

기계적 삭제방법을 이용한 치면열구전색제의 열구 침투도 및 미세누출

김지연^{1,2} · 이제호¹ · 박기태^{1,2} · 김성오¹ · 최병재¹ · 손흥규¹

연세대학교 대학원 치의학과¹, 성균관대학교 삼성서울병원 소아치과학교실²

국문초록

교합면 치아우식 예방을 위한 치면열구전색제 도포시 열구내 유기물, 치태, 법랑질 잔사 등을 제거하여 전색제의 유지율을 증가시키고자 기계적 삭제 방법이 소개되었다. 기계적 삭제방법을 사용할 경우 산부식 방법만을 사용하였을 때와 비교하여 치면열구전색제의 열구 침투도 및 미세누출정도의 차이는 임상적인 측면에서 중요하다. 따라서 이 연구에서는 기계적 삭제 방법(소와열구 삭제 후 산부식)과 산부식 방법을 시행한 후, 각각 unfilled sealant와 filled sealant를 처치하고 이들 치면열구전색제의 열구 침투도와 미세누출 정도를 측정하였다.

교정치료를 목적으로 발거된 사람의 소구치 60개를 실험재료로 사용하였으며 그중 30개는 산부식 처리하고 나머지 30개는 소와열구의 기계적 삭제와 산부식 처리를 시행한 후 각각의 방법에서 15개는 unfilled sealant로 나머지 15개는 filled sealant로 수복하였다. Thermocycling(5℃와 55℃ 1200회)을 시행하고 5% methylene blue 용액에 24시간 보관하였다가 각각의 치아를 근심소와와 원심소와에서 협설 방향으로 절단하여 120개의 절단면을 얻었다.

각 절단면을 Measurescope으로 관찰한 결과, 기계적 삭제 방법은 산부식만을 시행한 경우에 비하여 unfilled sealant와 filled sealant 모두 열구 침투도를 증가시켰다($P < 0.05$). 기계적 삭제 방법을 사용한 경우 산부식 방법만을 사용하고 unfilled sealant로 수복한 경우에 비하여 미세누출이 적었고($P < 0.05$), 산부식 방법만을 사용하고 filled sealant로 수복한 경우와는 미세누출에 차이가 없었다. Unfilled sealant와 filled sealant는 기계적 삭제 방법을 사용한 경우와 산부식 방법만을 사용한 경우 모두 열구 침투도나 미세누출에 있어서 유의한 차이가 없었다.

이상의 결과로 보아 치면열구전색제 도포 시 열구 침투도가 우수하고 미세누출이 적은 기계적 삭제 방법과 물리적 성질이 우수한 filled sealant의 사용이 바람직하다고 생각된다. 그러나 미세누출에 있어 교합력을 고려한 실험이나 장기간의 임상실험이 필요할 것이다.

주요어 : 기계적 삭제 방법, 열구 침투도, 미세누출, 치면열구전색제

I. 서 론

교합면은 전체 치아표면의 12.5%만을 차지하지만 어린이 치아우식 경험율의 2/3 이상이 교합면 치아우식증에 의한 것으로

알려져 있다¹⁾. 교합면의 소와열구는 좁고 깊고 불규칙한 형태학적 특징으로 인해 내부에 잔류 이물질이 남게 되는 경우도 있고 표면장력으로 인해 타액에 의한 자정작용의 효과를 받지 못할 수도 있으며 전신적 또는 국소적 불소도포의 효과도 가장 적게 받을 수 있다. 따라서 불소의 사용이 비교적 일반화된 서구에서도 전체 치아우식 경험율은 감소했지만 교합면 치아우식증은 평활면 우식증에 비해 상대적으로 증가한 것으로 보고되었다²⁾⁶⁾.

따라서 1967년 치면열구전색에 대한 문제가 대두되기 시작하였으며, 그 이후 30여 년 동안 많은 연구가 이루어졌고, 현재 치면열구전색이 교합면 우식증 예방에 가장 효과적인 방법으로

교신저자 : 손 흥 규

서울시 서대문구 신촌동 134번지

연세대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel : 02-361-8001

E-mail : hgson@yumc.yonsei.ac.kr

※ 본 연구의 일부는 1998년도 연세대학교 치과대학 교내연구비 지원으로 이루어졌음.

