 수 있다²⁴⁾. 법랑질 탈회의 깊이는 인산 부식시 8-10 μm , 산성 프라이머 사용시 2-4 μm 깊이가 형성된다고 한다²⁵⁾. 그러므로 자가부식 프라이머를 사용할 때는 추가적인 처치가 요구될 수 있다. Torii 등²⁶⁾은 식재된 법랑질에 자가부식 프라이머를 적용하기 전에 법랑질의 부식 효과를 증진시키기 위해 인산을 보조적으로 사용하면 자가부식 프라이머 접착제의 결합강도를 증가시킬 수 있다고 하였고, Miyazake 등²⁷⁾은 자가부식 프라이머를 문지르면서 적용하면 탈회된 법랑질로 프라이머 침투가 향상되므로 프라이머를 그대로 방치한 경우보다 증가된 결합강도를 보인다고 하였다.

미세누출을 측정하는 방법으로는 색소 침투법, 주사전자현미경을 이용한 변연적합도 분석법, 방사선 동위원소 이용법 등이 있으며, 이 중 색소를 이용하는 방법은 가장 오래되고 간편한 방법으로 주로 basic fuchsin이나 methylene blue 등을 많이 사용한다^{28,29)}. 본 연구에서는 5% methylene blue를 사용하여 전색제의 미세누출도를 측정하였으며, Overebo와 Raadal¹¹⁾의 기준에 따라 각 절단면에서 관찰된 최고점을 그 치아의 색소 침투도로 평가하는 방법을 사용하였다.

치면열구전색제의 미세누출에 있어서 Shimazu 등⁹⁾은 자가부식 프라이머로 접착하는 S-PRG 필러를 함유하는 치면열구전색제는 인산 부식에 의한 깊은 레진 태그 없이 미세누출과 gap을 예방할 수 있다고 주장하였다. 그리고 Cal-Neto 등³⁰⁾은 법랑질에서 인산 부식은 자가부식 프라이머를 통한 부식보다 불규칙적이면서 깊은 미세 공포를 형성할 수는 있으나 전색제의 점성과 흐름성으로 인하여 그 깊이만큼 레진 태그가 형성되지는 않는 반면, 자가부식 프라이머는 산부식을 일으키는 동시에 부착에도 관여하기 때문에 탈회된 깊이만큼 중합될 치면열구전색제가 침투하여 틈이 생기지 않고 연속성이 유지되며 변연 봉쇄력이 증진될 수 있다고 하였다.

본 연구에서 각 군 간의 미세누출에 있어 통계적인 차이는 관찰되지 않았지만, BeautiSealant를 도포한 군(SEPBS, AEBS)에서 Clinpro™ Sealant를 도포한 군(AECP)보다 미세누출이 더 많이 발생하는 경향을 보였다. Stach 등³¹⁾은 필러의 함량이 높을수록 점성이 높고 흐름성이 떨어져 시술 과정에서 얇게 적용하기가 힘들어 파잉 충전을 하게 된다고 하였으며, Geiger 등³²⁾은 치면열구전색제의 중합 과정에서 1.5-4%의 수축이 일어나며, 치면열구전색제에 의해 덮히는 면적이 넓을수록 미세누출이 클 것이라고 주장하였다. BeautiSealant의 필러 함량은 약 30%로³³⁾, 7% 정도의 필러를 함유하고 있는 Clinpro™ sealant보다 더 많은 양의 필러를 함유하고 있다³⁴⁾. 이로 인해 BeautiSealant 사용시 Clinpro™ sealant보다 미세누출이 더 많은 경향을 보였다고 생각된다. 그리고 BeautiSealant처럼 점조도가 높은 치면열구전색제 도포시, 친수성인 프라이머 사용이 침투를 증가시킬 수 있다는 의견이 있지만, 여러 연구 결과 침투도는 증가되었다 할지라도 실제 미세누출이나 유지력에는 많은 영향을 미치지 못한다고 하였다³⁵⁻³⁷⁾.

본 연구에서도 자가부식 프라이머를 사용한 군(SEPBS)의 모든 시편에서 미세누출이 발생하여 위의 연구들과 유사한 결과가 나타났다.

이 연구의 한계점으로는 결합강도 실험에 있어 치면열구전색제 중합 후 주변으로 흘러나왔을 수 있는 치면열구전색제 잔사를 들 수 있다. 현미경 관찰 하에 잔사를 칼로 모두 제거하였으나 그 제거가 완전하지 않을 가능성이 있어 이는 전단결합강도에 영향을 줄 수 있다고 생각한다. 또한 미세누출 실험에 있어서 다양한 치아의 해부학적 형태로 인해 전색제의 접촉이 달라졌을 수 있고, 본 연구에서는 치면열구전색제가 도포 초기에 주로 탈락하는 것을 감안하여 총 500회의 열순환을 시행하였는데, 그 이상의 열순환으로 장기적인 평가 시에는 결과가 달라질 수 있을 것이라고 생각한다. 본 연구는 전단결합강도와 미세누출 실험을 통하여 얻은 실험실적인 결과이므로 이러한 결과가 *in vivo*에서도 동일하게 나타날 것인가를 확인하는 임상적인 연구가 더욱 진행되어야 할 것이다.

