

불소유리 전색재와 일반 레진계 전색재의 전단결합강도에 관한 비교연구

김 신 · 정태성

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

치면열구 전색재가 교합면 열구우식의 억제에 예방효과를 보임은 이미 잘 알려져 있다. 최근에 들어서는 치면열구 전색재가 불소를 유리하도록 성분적인 첨가를 하려는 시도가 있었고, 여러 제품이 현재 이러한 특징을 가지고 시판되고 있다. 그러나, 불소를 유리하는 장점은 가졌으나, 물성의 저하가 초래되지는 않았을지에 대한 의문을 가질 수 있다. 본 연구에서는 일반 레진계 전색재, 불소유리 전색재, GI계 전색재 등 4종의 치면열구 전색재의 유지력을 전단결합강도를 측정으로 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 레진계 전색재인 Helioclear와 Teethmate-A가 불소유리 레진계 전색재인 Teethmate-F에 비해 전단결합강도가 약간 크게 나타나기는 하였으나, 유의한 차는 없었다($p>0.05$).
2. GI계 전색재인 Fuji III의 전단결합강도는 레진계 전색재에 비해 상당히 낮았다($p<0.05$).
3. 위 실험결과에서처럼 레진계 전색재에서 우식예방효과를 증대시킬 목적으로 불소를 포함시켰을 때, 전색재의 유지력에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각되었다.

주요어 : 불소유리 전색재, 전단결합강도

I. 서 론

치면열구 전색재는 치아우식을 조절하는 예방술식의 하나로써, 25년전에 치과임상분야에 도입되기 시작한 후 널리 이용되고 있다. 소와나 열구처럼 우식이 침투하기 쉬운 부위와 특히 치아맹출직후 이 부위에 우식이 빠르게 진행된다는 것은 알려진 사실이다. 상수도 불소화나 불소도포는 약 75% 정도의 인접면 우식예방효과가 있으나, 교합면 우식예방효과는 단지 36%에 불과하였다. 그래서, 교합면 우식증의 예방에 가장 효과적인 방법에 대한 연구가 시작되었고, 오늘날에는 치면열구 전색법이 많은 임상 의들에 의해 선호되고 있다¹⁻⁴⁾. 이러한 치면열구 전색재의 치아우식 예방효과는 전색재의 유지율과 비례하며⁵⁾, 다수의 연구에서 여러 종류의 전색재의 유지율과 재료 자체의 특징 등에 대해 보고된 바 있다. 전색재의 유지력은 그 자체의 성분과 특성, 전색 술식중의 요인인 타액오염 등의 요인에 의해 영향을 받을 수 있다. 전색재 자체의 성분과 특성에 따른 유지력의 차이에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 이와 관련된 다수의 연구가 있긴 하지만, 레진계, 불소유리 레진계, GI계열의 전색재의 유지력을 동시에 비교한 보고는 현재 거의 없기

때문에, 이러한 관점에서의 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

과거부터 현재에 이르기까지 레진계 전색재가 많이 선호되고 있으며, 이는 다른 종류의 전색재에 비해 결합강도가 우수하고 사용이 편하기 때문이다. 이외에도, 불소의 우식예방효과에 착안하여 치아수복재에 불소를 첨가하려는 시도가 오래전부터 있었으나, 레진계 전색재에 대한 불소의 첨가는 근래에 들어 연구되고 있다⁶⁻⁸⁾. 이 연구들에 의하면 불소가 이온교환에 의해 방출되므로 오랜 기간 서서히 유리되어, 전색재 자체의 물성이 저하되지 않는다고 하였다^{6,9,10)}. Swartz¹¹⁾는 불화나트륨(NaF)을 첨가한 수복용 복합레진을 사용하였으나, 수일내에 불소의 유리가 급격히 감소하였기 때문에, 불소의 항구적인 효과는 없다고 보고하였다. 통상의 레진계 전색재에 불소를 첨가함으로써 초래되는 전색재의 점조도, 열구침투성, 유지력 및 변연봉쇄성의 변화에 관한 연구에서, 불소첨가에 의해 통상의 전색재보다 점조도가 증가하여 열구침투성은 감소하나, 유지력 및 변연봉쇄성은 그다지 영향을 받지 않았음을 보고하였다^{8,12,13)}. 그리고, 점조도 및 열구침투성의 감소는 불소유리 전색재에 함유된 불소의 효과에 의해 보상받을 수 있다고 주장하였다⁸⁾. 근래에는 Wilson과 Kent^{14,15)}에 의해 개발된 glass ionomer cement를