받아들여지고 있다. 그러나 치면열구전색의 성공은 그 유지율과 직접적인 연관성을 갖는데 장기간의 유지율이 낮은 것이 문제점으로 지적되어 전색제의 유지율을 증가시키기 위한 연구들이 시행되어왔다^{5,7-11)}. 치면열구전색제가 유지되려면 열구내로 완전히 침투되고 열구의 입구 부위에서 완전히 법랑질과 결합하여 미세누출이 없어야 하므로, 치면열구전색제의 적절한 유지율을 얻기 위해서는 최대한의 표면적을 갖고 깊고 불규칙한 소와열구를 가지며 치면열구전색제 도포 시 이를 깨끗하게 세척, 건조시키는 것이 선결되어야 한다¹²⁻¹⁴⁾. 법랑질의 표면적을 증가시키고 젖음성을 증가시키기 위하여 산부식 방법은 치면열구전색제 도포 시 필수적인 방법으로 받아들여지고 있다. 그럼에도 불구하고 소와열구의 산부식 효과에 대해서는 학자들에 따라 다른 견해를 보이는데, 산부식 방법만으로 acquired pellicle을 완전히 제거할 수 있다는 연구가 있으나 산부식 후 잔사들이 남고 열구의 기저부가 산에 의하여 부식되지 않음을 보고한 실험결과들이 있다^{15,16)}. 이는 소와열구내에 여러 가지 유기물, 치태와 법랑질 잔사 등이 남는 경우가 많고 그 형태학적 특징으로 인해 완전히 세척, 건조시키는 것이 어렵기 때문이다^{9,15,17-19)}.

따라서 열구를 보다 효과적으로 세척하기 위한 여러 가지 방법이 소개되어져 왔으며, 이 중 pumice를 이용한 치면세마 방법이 가장 널리 사용되고 있다. 전통적으로 불소나 glycerine을 함유한 paste는 전색제의 유지율을 감소시킨다고 알려졌으나, Bogert와 Garcia-Godoy²⁰⁾의 연구에 의하면 치면세마의 재료에 따른 전색제 유지율의 차이는 없다고 한다. 한편 Donnan과 Ball^{21,22)}은 pumice를 이용한 치면세마를 시행한 후 치면열구전색제 유지율의 증가를 얻을 수 없었다고 보고하였다. 더욱이 pumice입자가 열구내로 함입되어 물로 세척 후에도 제거되지 않는다는 연구 결과도 있었다⁶⁾.

두 번째 방법은 air-polishing 기계를 사용하는 것으로 sodium bicarbonate, tricalcium phosphate를 공기와 물과 함께 분사시켜 치아표면의 잔사 및 착색을 제거하는 것이다. Air-polishing을 시행하면 산부식 처리만 했을 때나 pumice로 치면세마를 시행한 경우 보다 전색제의 결합력이 높다는 연구결과가 있지만, 이는 모두 평활면에서 분석한 실험으로, 이를 교합면의 결과로 받아들이기는 어렵다^{23,24)}. Scott 등¹¹⁾의 임상실험에서는 air-polishing을 시행한 경우 pumice로 치면세마만 시행했을 때와 비교한 결과 전색제 유지율의 차이가 없었다.

다음은 air-abrasion으로, 이 방법 또한 air-polishing과 유사하게 aluminum oxide 입자를 고속으로 치아표면에 분사하는 방법이다. Goldstein과 Parkins²⁵⁾는 이 방법으로 열구내 잔사와 초기 우식증이 제거되므로 산부식처리를 하지 않아도 된다는 견해를 내놓았다. 그러나 여러 연구들에서 air-abrasion만 시행하였을 때 교합면에서는 산부식처리한 경우와 같이 전색제의 유지율이 높았지만, 헐면과 설면에서는 산부식 방법보다 유지율이 현저히 낮았고, air-abrasion을 산부식과 병행 시 치면열구전색제의 결합강도가 증진되었지만 air-abrasion만

시행할 경우는 충분한 결합강도를 내지 못한 결과를 보였으므로 air-abrasion이 산부식을 대체할 수는 없다고 판단된다^{26,27)}. 한편 Brown과 Barkmeier²⁴⁾는 산부식만 시행한 경우와 air-abrasion을 병행한 경우에 결합강도의 차이를 관찰할 수 없었다고 보고하였다.

