

수종의 치면열구 전색재의 전처리가 결합강도에 미치는 영향

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

민윤경 · 정태성 · 김 신

Abstract

A STUDY ON THE INFLUENCE OF PRETREATMENT ON THE BOND STRENGTHS OF SOME PIT AND FISSURE SEALANTS

Yun-Kyung Min, Tae-Sung Jeong, Shin Kim

Dept. of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University

For the purpose of comparing the shear bond strengths of pit and fissure sealants, and finding out the more efficient method of tooth surface treatment when the etched surface is contaminated by saliva or moisture, an experiment was performed on 3 types of pit and fissure sealants. 120 extracted human molars were divided into 3 groups, each of which was composed of 40 specimens sealed with Heliobond, Teethmate-F and Fuji III respectively. And each group was again divided into 4 subgroups according to tooth surface treatment. The shear bond strengths of each group and subgroup were measured and statistically analyzed. The results obtained were as follows :

1. Shear bond strengths of nonfluoridated resin sealant, Heliobond were shown to be higher than those of fluoridated resin sealant, Teethmate-F, but, not significantly different.
2. Shear bond strengths of GI sealant, Fuji III were to be markedly lower than those of two resin sealants.
3. When there is moisture contamination, applying primer under sealant(Group IV) results in a significantly stronger bond strength of sealant to enamel than when using sealant alone(Group II) in case of all sealants.
4. When there is no moisture contamination, using primer under sealant(Group III) results in bond strength equivalent to bond strength on using sealant alone(Group I).

5. Based on the results above, it was demonstrated that the bond of sealant to tooth surface is greatly affected by saliva contamination and that the complete tooth isolation method should be fully emphasized. The application of primer is recommended when performing sealant under the environment very susceptible to saliva contamination.

I. 서 론

산부식법을 이용한 치면열구 전색법은 1965년 Cueto와 Buonocore¹⁾에 의해 소개된 이래 여러 학자들의 연구²⁻⁵⁾에서 교합면 우식증의 예방에 가장 효과적인 방법으로 입증되어 널리 선호되고 있는 술식이다. 이러한 전색재의 우식예방효과는 그 유지율에 크게 의존하며⁶⁾, 전색재의 유지력은 대별하여 그 성분과 특성, 전색술식중의 오류인 타액 오염 등의 요인에 의해 영향을 받을 수 있다는 보고가 있었다⁷⁾.

전색재 자체의 성분과 특성에 따른 유지력의 차이에 대한 연구가 다수 있기는 하나, 레진계, 불소 유리 레진계, Glass Ionomer(이하 GI)계열 전색재의 유지력을 동시에 비교한 보고는 아직 찾기 힘든 실정이므로, 이러한 관점에서의 연구가 필요할 것으로 사료되었다. 가장 선호되는 일반적인 레진계 전색재의 결합강도의 우수성에 대해서는 이미 입증된 바 있다. 아울러, 그 우식예방효과를 증가시키기 위하여 전색재에 불소를 첨가시키려는 시도가 오래전부터 있었다⁸⁻¹⁰⁾. 그러나, 불소를 첨가함으로써 야기되는 전색재의 물성의 변화가 중요한 문제로 대두되었다. 관련연구에 의하면, 불소가 이온교환에 의해 장기간 서서히 유리되어 전색재 자체의 물성이 저하되지는 않는다고 하였다^{11,12)}. 불소첨가에 의해 점조도가 증가하여 열구침투성은 감소하나, 유지력 및 변연봉쇄성은 그다지 영향을 받지 않음이 보고된 바 있다^{13,14)}. 그리고, 점조도 및 열구침투성의 감소는 불소유리 전색재에 함유된 불소의 효과에 의해 보상받을 수 있다고 하였다¹⁰⁾. 근래에는 Glass Ionomer Cement(이하 GIC)를 전색재로 사용하려는 시도가 활발히 진행되고 있다. 전색재로써 GIC를 사용할 경우의 가장 큰 장점은 치

질에 화학적 결합하고, 우식을 조절할 정도의 적당량의 불소를 유리하는 점이지만, 이러한 강점에도 불구하고 전색재로서의 가장 중요한 요건인 유지력이 낮은 것이 큰 단점으로 지적되었다¹⁵⁾.