전색재로 개발하여 사용하여, 이를 전색재로 응용하기 시작한 후 그 연구가 활발히 진행되고 있다. 전색재로써 glass ionomer cement를 사용하는 중요한 장점은 치질에 화학적 결합하고, 우식을 조절할 정도의 적당한 양의 불소를 유리하며, 뛰어난 생체적합성, 치질과 유사한 열팽창계수, 최소의 경화수축 등이 있다고 보고하였다¹⁶⁾. 그러나 이러한 우수한 성질에도 불구하고 낮은 기계적 강도와 높은 탈락율 등이 지적되고 있어 이러한 성질을 개선시키기 위한 많은 노력이 계속되어 왔다.

본 연구의 목적은 성분과 특성이 상이한 전색재의 유지력에 대해 비교해 보고, 특히 우식예방효과를 증대시키기 위해서 전색재에 불소를 첨가한 경우에 나타나는 전색재 유지력의 변화를 알아보기 위한 것이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

40개의 우식이 없는 발거된 대구치의 협면을 대상으로 하였으며, 4종의 치면열구 전색재(Helioseal, Teethmate-A, Teethmate-F, Fuji III)를 실험재료로 사용하였다 (Table 1).

2. 연구방법

(1) 대상치아의 준비

치관에 잔류된 불순물 잔사를 scaler로 제거하고, 불소가 포함되어 있지 않은 pumice로 치면세마를 시행한 후, 세척하고 2% NaOCL에 24시간 보관하여 표면에 부착된 유기물을 제거하였다. 이후 생리 식염수에 24시간 이상 보관한 다음 협면이 노출되도록 각각 acrylic resin에 매몰하였다. 노출된 협면 범랑질을 800grit의 사포로 약 4×4mm의 평탄면을 얻을 때까지 기초연마한 후 1000 grit의 사포로 최종 연마하여 증류수에 24시간 보관하였다.

(2) 치면열구 전색재의 접착

1. 레진계 전색재의 시편의 범랑질 표면을 5초동안 oil-free,

moisture-free, compressed air 를 이용하여 건조시킨 후, 37% 인산으로 60초간 부식처리 하였다.

2. 20초간 세척하여, chalky white appearance가 될 때까지 건조시켰다.
3. GI계 전색재의 시편은 깨끗하게 세척하고, 건조시켰다.
4. 직경 4mm의 ring을 이용하여, 준비된 표본에 4종의 치면열구 전색재를 적용한 후, 레진계 전색재는 가시광선 중합기로 20초간 조사하여 경화시키고, Fuji III에는 varnish를 도포하였다. 시편은 각각 10개 군으로 처리하였다.

(3) 전단결합강도 측정

각 군의 전단강도를 측정하기 위해 Instron으로 full load scale 50kg, 2mm/min의 cross-head속도의 조건하에서 측정하였다.

(4) 통계처리

실험결과 얻은 자료는 ANOVA 및 t-test를 이용하여 검정하였다 (p<0.05).

III. 연구성적

Table 2에는 4종 치면열구 전색재의 전단결합강도가 나타나 있다.

불소유리 레진계 전색재인 Teethmate-F의 결합강도는 두 가지 일반 레진계 전색재와 비교했을 때, 약간 낮기는 하였으나 유의한 차이는 아니었다. GI계 전색재인 Fuji III의 결합강도는 세 가지 전색재에 비해 매우 낮았다(Table 3).

IV. 총괄 및 고안

일반적으로 실험실과정에서 사용되는 치아로는 사람의 치아나 소의 치아가 주로 사용되는데 특히 소의 치아는 편평하고 넓

Table 1. Materials used in this study

Material Name	Characteristics	Manufacturer
Helioseal	Unfluoridated unfilled	Vivadent Co.
	light cured sealant	
Teethmate-A	Unfluoridated unfilled	Kuraray Co.
	light cured sealant	
Teethmate-F	fluoridated unfilled	Kuraray Co.
	light cured sealant	
Fuji III	Glass ionomer cement chemical cured sealant	GC Dental Ind. Co.