따라서 소와열구를 효과적으로 세척하기 위하여 rotary instrument를 이용하여 기계적으로 삭제하는 방법이 추천되었다. Invasive pit-and-fissure sealing technique으로 명명된 이 방법을 사용하면 열구의 입구를 확대시켜주고, 초기 우식증을 진단할 수 있으며 우식증이 상아법랑경계부까지 확장되었는지 여부를 확인 할 수 있다는 장점이 있다^{10,17)}. 이와같이 기계적 삭제방법이 소와열구 세척에 효율적이지만, 미세누출에 대한 연구에서 기계적 삭제방법을 사용한 전색제가 pumice로 치면세마만 시행한 경우와 미세누출의 차이가 없다는 결과와, pumice를 사용한 치면세마나 air-abrasion 방법을 사용한 경우 보다 미세누출이 적다는 보고가 있어 서로 상반된 견해를 보인다^{2,28)}. 그밖에도 Pope 등¹³⁾은 여러 가지 열구 세척방법을 비교한 실험에서 기계적 삭제방법을 사용했을 때 열구가 가장 깨끗이 세척되고 전색제가 열구내 깊게 침투한다고 하였으나 논리적인 근거를 제시하지는 못하였다. 치면열구전색제의 유지율에 대한 임상실험에서 기계적 삭제방법을 사용한 전색제가 치면세마 방법을 사용했을 때 보다 유지율이 다소 높은 경향을 보였지만 이들 간에 차이가 없다는 결과가 발표되었다¹⁹⁾. 기계적 삭제방법을 사용한 경우를 산부식만 시행한 경우와 1년, 3년, 6년 뒤 각각 전색제의 유지율을 비교한 결과 상악 제1대구치에서는 기계적 삭제 방법 사용 시 보다 높은 유지율이 관찰되었으나 하악 제1대구치에서는 차이가 없다는 학자들도 있고, cotton roll을 이용하여 격리시킬 때에는 치면세마 방법 보다 기계적 삭제 방법을 사용한 전색제가 높은 유지율을 보였지만 rubber dam으로 격리 시에는 두 방법을 사용한 전색제 유지율의 차이가 없다는 분석결과도 있었다^{7-9,11)}.

이와 같이 기계적 삭제 방법이 소와열구의 세척에 가장 효과적인 방법으로 생각되어지나 임상연구에서 전색제의 유지율 증진에 대한 확실한 근거가 없고, in vitro 실험에서도 전색제의 미세누출에 대하여 상반된 결과가 있어서 기계적 삭제방법에 대한 효율성을 입증하는데 어려움을 더해주고 있다. 따라서 이 연구는 1) 기계적 삭제 방법을 사용할 경우 산부식 방법만을 사용했을 때와 비교하여 치면열구전색제의 열구 침투도 및 미세누출에 차이가 있는지 분석하고, 2) 두 가지 방법에서 filled sealant와 unfilled sealant의 열구 침투도와 미세누출을 비교하고자 시행하였다.

II. 연구재료 및 방법

가. 연구재료

교정치료를 목적으로 발거된 사람의 소구치로 육안으로 관찰

시 교합면에 치아우식증이 전혀 없거나 색소침착이나 초기 치아우식증이 의심되는 치아 60개를 실험 전까지 멸균증류수에 보관하여 사용하였다.

기계적 삭제는 1/4 round carbide bur를 고속 handpiece와 저속 handpiece에 연결하여 사용하였다. 치면열구전색제는 unfilled sealant로 Concise Light Cure White Sealant™ (3M Dental Products)를, filled sealant로 Ultraseal XT® plus™ (Ultradent Products)를 사용하였다.

나. 연구방법

1. 실험군 설정

네 개의 실험군에 각각 15개의 치아를 배정하되 각 군에 치아우식증이 없는 치아 10개와 색소침착이나 초기치아우식증이 의심되는 치아가 다섯 개씩 분포 되도록 설정하였다(Table 1). 처음 15개 치아는 산부식 후 unfilled sealant(Concise Light Cure White Sealant™)로 수복하고(1군) 다음 15개 치아는 산부식 후 filled sealant(Ultraseal XT® plus™)로 수복하였다(2군). 또 다른 15개 치아는 기계적 삭제 후 산부식 처리하고 unfilled sealant로 수복하며(3군) 마지막 15개 치아는 기계적 삭제 후 산부식 처리하고 filled sealant로 수복하였다(4군).