전색재의 유지실패의 원인은 술자의 부적절한 적용방법이며, 이는 주로 전색재 도포전의 산부식 치면의 타액오염에서 비롯된다고 할 수 있다^{16,17)}. 타액에 오염되었을 경우 낮은 결합력을 보이는 원인은 산부식된 법랑질면에 정상적으로 존재하는 대부분의 미세공이 수분에 의해 폐쇄되고 이로 인해 레진의 침투가 방해를 받아 resin tag의 형성이 불충분하게 되고 따라서 접착력이 감소되기 때문이라는 보고¹⁶⁾가 있었으며, 또 다른 연구에는 산부식 치면은 타액오염 즉시 타액을 흡수하여 표면활성도가 감소하여 표면결합력이 감소하기 때문이라고 하였다³⁾. 따라서, 타액이 오염되지 않은 이상적인 상태에서 전색재를 도포하는 것이 가장 좋기는 하나, 시술과정에서 협조도가 낮은 어린이환자나 신체장애자, 리버뎀을 사용하여도 치은연하에서 기시되는 구(groove)와 맹출중인 치아처럼 완벽한 방법이 어려운 경우에는 타액오염의 위험성이 상존하기 때문에, 이러한 상황에서 전색재를 도포할 경우에는 타액오염에 대처할 방법이 필요하게 되었다. 그래서, 전색재 하방에 중간층으로 전색재보다 친수성이 높은 접착재를 사용하는 방법이 제안되었다. 즉, Universal Bond III, Scotchbond™ Multi-Purpose 등의 접착재를 타액오염된 법랑질면에 사용하면 전색재의 침투를 증가시켜 결합력을 증가시킬 수 있다는 보고¹⁷⁾가 다수 있었으며, 국내에서도 서, 김 등¹⁸⁾이 유사한 결과를 보고한 바 있다.

본 연구에서는 상이한 성분을 가진 전색재의 유지력을 비교하고, 시술중의 타액오염이 전색재의

유지력에 미치는 영향과 그 대처방안을 모색할 목적으로 시도되었다.

성분과 특성이 상이한 3종의 전색재의 전단결합강도를 비교하고, 각각의 전색재내에서 산부식치면이 수분에 오염된 상황에서의 다양한 치면처리 방법을 설정하여 그에 따른 전색재의 유지력을 전단결합강도 측정으로 상호 비교분석하여 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

가. 연구재료

본 실험은 발거된 120개의 건전한 대구치를 대상으로 하였으며, 3종의 치면열구 전색재와 primer 가 실험재료로 사용되었다(표 1).

나. 연구방법

1. 대상치아의 준비

치관에 잔류된 부착물을 scaler로 제거하고, 불소가 포함되지 않은 pumice로 치면세마를 시행한 후 세척하고 2% NaOCl에 24시간 보관하여 표면에 부착된 유기물을 제거하였다. 이 후 생리식염수에 24시간 이상 보관한 다음, 협면이 노출되도록 각각 acrylic resin에 매몰하였다. 노출된 협면 법랑질을 800 grit의 사포로 약 4x4 mm의 평탄면을 얻을 때까지 기초연마한 후 1000 grit의 사포로 최종연마하여 증류수에 24시간 보관하였다.

2. 수분오염 및 치면열구 전색재의 접착

1) 모든 시편의 법랑질 표면을 5초동안 수분과 기름이 섞이지 않은 압축공기로 건조시킨 후, Helioseal과 Teethmate-F군은 37% 인산으로 60초간 부식시킨 후 20초간 세척하여 chalky white appearance가 될 때까지 건조시켰고, Fuji III군은 깨끗하게 세척하여 건조시켰다.

2) moist condition(II, IV 군)을 위해서, 과잉수분을 제거하기 위해 부식된 치면을 tissue paper로 한번 닦아내었다.

3) primer group (III, IV 군)에서는 제조회사의 지시에 따라 primer A:B를 1:1로 혼합하여 부식된 치면에 5겹 정도 도포하였으며, 이 사이에는 건조시키지 않았다. 10초간 방치하고, 5초간 건조시켰다.

4) 직경 4 mm의 ring을 이용하여, 준비된 표본에 3종의 치면열구 전색재를 적용하며, Helioseal과 Teethmate-F군은 가시광선 중합기(Visilux 2, 3M Co.)로 20초간 조사하여 경화시키고, Fuji III에는 varnish를 도포하였다. 각 군은 10개씩 처리하였다.