Table 2. Shear bond strength (M±SD) of each group (MPa)

Group	N	MPa ± SD
1. Helioseal	10	12.23 ± 3.45
2. Teethmate-A	10	11.67 ± 2.61
3. Teethmate-F	10	9.79 ± 2.54
4. Fuji III	10	2.17 ± 0.87

Table 3. Comparison of shear bond strength values between groups

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1	-			
Group 2	-	-		
Group 3	-	-	-	
Group 4	*	*	*	-

* p<0.05

- No significant difference (p>0.05)

은 면적을 얻을 수 있는 실험상의 이점이 있어 이를 이용하여 전단강도를 측정한 보고도 다수 있었다¹⁷⁾. Nakamichi 등¹⁸⁾은 사람과 소의 치아를 사용하여 결합강도를 측정비교한 결과 통계학적 유의차가 없었다고 보고했다. 본 연구에서는 발거된 건전한 대구치를 실험대상 치아로 사용하였는데, 이는 비록 소의 치아가 실험상 편리한 점이 있고 결과에 별다른 영향을 미치지 않는다 하더라도 사람의 치아를 이용하여 실험하는 것이 좀 더 타당성이 있다고 사료되었기 때문이며, 4×4mm 넓이의 편평한 범랑질 표면을 얻기 위하여 대상치아의 협측면을 연마하는 과정에서 상당한 깊이의 범랑질이 제거됨을 감수하여야 했다.

본 연구에서는 우식예방효과를 증대시키기 위해 치면열구 전색재에 불소를 첨가하였을 때 전색재의 유지력에 미치는 영향에 대해 실험하였다.

실험에서 사용된 전색재는 먼저 레진계 전색재로서 가장 일반적으로 사용되는 Heliaseal, Teethmate-A와 Teethmate-F, 최근에 들어서 연구가 활발히 진행되고 있는 GI계열인 Fuji III를 이용하여 전단결합강도를 측정하여 비교하였다. 과거부터 현재에 이르기 까지 레진계 전색재가 많이 선호되고 있으며, 이는 다른 종류의 전색재에 비해 결합강도가 우수하고 사용이 편리하기 때문이다. 이외에도 우식예방효과를 가일층 높이기 위한 노력의 일환으로 전색재에 불소를 첨가하려는 시도가 오래전부터 계속되고 있다^{6,8)}. 전색재에 불소를 안정적으로 첨가할 목적으로 지금까지 소개된 방법 중 대표적인 것으로 두 가지를 들 수 있다^{9,19)}. 첫째는 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. 또 다른 방법은 불용성 중합체와 분자결합하는 유기불소의 형태로 불소를 첨가하는 것이다. 이 경우에는 불소가 이온교환에 의해 방출되므로 오랜기간 서서히 유리되며, 전색재 자체의 물성이 훼손되지 않는다는 장점이 있다^{6,9,10,12)}. 본 연구에 사용한 Teethmate-F(Kuraray Co.)는 전술한 방법중 두 번째 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 유리되며, 유리된 불소는 전색한 소와열구 및 인접주위치질에 결합하게 된다. 불소를 첨가함으로써 생길 수 있는 전색재의 물리적 성질의 변화에 관한 연구로서, 불소첨가에 의해 통상의 레진계 전색재보다 점조도가 증가하여 열구침투성은 감소하나 유지력 및 변연봉쇄성은 그다지 영향을 받지 않았음이 보고되었고^{8,12,13)}, Turpin¹²⁾, Cooley¹³⁾, Garcia-Godoy²⁰⁾, Jensen⁸⁾은 불소유리 전색재의 변연봉쇄성 및 열구침투성, 유지력이 통상의 전색재와 유사하다고 보고하였다. Marcushamer 등²¹⁾은 불소유리 레진계 전색재와 일반적인 레진계 전색재의 전단결합강도는 유사하다고 보고하였다. 본 연구에서도 Heliaseal의 전단결합강도가 약간 더 높게 나타나기는 하였지만, Heliaseal과