2. 치면열구전색제 수복과정

치아 표면의 침착물을 제거하기 위하여 치면열구전색제 수복 전에 rubber cup과 불소를 함유하지 않은 plain pumice로 치면세마를 시행하였다. 산부식 후 unfilled sealant로 수복하는 치아들(1군)은 제조사의 지시에 따라 35% phosphoric acid gel을 이용하여 15초간 산부식 처리하고 15초간 수세 후 15초간 건조하고 나서 Concise Light Cure White Sealant™를 도포하고 20초간 광중합시켰다. 산부식 후 filled sealant로 수복하는 치아들(2군)도 역시 같은 etchant로 15초간 산부식 처리하고 수세, 건조 후 drying and priming agent인 PrimaDry® (Ultradent Products)를 도포하고 5초 후 조심스럽게 건조시키고 나서 Ultraseal XT® plus™를 도포하고 20초간 광중합시켰다. 기계적 삭제방법을 사용하는 3군과 4군은 1/4 round bur를 사용하여 소와열구를 삭제하는데, 와동의 폭은 가급적 bur의 직경을 유지하면서 깊이는 법랑질만을 삭제하는 것을 원칙

으로 하였다. 소와열구를 삭제한 후, unfilled sealant로 수복하는 치아들(3군)은 1군과 동일한 방법으로 치면열구전색제를 수복하였고 filled sealant로 수복하는 치아들(4군)은 2군과 같은 방법으로 전색제를 도포 하였다.

3. 치면열구전색제의 열구 침투도 및 미세누출의 관찰

치면열구전색제를 도포한 각 군의 치아들을 멸균 증류수에 24시간 보관한 후 Thermocyclometer(東京技研, 日本)를 이용하여 5℃와 55℃에서 20초씩 thermocycling을 1200회 시행하고 각 치아들을 5% methylene blue 용액에 24시간 보관하였다. 염색 용액에서 치아들을 꺼내 흐르는 물에 씻고 low-speed Isomet(Buehler Ltd, USA) saw에서 diamond disc를 사용하여 각각의 치아를 근심소와와 원심소와 두 부위에서 협설 방향으로 절단하여 모두 120개의 절단면을 얻었다.

각 절단면을 Measurescope MM-11(Nikon, Japan)을 이용하여 관찰하고 열구의 깊이, 치면열구 전색제의 침투깊이, 염색액의 침투깊이를 기록하였다.

4. 치면열구전색제의 열구 침투도 및 미세누출의 평가

열구 침투도는 열구의 깊이에 대한 치면열구전색제의 침투깊이의 백분율을 계산하여 나타내었고, 미세누출은 치면열구전색제의 침투깊이에 대한 염색액의 침투깊이의 백분율을 계산한 뒤 이를 토대로 score를 정하였다. Score는 Överbö 와 Raadal의 방법을 조금 더 세분화하여 다음과 같이 분류하였다. Score0=0%, 0%<score1≤10%, 10%<score2≤50%, 50%<score3≤100%

다. 자료의 분석

각 방법이 동일한 조건하에서 실험이 이루어졌는지 확인하기 위하여, 네 군에서 열구 깊이의 차이를 ANOVA의 Wilcoxon Rank Sum Test(95% 유의수준)로 평가하였다. 네가지 서로 다른 방법을 이용한 치면열구전색제의 열구 침투도를 비교하고자 Kruskal-Wallis Test(Chi-Square Approximation)를 95% 유의수준으로 시행한 후 Scheffe's Test를 시행하였다. 각 실험군에서 전색제의 미세누출의 차이는 Chi-Square Test(95% 유의 수준)와 Scheffe's Test로 비교하였다.

Table 1. Experimental design on the basis of surface treatment and sealant type

Group	Surface Treatment	Sealant
1 (AE+US)	Acid Etching	Unfilled Sealant
2 (AE+FS)	Acid Etching	Filled Sealant
3 (MP+US)	Mechanical Preparation + Acid Etching	Unfilled Sealant
4 (MP+FS)	Mechanical Preparation + Acid Etching	Filled Sealant

III. 연구결과

가. 실험 조건 분석

각 군의 평균 열구 깊이는 Table 2와 같다. ANOVA의 Wilcoxon Rank Sum Test를 시행한 결과, 네 군의 열구 깊이는 유의한 차이가 없어서 모두 비슷한 조건하에서 실험이 이루어졌다고 해석되었다(P = 0.10).