I 군은 표준 적용술식에 따라, 치면을 부식시키고 chalky white surface까지 건조한 후 치면열구 전색재를 적용하였다. II 군은 치면을 산부식한후 과잉수분을 제거하기 위해 tissue paper를 사용하여 건조시킨후 전색재를 적용하였다. III 군은 치면을 부식시켜 chalky white surface까지 건조한후 primer를 적용하고 전색재를 적용하였다. IV 군에서는 치면을 부식시킨후 tissue paper로 건조시킨 후 primer를 적용하고 전색재를 적용하였다.

3. 전단결합강도 측정

full load scale 50 kg, crosshead speed 2 mm/min의 조건의 만능시험기(Instron)에서 각 군의 전단결합강도를 측정하였다.

4. 통계처리

실험에서 얻은 자료는 SPSS/PC+를 이용한 ANOVA 및 t-test로 검정하였다.

III. 연구성적

3종의 치면열구 전색재의 전단결합강도와 각각

Table 1. Materials used in this study

Material Name	Characteristics	Manufacturer
Helioseal	Unfluoridated, unfilled, light cured	Vivadent Co.
Teethmate-F	Fluoridated, unfilled, light cured	Kuraray Co.
Fuji III	GI sealant, chemical cured	GC Dental Ind. Co.
Primer A, B(All-Bond 2)	Mixing type	Bisco

Table 2. Shear bond strengths of each group

Materials	Experimental groups			
	Group I	Group II	Group III	Group IV
Helioseal	11.51±2.85	1.57±0.87	12.33±2.61	11.46±2.19
Teethmate-F	9.39±1.78	1.74±0.84	9.06±1.18	9.38±2.57
Fuji III	2.15±0.66	0.18±0.10	1.79±0.25	2.06±0.13

MPa, n=40, M±SD

Table 3. Comparison of shear bond strengths between sealants

	Helioseal	Teethmate-F	Fuji III
Helioseal			
Teethmate-F	-		
Fuji III	*	*	

* : p<0.05, - : not significant

의 전색재에서의 여러 조건(건조상태의 I, III군, 수분오염된 II, IV군)과 치면처리방법(primer를 처리하지 않은 II군, primer를 처리한 III, IV군)에 따른 치면열구 전색재의 전단결합강도를 표 2에 제시하였다.

3종의 전색재의 전단결합강도를 비교해 볼 때, Helioseal과 Teethmate-F에서는 전자가 후자에 비해 약간 더 크기는 하나 유의한 차이는 없었다. GI계 전색재인 Fuji III의 결합강도는 앞의 두 전색재에 비해 상당히 낮았다(표 3).

각 전색재에서의 치면처리방법에 따른 결합강도를 비교해 볼 때, 3종의 전색재에서 모두 동일한 결과를 얻었다. 즉, 수분이 있는 표면에서, 전색재 하방에 primer를 처리한 군(IV군)이 하지 않은 군(II군)에 비해 전단결합강도가 상당히 높았다. 반면, 건조상태에서의 양 군간에는 유의한 차이가 없었다(표 4).

IV. 총괄 및 고안

전색재 자체의 성분과 특성에 따른 유지력의 차이를 비교하기 위해서 가장 일반적으로 사용되는 레진계열인 Helioseal, 불소유리 레진계열인 Teethmate-F, 최근에 들어서 연구가 활발히 진행되고 있는 GI계열 전색재인 Fuji III를 이용하여 전

Table 4. Comparison of shear bond strengths between groups

	Group I	Group II	Group III	Group IV
Group I				
Group II	*			
Group III	-	*		
Group IV	-	*	-	

* : p<0.05, - : not significant

단결합강도를 비교하였다. 지금까지 가장 선호되는 레진계 전색재인 Helioseal의 결합강도의 우수성에 대해서는 이미 입증된 바 있다. 그리고, 전색재의 우식예방효과를 가일층 높이기 위한 노력의 일환으로 전색재에 불소를 첨가하려는 시도가 오래 전부터 계속되고 있다^{8,10}.