Teethmate-F의 전단결합강도사이에 유의한 차이는 없었다. 그리고, 점조도 및 열구침투성의 감소는 불소유리 전색재에 함유된 불소의 효과에 의해 보상받을 수 있다고 주장하였다⁸⁾. Glass ionomer cement를 전색재로 응용한 후 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 전색재로서 Glass ionomer cement를 사용하는 중요한 장점은 치질에 화학적으로 결합하고, 우식을 조절할 정도의 적당한 양의 불소를 유리하며, 뛰어난 생체적 합성, 치질과 유사한 열팽창계수, 최소의 경화수축 등이 있다고 보고하였다¹⁶⁾. 그러나, 이러한 우수한 성질에도 불구하고 낮은 기계적 강도, 높은 탈락율 등이 지적되고 있어 이러한 성질을 개선시키기 위한 많은 노력이 계속되어 왔다. GI계의 전색재의 유지력 및 결합강도에 대한 연구를 보면, Shimokabe 등²²⁾은 Fuji III의 상당한 비율에서 주로 전색후 1~3개월 사이에 탈락되며, 6개월후에는 94%에서 탈락되었다고 보고하였고, 반면, Mckenna와 Grundy²³⁾는 전색재로 GIC를 이용할 경우 높은 유지력을 보인다고 보고하였다. Mejare와 Mjor²⁴⁾은 GI계열의 전색재는 technique-sensitive하여 유지율은 다양하게 나타난다고 보고하였다. 다수의 연구²²⁻²⁵⁾에서 처럼 GI계열의 전색재의 높은 탈락율에도 불구하고 전색재가 탈락된 후에도 전색재에 포함된 불소에 의한 우식예방효과가 계속된다고 보고하였다. 본 연구에서도 레진계 전색재에 비해 GI계 전색재의 전단결합강도는 상당히 약하며 통계학적 유의성이 있었다.

부가적으로 치면열구 전색재의 성분 뿐아니라, 철저한 방습에 의한 타액오염의 방지가 전색재 도포시 가장 중요한 요소임은 당연하다. 치면열구 전색재 도포시 타액오염이 접착력의 심각한 감소를 초래함이 입증되어 러버댐 등의 완벽한 방습법이 새삼 강조되었다. 맹출중인 치아, 비협조적인 환자 또는 술자의 거부감 등의 제한적인 상황에서는 면구를 이용한 방습법도 적절히 타액오염을 방지할 수 있다고 하였으나²⁶⁾, 최근의 연구²⁷⁾에서는 면구를 이용해서 방습한 경우 치면열구 전색재의 2년후 잔유율이 88%, 러버댐을 사용한 경우에는 96%의 잔유율을 보였다고 하였다. 비록 이들 결과가 유의한 차를 보이지는 않았으나, 타액오염의 위험이 면구사용시 높은 것만은 부인할 수 없는 사실이므로 가급적 러버댐의 사용이 권장되어야 하겠다. 이처럼 우식예방효과가 뛰어난 불소를 포함한 전색재를 이용하는 것도 중요하지만 재료 자체가 친수성을 가져 수분에 민감하지 않는 재료를 개발하는 것도 전색재 유지력의 증진과 우식예방에 도움이 되리라 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서는 일반 레진계 전색재, 불소유리 전색재, GI계 전색재등 4종의 치면열구 전색재의 유지력을 전단결합강도를 측정으로 서로 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 레진계 전색재인 Heliaseal과 Teethmate-A가 불소 유리 레진계 전색재인 Teethmate-F에 비해 전단결합강도가

약간 크게 나타나기는 하였으나, 유의한 차는 없었다 ($p>0.05$).