Table 2. The comparison of fissure depth(μm) according to surface treatment and sealant type

Group	Fissure depth(μm)
AE+US (30)	925 ± 322
AE+FS (30)	908 ± 349
MP+US (30)	924 ± 363
MP+FS (30)	1091 ± 321

All figures represent mean ± standard deviation. Values in parentheses indicate the number of surfaces in that category.

AE+US : Acid Etching + Unfilled Sealant
 AE+FS : Acid Etching + Filled Sealant
 MP+US : Mechanical Preparation + Acid Etching + Unfilled Sealant
 MP+FS : Mechanical Preparation + Acid etching + Filled Sealant
 Wilcoxon Rank Sum Test showed no significant difference between the groups(P < 0.05).

나. 치면열구전색제의 열구 침투도 비교

각 방법을 사용한 치면열구전색제 열구 침투도의 평균을 비교한 결과는 Table 3과 같으며 1군에서 하나의 치아는 치아 절단과정에서 치면열구전색제가 탈락하여 침투도 비교에서는 두 면을 제외시켰다.

Kruskal-Wallis Test(Chi-Square Approximation)를 시행한 결과 유의한 차이를 보였으므로(P = 0.001) 각각 어느 군 사이에 차이가 있는지 알아보고자 Scheffe's Test를 시행하였다. 기계적 삭제방법을 사용하고 unfilled 또는 filled sealant로 수복한 경우가 산부식만을 시행한 후 unfilled 혹은 filled sealant로 수복한 경우에 비하여 치면열구전색제의 열구 침투도가 더 높았다(Fig. 1, 2).

다. 치면열구전색제의 미세누출의 비교

네 가지 치료방법에 따른 치면열구전색제 미세누출 정도는 Table 4에 나타내었다. 1군에서 치아 절단과정 중 치면열구전색제가 탈락한 표본은 염색액이 열구 기저부까지 침투된 것이 관찰되었으므로 100% 침투로 여겨 미세누출은 score 3에 포함시켰다(Fig. 3).

Chi-Square Test 결과 유의할만한 차이를 보였으므로(P = 0.001) 역시 Scheffe's Test를 시행하였다. 기계적 삭제방법을 사용한 경우가 산부식만 시행 후 unfilled sealant로 수복한 경우와 비교해서 치면열구전색제의 미세누출이 더 적었고, 산부식만 시행 후 filled sealant로 수복한 경우와는 미세누출에 있어서 차이가 없었다.

Table 3. The comparison of fissure penetration(%) according to surface treatment and sealant type

Group	% of fissure penetration	
AE+US (28 [†])	69.2 ± 24.50]
AE+FS (30)	70.9 ± 22.26)]
MP+US (30)	97.0 ± 8.88)]]
MP+FS (30)	95.9 ± 11.06)]]]]

All figures represent mean ± standard deviation. Values in parentheses indicate the number of surfaces in that category.

AE+US : Acid Etching + Unfilled Sealant
 AE+FS : Acid Etching + Filled Sealant
 MP+US : Mechanical Preparation + Acid Etching + Unfilled Sealant
 MP+FS : Mechanical Preparation + Acid etching + Filled Sealant
 * Indicates a significant difference between (AE+US) and (MP+US)(P < 0.05).
 ** Indicates a significant difference between (AE+US) and (MP+FS)(P < 0.05).
 *** Indicates a significant difference between (AE+FS) and (MP+US)(P < 0.05).
 **** Indicates a significant difference between (AE+FS) and (MP+FS)(P < 0.05).
 † A sealant was come off during section .

Table 4. Distribution of microleakage scores according to surface treatment and sealant type

Group	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3	Total	
AE + US	12	4	6	8	30] *] **
AE + FS	16	3	6	5	30	
MP + US	17	8	4	1	30	
MP + FS	23	6	1	0	30	

AE+US : Acid Etching + Unfilled Sealant

AE+FS : Acid Etching + Filled Sealant

MP+US : Mechanical Preparation + Acid Etching + Unfilled Sealant

MP+FS : Mechanical Preparation + Acid etching + Filled Sealant

* Indicates a significant difference between (AE+US) and (MP+US)(P < 0.05).