전색재에 불소를 안정적으로 첨가할 목적으로 지금까지 소개된 방법중 대표적인 것으로 두 가지를 들 수 있는데^{11,19}, 그 중 하나는 불소를 수용성 불소염의 형태로 비중합 레진에 첨가하는 것이다. 그러나, 이 경우에는 염의 해리를 통해 중합된 전색재로부터 불소가 유리되므로, 전색재의 물성을 약화시켜 임상적인 적용에 한계를 나타내었다. 두 번째 방법은 불용성 중합체와 분자결합하는 유기불소의 형태로 불소를 첨가하는 것인데, 이 경우에는 불소가 이온교환에 의해 방출되므로 장기간 서서히 유리되며, 전색재 자체의 물성이 훼손되지 않는다는 장점이 있다^{8,11-13}.

본 연구에 사용한 Teethmate-F는 전자의 방법을 이용한 것으로 이온교환에 의해 불소를 유리한다. Teethmate-F는 dimethacrylate를 주성분으로 하는 Bis-GMA의 전색재이며, 산 ester monomer MDP가 접착성 단량체로서 사용되고 있다. 불소는 이 중합체로부터 가수분해에 의해 서서히 유리되게 된다. 불소첨가에 의한 물성의 변화에 대한 연

구로서, Jensen¹⁰⁾, Turpin¹³⁾, Cooley¹⁴⁾, Garcia-Godoy²⁰⁾는 통상의 레진계 전색재보다 점도도가 증가하여 열구침투성은 감소하나, 유지력 및 변연봉쇄성은 그다지 영향을 받지 않았다고 보고한 바 있다. Marcushamer 등²¹⁾도 불소첨가의 여부가 전단결합강도에는 영향을 미치지 않는다고 보고하였다.

근래에는 GIC를 전색재로 응용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 전색재로써 GIC를 사용할 경우의 중요한 장점은 치질에 화학적으로 결합하고, 우식을 조절할 정도의 적당량의 불소를 유리하는 점이라 할 수 있다. 그러나, 이러한 우수한 성질에도 불구하고 전색재로서의 가장 중요한 조건인 유지력이 낮은 것이 큰 단점으로 지적되었으며, 이 점을 개선하기 위한 많은 노력이 계속되어 왔다. GI 계열의 전색재의 유지력 및 결합강도에 대한 연구를 보면, Shimokabe 등²²⁾은 Fuji III의 상당한 비율에서 주로 전색후 1~3개월 사이에 탈락되며, 6개월후에는 94%에서 탈락되었다고 보고하였다. 반면, Mckenna와 Grundy²³⁾는 전색재로써 GIC를 이용할 경우 높은 유지력을 나타낸다고 보고하였다. Mejare와 Mj r²⁴⁾는 GI계열의 전색재는 기술적으로 민감하여 유지율이 다양하게 나타난다고 보고하였다. 다수의 연구²²⁻²⁶⁾에서는 GI계열의 전색재의 높은 탈락율에도 불구하고 전색재가 탈락된 후에도 전색재에 포함된 불소의 우식에 방효과가 지속된다고 보고하였다.

본 연구에서는 크게 두 가지 관점에서 실험을 하였는데, 첫째는 성분과 특성이 상이한 3종의 전색재의 전단결합강도를 비교해 보았다. 연구결과에서는 Helioseal의 전단결합강도가 약간 더 높게 나타나기는 하였으나, Helioseal과 Teethmate-F의 결합강도간에 유의한 차이는 없었다. GI계 전색재의 전단결합강도는 2종의 레진계 전색재에 비해 상당히 낮게 나타났다. GI계의 전색재에 대한 계속적인 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

전색재의 유지실패의 가장 큰 원인은 전색술식 중에 산부식치면의 타액오염이라는 것은 널리 알려진 사실이다. 타액오염시 전색재가 낮은 결합력은 보이는 이유에 대해서는 여러 학자들의 연구가 있다. Hornati 등¹⁶⁾은 타액오염시 낮은 결합강도를 보이는 것은 오염된 법랑질 표면의 습윤성(wetability)이 부족하기 때문이며, 산부식치면에 존재