2. GI계 전색제인 Fuji III의 전단결합강도는 레진계 전색제에 비해 상당히 낮았다($p<0.05$).
3. 위 실험결과에서처럼 레진계 전색제에서 우식예방효과를 증대시킬 목적으로 불소를 포함시켰을 때, 전색제의 유지력에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Cueto EI, Buonocore MG : Adhesive sealing of pits and fissures for caries prevention. *J Dent Res* 44:137, 1965.
2. Cueto EI, Buonocore MG : Sealing of pits and fissures with an adhesive resin : Its use, in caries prevention. *J Am Dent Assoc* 75:121-128, 1967.
3. Buonocore MG : 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 EP : Fissure sealants - further results of clinical trials. *Br Dent J* 136: 317-321, 1974.
5. Horowitz HS, Heifetz SB, 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. National Institutes of dental research advances in dental research. Fluoride-releasing sealants. *J Am Dent Assoc* 110:90, 1985.
7. Norman RD, Phillips RW, Swartz ML : Fluoride uptake by enamel from certain dental materials. *J Dent Res* 39:1-16, 1960.
8. Jensen QE, Billings RJ, Featherstone JD : Clinical evaluation of fluoroshield pit and fissure sealants. *Clin Prev Dent* 12:24-27, 1990.
9. Zimmerman BF, Rawls HR, Bassett RG : Fluoride release and physical properties of an experimental resin-filled sealant. *J Dent Res* 63:295, abs. No. 1116, 1984.
10. Zimmerman BF, Rawls HR, Querens AE : Prevention of in vitro secondary caries with an experimental fluoride-exchanging restorative resin. *J Dent Res* 63:689-692, 1984.
11. Swartz ML, Phillips RW, Norman RD : Addition of fluoride to pit and fissure sealants - A Sensibility study. *J Dent Res* 55 : 757-771, 1976.
12. Turpin-Mair JS, Rawls HR, Christensen LV : 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.
13. Cooley RL, Mccourt JW : Evaluation of a fluoride-containing sealant by SEM, microleakage, and fluoride release. *Pediatr Dent* 12:38-42, 1990.
14. Wilson AD, Kent BE : A new translucent cement for dentistry. *Br Dent J* 132:133, 1972.
15. McLean JW, Wilson AD : Fissure sealing and filling with an adhesive glass- ionomer cement. *Br Dent J* 136(2) : 269-276, 1974.
16. Boksman L : Clinical evaluation of a glass ionomer cement as a fissure sealant. *Quint Int* 18:707-709, 1987.
17. Brauer GM, Termini DJ : Bonding of bovine enamel to restorative resin : Effect of pretreatment of enamel. *J Dent Res* 51:151-160, 1972.
18. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T : Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res* 62:1076-1081, 1983.
19. Rawls JR, Zimmerman BF : Fluoride-exchanging resins for caries protection. *Caries. Res* 17:32-43, 1983.
20. Garcia-Godoy F, Cooley RL, Ranly DM, Burger KM : Effect of dentin adhesives on sealant bond strength. *J Clin Pediatr Dent* 15:241-243, 1991.
21. Marcushamer M, Neuman E, Garcia-Godoy F : Fluoridated and nonfluoridated unfilled sealants show similar shear strength. *Pediatr Dent* 19:289-290, 1997.
22. Shimokobe H, Komatsu H, Kawakami S : Clinical evaluation of glass ionomer cement used for sealant. *J Dent Res* 65:812, 1986.
23. McKenna EF, Grundy GE : 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, Mjor IA : Glass ionomer and resin-based fissure sealants : a clinical study. *Scand. J Dent* 98:345-350, 1990.
25. Boksman L, Gratton DR, McCutchen E : Clinical evaluation of a glass ionomer cement as a fissure sealants. *Quint Int* 18:707-709, 1987.
26. Poulsen S, Peltoniemi AL : Retention of fissure sealant in primary second molar after 6 months after 6 months. *Scan J Dent Res* 87:328-330, 1979.
27. Eidelman E : The retention of fissure sealant : rubber dam or cotton roll in a private practice. *J Dent Child* 50:259-261, 1983.

Abstract

**A COMPARISON OF THE SHEAR BOND STRENGTHS
BETWEEN CONVENTIONAL COMPOSITE SEALANTS AND FLUORIDE-RELEASING SEALANTS**

Shin Kim, Tae-Sung Jeong

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University

There has recently been some trials to add the fluoride-releasing property to existing fissure sealants and some of them are already commercially available. But, some questions may naturally be arisen regarding the potential decrease of physical properties by adding the fluoride despite its new caries-inhibiting abilities. This study was performed for the purpose of comparing the shear bond strengths of conventional composite sealant, fluoride-releasing sealant and glass ionomer sealant, and obtained the results as follows.

1. Two kinds of composite sealants (Heliobond and Teethmate-A) showed slightly higher bond strength than fluoride-releasing sealant (Teethmate-F) without any significance ($p > 0.05$).
2. Glass ionomer sealant (Fuji III) was much lower than composite sealant in shear bond strength ($p < 0.05$).
3. With the result of this study, it was found that there is little effect on retentive properties of sealants by adding fluoride to amplify the caries-inhibiting properties.

Key words : Fluoride-releasing sealant, Shear bond strength