** Indicates a significant difference between (AE+US) and (MP+FS)(P < 0.05).



Fig. 1. A sample of sealed with filled sealant using mechanical preparation. This enlarged fissure was completely filled with the sealant and no dye penetration was observed(Stereomicroscope ×30).

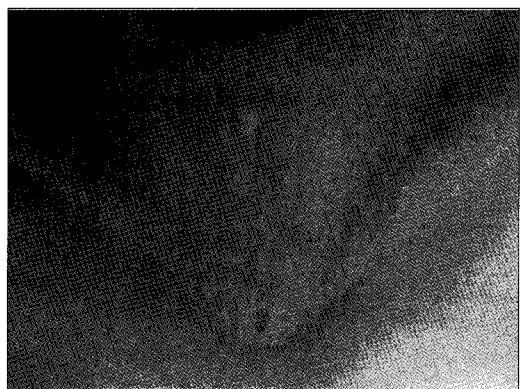


Fig. 2. A sample of sealed with filled sealant following acid etching only. The sealant did not completely penetrate the fissure. The deepest area of the fissure may have contained plaque, debris, or air and showed evidence of dye penetration (Stereomicroscope ×30).

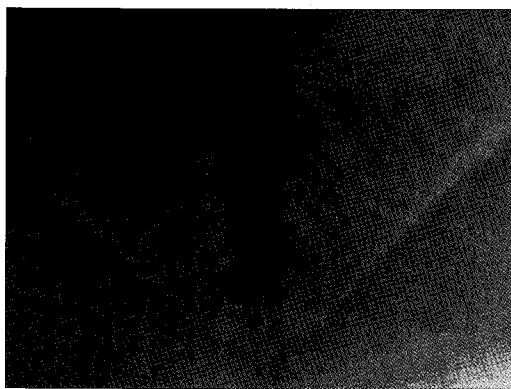


Fig. 3. A sample of sealed with unfilled sealant following acid etching only. The sealant was come off during section and the dye penetrated to the depth of the fissure(Stereomicroscope ×30).

IV. 총괄 및 고찰

치면열구전색제의 우식 예방기능은 이 재료가 수복된 위치에서 탈락되지 않고 남아 있고 치질과 결합하여 변연 누출을 방지해야만 가능하다^{5,12,13)}. 치면열구전색제의 유지는 열구 입구와 인접한 교두경사면에서 법랑질과 전색제가 잘 결합한다면 얻을 수 있고 열구전체를 전색제로 채우는 것이 큰 의미가 없다고 생각할 수 있겠지만, 전색제가 얇게 도포된 경우 기포나 교합력이 전색제를 약화시켜 부분적으로 소실되거나 금이 갈 수 있으므로 열구기저부까지 치면열구전색제가 침투하는 것이 중요하다^{5,6,29)}.

치면열구전색제의 열구 침투도에 영향을 주는 요소는 크게 소와열구의 해부학적 형태와 그 내용물, 전색제 자체의 물리적, 화학적 성질 그리고 임상 술식의 정확도 및 술자의 숙련도로 나눌 수 있다. 그중 소와열구의 해부학적 형태의 복잡성과 그로 인한 잔류 이물질이 치면열구전색을 어렵게 하는 중요 요인으로 작용하므로 이에 대한 연구가 계속되었다⁶⁾. 소와열구의 해부학적 형태를 분류하고 그에 따른 열구침투도를 조사한 연구들에 따르면 넓고 얇은 열구가 좁고 깊은 열구에 비해 열구 침투도가 높은 것으로 보고 되어졌지만 임상적으로 알아 보이는 열구도 현미경적으로 관찰 시 깊은 열구를 가지지만 잔류 이물질에 의해 폐쇄된 경우가 많이 있어서 임상적 검사로 열구의 깊이를 진단하기가 어렵다^{5,6,18,30-32)}.