하는 대부분의 미세공이 수분에 의해 폐쇄되고 이로 인해 레진의 침투가 방해를 받아 resin tag의 형성이 불충분하게 되고 따라서 접착력의 감소를 초래한다고 보고하였다. Buonocore⁹⁾는 산부식 치면은 타액오염 즉시 타액을 흡수하여 표면활성도가 감소하여 표면결합력이 감소한다고 보고하였다. 그렇기 때문에 타액에 오염되지 않은 이상적인 상태에서 전색재를 도포하는 것이 가장 좋기는 하다. 그러나, 시술시 협조도가 낮은 유아환자나 신체장애환자, 러버댐을 사용하여도 치은연하에서 기시되는 구와 맹출중인 치아에서와 같이 완벽한 방법이 어려운 경우에는 타액오염의 위험성이 상존하기 때문에, 이러한 경우 전색재 도포시 타액오염에 대처할 방법을 강구할 필요가 있다. 수분이나 타액오염시 치면열구 전색시에 bonding agent의 사용에 관한 연구가 계속되어 왔고, 유지력을 증가시키기 위해서 수분에 오염된 법랑질과 상아질에 이용할 여러 종류의 친수성의 bonding agent을 고안해 내었다. 이에 관한 다수의 연구가 있는데, Hitt 등²⁶⁾은 치면열구 전색재의 하방에 중간층으로 접착제를 사용하였고, 그 결과 수분이나 타액에 오염된 법랑질에 접착제를 사용할때 결합력이 증가되었다고 보고하였다. Rosell 등¹⁷⁾은 Universal Bond III 와 Scotchbond™ Multi-purpose를 수분에 오염된 법랑질에 적용한 결과 치면열구 전색재의 침투를 증가시켜서 결합력을 증가시킨다고 보고하였다.

본 연구의 두 가지 관점중 후자는 각 전색재에서 산부식치면이 수분에 오염되었거나 그럴 가능성이 높은 경우의 대처방안으로 primer의 사용이 치면열구 전색재의 유지력에 미치는 영향에 관한 것이었다. 그래서, 3종의 치면열구 전색재내에서 산부식치면이 수분에 오염될 경우를 가상하여 보다 효율적인 치면처리방법을 모색하고자 여러 조건과 치면처리방법을 설정하여 그에 따른 전색재의 유지력의 차이를 비교 분석하였다. All-Bond 2 primer를 사용하였는데, 수분에 오염된 산부식치면에서 primer를 사용한 IV군이 사용하지 않은 II군에 비해 전단결합강도가 유의하게 높게 나타났다. 그것은 전치리로 사용된 primer가 전색재보다 친수성을 가지고 있어서 치면을 적시기(wetting) 위해서는 어느 정도의 수분이 필요하고, 또한 primer는

acetone을 포함하기 때문에 법랑질 표면의 수분을 통해 깊은 소와나 열구와 법랑질 미세공내로 침투를 용이하게 하기 때문이라고 알려진 바 있다²⁷⁾.

그리고, 건조된 이상적인 상태에서도 치면열구 전색재의 결합력을 증가시키기 위한 방법의 일환으로 bonding agent를 복합사용하여 그 효과를 검토한 연구가 다수 있다. Simonsen²⁸⁾, Dorignac²⁹⁾은 bonding agent를 복합사용한 경우가 전색재만을 단독 사용한 경우에 비하여 높은 결합력을 보였다고 보고한 반면, Garcia-Godoy 등³⁰⁾은 양자간에 유의한 차를 발견하지 못하였다고 보고하는 등 논란의 여지가 많다. 본 연구의 결과, 오염되지 않은 건조 상태에서는 primer를 사용한 III군과 사용하지 않은 I 군간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났는데, 이는 Garcia-Godoy 등³⁰⁾의 연구 결과와 일치하는 것이다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 치면열구 전색재 도포시 타액오염이 접착력의 심각한 감소를 초래함이 재입증되어 러버댐 등을 이용한 완벽한 방습이 새삼 강조되었다. 맹출중인 치아, 비협조적인 환자 또는 술자의 거부감 등의 제한적인 상황에서는 면구를 이용한 방습법도 적절히 타액오염을 방지할 수 있다고 하였으나³⁰⁾, 최근의 연구³¹⁾에서는 면구를 이용해서 방습한 경우 치면열구 전색재의 2년후 잔유율이 88%, 러버댐을 사용한 경우에는 96%의 잔유율을 보였다고 하였다. 비록 이들 결과가 유의한 수준은 아니었으나, 면구에 의한 방습을 시행할 경우 타액오염의 위험이 높은 것만은 부인할 수 없는 사실이므로, 가능한 한 러버댐의 사용이 권장된다. 만약 산부식 처리된 법랑질 표면이 시술도중 타액에 노출되었을 때는 재부식처리하는 방법이 타당하다. 그러나, 치은연하에서 기시되는 협착이나 설측 구의 전색시나 소아환자나 장애 환자, 러버댐을 사용할 수 없어서 입술이나 혀의 움직임에 의해 완벽한 방습이 어려운 경우에는 술자도 의식하지 못하는 동안 타액오염의 위험성이 높다. 이러한 경우에 치면열구 전색재와 primer의 복합사용이 타당하다고 판단되나 임상적 연구결과가 뒷받침되어야 할 것으로 생각되었다. 아울러 보다 친수성이 있고 수분에 민감하지 않는 재료를 개발하여 전색재 유지력의 증진을 도모함으로써 우식예방방법으로서의 치면열구 전색재의