본 연구의 결과 BeautiSealant 치면열구전색제 수복시에 결합강도와 미세누출 측면에서 범랑질 전처리로 자가부식 프라이머를 사용하는 것보다 통상적인 인산 부식을 사용하는 것이 더 나은 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서는 S-PRG 필러를 포함하는 치면열구전색제, BeautiSealant의 범랑질 전처리 방법에 따른 전단결합강도 및 미세누출을 레진계 치면열구전색제, Clinpro™ Sealant와 비교 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

전단결합강도 실험 결과, SEPBS군(자가부식 프라이머 + BeautiSealant)의 전단결합강도값이 12.42 MPa로, 16.04 MPa의 값이 관찰된 AEBS군(인산 부식 + BeautiSealant), 17.08 MPa의 값이 관찰된 AECP군(인산 부식 + Clinpro™ Sealant)보다 유의성 있게 낮은 전단결합강도 값을 보였으며 ($p < 0.05$), AEBS군과 AECP군 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 존재하지 않았다. 미세누출과 관련하여 각 군 간의 통계적으로 유의한 차이는 존재하지 않았으나, SEPBS군에서는 AEBS, AECP군과는 달리 모든 시편에서 미세누출이 관찰되었다.

References

1. Adair SM : The role of sealants in caries prevention programs. *J Calif Dent Assoc*, 31:221-227, 2003.
2. Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, et al. : Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc*, 139:257-268, 2008.
3. Wadenya RO, Yego C, Blatz MB, Mante F : Bond strength and microleakage of a new self-etch sealant. *Quintessence Int*, 40:559-563, 2009.
4. Aman N, Khan FR, Salim A, Farid H : A randomized control clinical trial of fissure sealant retention: Self etch adhesive versus total etch adhesive. *J Conserv Dent*, 18:20-24, 2015.
5. Shimazu K, Ogata K, Karibe H : Evaluation of the ion-releasing and recharging abilities of a resin-based fissure sealant containing S-PRG filler. *Dent Mater J*, 30:923-927, 2011.
6. Shimazu K, Ogata K, Karibe H : Caries-preventive effect of fissure sealant containing surface reaction-type pre-reacted glass ionomer filler and bonded by self-etching primer. *J Clin Pediatr Dent*, 36:343-347, 2012.
7. Biria M, Ghasemi A, Torabzadeh H, et al. : Assessment of Microshear Bond Strength: Self-Etching Sealant versus Conventional Sealant. *J Dent (Tehran)*, 11:137-142, 2014.
8. Maher MM, Elkashlan HI, El-Housseiny AA : Effectiveness of a self-etching adhesive on sealant retention in primary teeth. *Pediatr Dent*, 35:351-354, 2013.
9. Kaga M, Kakuda S, Ida Y, et al. : Inhibition of enamel demineralization by buffering effect of S-PRG filler-containing dental sealant. *Eur J Oral Sci*, 122:78-83, 2014.
10. Hasegawa H, Iizuka J, Shiya T, et al. : Anti-demineralization Effect of S-PRG Sealant on Artificial Enamel Grooves in vitro. *Jpn j conserv dent*, 56:370-376, 2013.
11. Ovrebo RC, Raadal M : Microleakage in fissures sealed with resin or glass ionomer cement. *Scand J Dent Res*, 98:66-69, 1990.
12. Fluoride ion sustained release preformed glass ionomer filler and dental compositions containing the same. Available from URL: <http://www.google.com/patents/US5883153> (Accessed on November 27, 2015)
13. Kamijo K, Mukai Y, Tominaga T, et al. : Fluoride release and recharge characteristics of denture base resins containing surface pre-reacted glass-ionomer filler. *Dent Mater J*, 28:227-233, 2009.
14. Shin SW, Kim JS : Microleakage and anticariogenic effect of S-PRG filler-containing pit and fissure sealant. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 40:247-252, 2013.
15. Hannig M, Reinhardt KJ, Bott B : Self-etching

- primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper Dent*, 24:172-180, 1999.
16. Jin CH, CHO YG, Kim SM, Lee MS : Effect of the application time of self-etching primer on the bonding of enamel. *Restor Dent Endod*, 33:224-234, 2008.
 17. Daronch M, De Goes MF, Grande RH, Chan DC : Antibacterial and conventional self-etching primer system: morphological evaluation of intact primary enamel. *J Clin Pediatr Dent*, 27:251-256, 2003.
 18. Perdigao J, Lopes L, Lambrechts P, *et al.* : Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent*, 10:141-146, 1997.
 19. 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.
 20. Eminkahyagil N, Gokalp S, Korkmaz Y, *et al.* : Sealant and composite bond strength to enamel with antibacterial/self-etching adhesives. *Int J Paediatr Dent*, 15:274-281, 2005.
 21. Cehreli ZC, Gungor HC : Quantitative microleakage evaluation of fissure sealants applied with or without a bonding agent: results after four-year water storage in vitro. *J Adhes Dent*, 10:379-384, 2008.
 22. Perry AO, Rueggeberg FA : The effect of acid primer or conventional acid etching on microleakage in a photoactivated sealant. *Pediatr Dent*, 25:127-131, 2003.
 23. BeautiSealant - Fluoride releasing pit & fissure sealant system. Available from URL: http://www.shofu.com/shofu_images/Literature/beautisealant%20brochure.pdf (Accessed on December 10, 2015)
 24. Yoshiyama M, Sano H, Ebisu S, *et al.* : Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *J Dent Res*, 75:1404-1413, 1996.
 25. Kim HJ : The influence of enamel etching with self-etching adhesive on the microleakage of pit and fissure sealant. Ph. D. Dissertation, Chosun university, Kwang Ju, 2006.
 26. Torii Y, Itou K, Nishitani Y, *et al.* : Effect of phosphoric acid etching prior to self-etching primer application on adhesion of resin composite to enamel and dentin. *Am J Dent*, 15:305-308, 2002.
 27. Miyazaki M, Hinoura K, Honjo G, Onose H : Effect of self-etching primer application method on enamel bond strength. *Am J Dent*, 15:412-416, 2002.
 28. Dejou J, Sindres V, Camps J : Influence of criteria on the results of in vitro evaluation of microleakage. *Dent Mater*, 12:342-349, 1996.
 29. Bashar AK, Alam MS, Hussain MA, *et al.* : An in vitro microleakage study of different filling materials using dye penetration method. *Bangladesh Med Res Counc Bull*, 32:1-9, 2006.
 30. Cal-Neto JP, Miguel JA : Scanning electron microscopy evaluation of the bonding mechanism of a self-etching primer on enamel. *Angle Orthod*, 76:132-136, 2006.
 31. Stach DJ, Hatch RA, Tilliss TS, Cross-Poline GN : Change in occlusal height resulting from placement of pit and fissure sealants. *J Prosthet Dent*, 68:750-753, 1992.
 32. Geiger SB, Gulayev S, Weiss EI : Improving fissure sealant quality: mechanical preparation and filling level. *J Dent*, 28:407-412, 2000.
 33. Safety data sheet of BeautiSealant paste. Available from URL: http://www.shofu.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2014/05/SDS_BeautiSealant_Paste.pdf (Accessed on November 10, 2015)
 34. 3M Material safety data sheet 3M™ ESPE™ Clinpro sealant. Available from URL: http://static1.square-space.com/static/51299f90e4b03f854eea7c46/t/512ab498e4b0c8653974309a/1361753240715/3M_ClinPro_Sealant.pdf (Accessed on November 10, 2015)
 35. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y *et al.* : Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res*, 79:709-714, 2000.
 36. Feigal RJ, Musherure P, Gillespie B, *et al.* : Improved sealant retention with bonding agents: a clinical study of two-bottle and single-bottle systems. *J Dent Res*, 79:1850-1856, 2000.
 37. Lim HH, Jang KT, Kim CC, Hahn SH : The effects of drying agents and bonding agentson the sear bond strength of sealants to enamel. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 30:196-203, 2003.

국문초록

S-PRG 필러를 포함하는 치면열구전색제의 전단결합강도 및 미세누출

안진선 · 이주현 · 서현우 · 박호원

강릉원주대학교 치과대학 소아치과학 교실 및 구강과학연구소

본 연구의 목적은 S-PRG 필러를 포함하는 치면열구전색제(BeautiSealant)의 법랑질 전단결합강도 및 미세누출을 평가함에 있다.

45개의 소구치를 실험대상으로 사용하였으며, 자가부식 프라이머 도포 후 BeautiSealant를 적용한 군(SEPBS), 인산 부식 후 BeautiSealant를 적용한 군(AEBS), 인산 부식 후 Clinpro™ sealant를 적용한 군(AECP)으로 나누어 실험하였다. 전단결합강도 측정을 위해 치면열구전색제 블록을 법랑질 표면에 적용하였고, 미세누출을 평가하기 위해 소구치의 소와열구에 치면열구전색제를 도포하였다.

전단결합강도와 관련하여 SEPBS군은 AEBS, AECP군에 비해 유의하게 낮은 값을 보였으나($p < 0.05$), AEBS군과 AECP군 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 존재하지 않았다. 미세누출과 관련하여 3군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 존재하지 않았다.

주요어: 치면열구전색제, 전단결합강도, 미세누출