따라서 열구 내 잔류 이물질을 제거하기 위하여 여러 가지 방법이 소개되었으며 그 중 하나가 기계적 삭제 방법이다. 기계적 삭제 방법을 사용하였을 때 얻을 수 있는 또 다른 장점은 레진과의 결합을 방해하는 prismless enamel의 최외층을 제거할 수 있다는 점이다^{9,14,17,33-36)}. 이렇게 열구를 개방하여 표면적을 증가시켜주고 레진과의 결합을 방해하는 요소들을 제거함으로써 산부식제나 치면열구전색제가 열구내로 잘 침투된다. 결국 전색제가 두터운 층을 형성하여 마모에 대한 저항성이 증가되고 법랑질과 잘 결합하여 미세누출의 위험성도 감소시키게 된다^{9,14,17,19)}. 그밖에 기계적 삭제방법의 중요한 장점은 치아우식의 범위를 정확히 진단하고, 필요할 경우 예방적 레진수복 등 다른 치료로 전환하는 것이 가능하다는 점이다^{10,17)}. 치면열구전색제의 적응증은 치아우식증이 없지만 위험성이 있는 치아의 예방과 법랑질에 국한된 치아우식증(초기 치아우식증)의 치료로 알려져 있다¹⁾. 여러 학자들이 초기 치아우식증에 치면열구전색제의 효과에 대한 연구를 시행하였다. 초기 치아우식증이 있는 경우 건전한 치아보다 치면열구전색의 효과가 더 탁월하다는 연구 결과가 있었고, 치아우식증을 전색한 후 생존 미생물이 없거나 매우 감소했다는 보고 및 초기 우식증 있는 치아에서 치면열구전색제가 잘 남아 있을 경우 치료하지 않은 대조군에 비해 우식의 진행이 현저히 감소한다는 보고가 있었다^{10,27,37-40)}. 그러나 이는 전색제가 그 자리에서 잘 유지되어야만 가능한 것이고 결국 치아의 장기적 예후에는 치아우식증을 모두 제거하는

것이 유리하다^{10,41)}. 더욱이 상아질까지 침투된 치아우식증에는 치면열구전색이 적응증이 되지 않는데 임상적, 방사선학적 검사로서 이것을 진단하기란 불가능하며 bur를 이용하여 치아우식 부위를 삭제하는 것이 가장 확실한 진단방법이고, 만약 상아질까지 우식증의 확산이 발견될 경우는 예방적 레진수복 등으로 치료계획을 수정할 수 있다^{41,42)}.

이 연구에서 기계적 삭제 방법을 사용한 경우 그렇지 않은 경우보다 unfilled sealant, filled sealant 모두 높은 열구 침투도를 보였다($P < 0.05$). 산부식후 unfilled sealant로 수복한 경우 하나의 치아에서 절단 과정 중 전색제가 탈락되어 열구 침투도의 비교시에는 그 치아를 제외하고 시행하였는데, 비록 하나의 치아였지만 열구 침투도 뿐만 아니라 결합강도도 낮다는 것을 의미한다고 할 수 있다. 전통적으로 unfilled sealant의 흐름성이 좋아 치면열구전색제로 선호되는데 이 실험결과에 따르면 기계적 삭제 방법을 사용한 unfilled sealant의 평균 열구 침투도가 97.0%로 가장 높기는 하지만 filled sealant의 95.9%와 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3). 산부식만 시행한 군에서도 unfilled sealant의 열구침투도가 더 높을것으로 예상되었으나 69.2%로 filled sealant의 70.9% 보다 오히려 약간 낮은 값이고 역시 유의 차는 보이지 않았다. 기계적 삭제 방법을 사용한 경우는 열구의 기저부에 기포가 형성된 경우를 제외하고는 두 종류의 전색제 모두 거의 100%의 침투도와 현미경 관찰시 좋은 적합도를 보였으나(Fig. 1), 산부식만을 사용한 경우는 두 종류의 전색제 모두 매우 얇고 넓은 열구에서만 100%의 침투도를 보였을 뿐 깊고 좁은 열구에서는 낮은 침투도를 보였으며 전색제 하방으로 잔류 이물질 및 우식성 치질이 관찰되었다(Fig. 2).