역할을 보다 넓힐 수 있을 것으로 사료되었다.

V. 결 론

본 연구는 성분과 특성이 상이한 3종의 치면열구 전색재의 전단결합강도를 비교하고, 각 전색재에서 산부식 치면이 수분에 오염될 경우 보다 효율적인 치면처리방법을 모색할 목적으로, 여러 치면처리법과 조건을 설정하여 그에 따른 치면열구 전색재의 유지력을 비교분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 레진계 전색재인 Heliocore가 불소유리 레진계 전색재인 Teethmate-F에 비해 전단결합강도가 다소 크게 나타났으나, 유의한 수준은 아니었다. ($p>0.05$)
2. GI계 전색재인 Fuji III의 전단결합강도는 2종의 레진계 전색재에 비해 낮게 나타났다. ($p<0.05$)
3. 여러가지 치면처리법에 따른 치면열구 전색재의 전단결합강도는 3종의 전색재에서 동일한 결과를 얻었는데, 수분에 오염된 표면에서 전색재 하방에 primer를 처리한 군 (IV 군)이 처리하지 않은 군(II 군)에 비해 결합강도가 높게 나타났다. ($p<0.05$)
4. 건조상태에서의 양 군(I, III군)은 유사한 결합강도를 보였다. ($p>0.05$)
5. 이상의 결과에서 치면열구전색재 도포시 수분오염이 접착력의 심각한 감소를 초래함이 확인되어 완벽한 방습법이 새삼 강조되었으며, 타액오염의 가능성이 높은 시술상황에서는 primer를 병용하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. Cueto, E.I., Buonocore, M.G.: Adhesive sealing of pits and fissures for caries prevention. *J. Dent. Res.*, 44:137, 1965.
2. Cueto, E.I., Buonocore, M.G.: Sealing of pits and fissures with an adhesive resin. Its use in caries prevention. *J. Am. Dent. Assoc.*, 75:121-128, 1967.

3. Buonocore, M.G.: Caries prevention in pits and fissures sealed with an adhesive resin polymerized by ultraviolet light: a two-year study of a single adhesive application. *J. Am. Dent. Assoc.*, 82:1090-1093, 1971.
4. Rock, E.P.: Fissure sealants - further results of clinical trials. *Br. Dent. J.*, 136:317-321, 1974.
5. Horowitz, H.S., Heifetz, S.B., and Poulsen, S.: Retention and effectiveness of a single application of an adhesive sealant in preventing occlusal caries: final report after 5 years of study in Kalispell, Montana. *J. Am. Dent. Assoc.*, 96:1133-1139, 1977.
6. Ripa, L.W.: The current status of pit and fissure sealants: a review. *J. Can. Dent. Assoc.*, 10(1):367-380, 1985.
7. Disney, J.A., Bohannon, H.M.: The role of occlusal sealants in preventive dentistry. *D. C. N. A.*, 28:21-35, 1984.
8. National Institutes of Dental Research Advances in Dental Research: Fluoride-releasing sealants. *J. Am. Dent. Assoc.*, 110:90, 1985.
9. Norman, R.D., Phillips, R.W., and Swartz, M.L.: Fluoride uptake by enamel from certain dental materials. *J. Dent. Res.*, 39:11-16, 1960.
10. Jensen, Q.E., Billings, R.J., and Featherstone, J.D.: Clinical evaluation of fluoroshield pit and fissure sealants. *Clin. Prev. Dent.*, 12:24-27, 1990.
11. Zimmerman, B.F., Rawls, H.R., and Bassett, R.G.: Fluoride release and physical properties of an experimental resin-filled sealant. *J. Dent. Res.*, 63:295, abs. No. 1116, 1984.
12. Zimmerman, B.F., Rawls, H.R., and Querens, A.E.: Prevention of in vitro secondary caries with an experimental fluoride-exchanging restorative resin. *J. Dent. Res.*, 63:689-692, 1984.
13. Turpin-Mair, J.S., Rawls, H.R., and Christensen, L.V.: An in vitro study of caries prevention, cavity adaptation, homogeneity and microleakage of a new fluoride-releasing resin. *J. Oral. Rehabil.*, 9:523-530, 1982.
14. Cooley, R.L., Mccourt, J.W.: Evaluation of a fluoride-containing sealant by SEM, microleakage, and fluoride release. *Pediatr. Dent.*, 12:38-42, 1990.
15. Boksman, L.: Clinical evaluation of a glass ionomer cement as a fissure sealant. *Quint. Int.*, 18:707-709, 1987.
16. Hormati, A.A., Fuller, J.L., and Denehy, G.E.: Effects of contamination and mechanical disturbance on the quality of acid-etched enamel. *J. Am. Dent. Assoc.*, 100:34-38, 1980.
17. Rosell, F., Valsecki, A., and Reis, M.: Microscopic analysis of the penetration of the sealants: saliva's contamination and use of dental adhesive. *J. Dent. Res.*, 74:777, 1995.
18. 서가진, 김진태.: 산부식 처리된 법랑질표면의 타액오염이 레진결합력에 미치는 경향에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 14:221-232, 1987.
19. Rawls, J.R., Zimmerman, B.F.: Fluoride-exchanging resins for caries protection. *Caries. Res.*, 17:32-43, 1983.
20. Garcia-Godoy, F., Cooley, R.L., and Ranly, D.M.: Effect of dentin adhesives on sealant bond strength. *J. Clin. Pediatr. Dent.*, 15:241-243, 1991.
21. Marcushamer, M., Neuman, E., and Garcia-Godoy, F.: Fluoridated and nonfluoridated unfilled sealants show similar shear strength. *Pediatr. Dent.*, 19:289-290, 1997.
22. Shimokobe, H., Komatsu, H., and Kawakami, S.: Clinical evaluation of glass ionomer cement used for sealant. *J. Dent. Res.*, 65:812, 1986.
23. McKenna, E.F., Grundy, G.E.: Glass ionomer cement fissure sealants applied by operative dental auxiliaries: retention rate after one year. *Aust. Dent. J.*, 32:200-203, 1987.
24. Mejare, I., Mj r, I.A.: Glass ionomer and resin-based fissure sealants: a clinical study. *Scand. J. Dent.*, 98:345-350, 1990.
25. Boksman, L., Gratton, D.R., and McCutchen, E.: Clinical evaluation of a glass ionomer cement as a fissure sealants. *Quint. Int.*, 18:707-709, 1987.

26. Hitt, J.C., Feigal, R.J.: Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an *in vitro* study. *Pediatr. Dent.*, 14:41-45, 1992.
27. Jee-won Choi, Drummond, J.L.: The efficacy of primer on sealant shear bond strength. *A. A. P. D.*, 19:286-288, 1997.
28. Simonsen, R.J.: Prevention resin restoration. Innovative use of sealants in restorative dentistry. *Clin. Prevent. Dent.*, 4:27-29, 1982.
29. Dorignac, G.F.: Efficacy of highly filled composites in the caries prevention of pits and fissures: two and one-half years of clinical results. *J. Pedod.*, 11:139-145, 1987.
30. Poulsen, S., Peltoniemi, A.L.: Retention of fissure sealant in primary second molar after 6 months after 6 months. *Scan. J. Dent. Res.*, 87:328-330, 1979.
31. Eidelman, E.: The retention of fissure sealant: rubber dam or cotton roll in a private practice. *J. Dent. Child.*, 50:259-261, 1983.