수복용 충전물의 미세누출을 평가하기 위한 방법으로 염색액, 세균, 공기압, 방사성 동위원소, 전자현미경, 중성자 활성분석, marginal percolation 등의 방법이 소개되었으며 이중 염색액을 이용하는 방법이 가장 간단하여 널리 사용되어져 왔다^{43,44)}. 염색액으로는 주로 유기색소를 전통적으로 많이 사용하는데 이 실험에서 methylene blue를 선택한 것은 이것의 분자량이 작아서 비교적 잘 침투하기 때문이다¹²⁾. 또한 이 실험에서 미세누출 비교 시 전색제 침투깊이에 대한 염색액 침투깊이의 백분율은 편차가 너무 커서 이를 토대로 score를 분류하여 평가하였다. 기존 Överbö 와 Raadal⁴⁵⁾의 score 분류는 염색액의 침투가 전혀 없는 경우(score0)와, 염색액이 전색제의 외측 1/2까지 침투(score1), 염색액이 전색제의 내측 1/2까지 침투(score2), 염색액이 하방의 열구까지 침투(score3)한 경우로 구분하였는데, 이 연구에서는 조금 더 세분화하여 0%, 10%, 50%, 100%를 기준으로 염색액의 침투깊이를 분류하고 평가하였다.

이 연구결과 기계적 삭제 방법을 사용한 경우 산부식만 시행 후 unfilled sealant로 수복한 경우에 비해 미세누출의 정도가 낮았고, 산 부식만 시행 후 filled sealant로 수복한 경우와는 미세누출에 있어서 차이가 없었다($P < 0.05$, Table 4). 염색액

의 침투도가 10% 이하인 score0과 score1을 임상적으로 적합하다고 평가한다면 기계적 삭제방법 후 filled sealant로 수복한 경우는 29개(96.7%)의 면이, unfilled sealant로 수복한 경우는 25개(83.3%)의 면이 여기에 속하는데 비해 산부식만 시행 후 unfilled sealant로 수복한 경우는 16개(53.3%)로 매우 저조한 값을 보였다. 또한 기계적 삭제방법과 filled sealant를 사용한 경우 score3에 해당하는 치아면은 존재하지 않았다. 산부식만 시행 후 unfilled sealant로 수복한 군에서 절단과정 중 전색제가 탈락된 치아도 염색액이 열구 기저부까지 침투된 것이 관찰되어 염색액의 침투도를 100%로 보고 score3으로 평가하였다(Fig. 3). 염색액 침투도의 평균을 계산한 결과 기계적 삭제 방법 후 filled sealant로 수복 하였을 때는 30.3%였고 unfilled sealant로 수복한 경우는 20.2%였으며 산부식 처리 후 filled sealant와 unfilled sealant를 도포한 경우는 각각 6.2%와 1.3%로 filled sealant가 unfilled sealant 보다 미세누출도가 약간 낮은 경향을 보였다. 비록 유의 있는 차이를 보이지 않았지만 이는 산부식만 시행 후 unfilled sealant로 수복한 경우는 기계적 삭제방법을 사용한 경우에 비하여 미세누출도가 높는데 반하여 산부식만 시행 후 filled sealant로 수복한 경우는 기계적 삭제방법을 사용한 경우와 미세누출도의 차이가 없는 결과를 나타낸 것으로 생각된다. 이러한 결과를 보인 이유는 우선 filled sealant가 filler 함유량이 높으므로 unfilled sealant 보다 치아와 열팽창 계수가 유사하기 때문으로 생각되어지며, 또 이 실험에서 filled sealant(Ultraseal XT[®] plus[™])로 수복 시 제조자의 지시에 따라 drying and priming agent(PrimaDry[®])를 함께 사용하였으므로 그에 의한 영향일 가능성도 있다. 제조자에 따르면 이 drying and priming agent는 ethyl alcohol 성분을 가지므로 열구 내의 완전건조를 돕고 primer의 역할도 지닌다고 한다. 그러나 이 실험에서 두 전색제를 비교 시에는 열구 침투도나 미세누출도에서 모두 차이가 없었다.

치면열구전색제의 열구 침투도를 증진시키려는 노력으로 전색제 도포 전에 primer나 상아질 접착제를 사용하는 방법이 소개되었다. 최 등⁴⁶⁾은 primer를 사용하여 보다 높은 결합강도를 얻었으나 이는 평활면에서의 실험이고 정 등³²⁾이 소와열구에서 실험한 결과 primer가 전색제의 열구 침투도에 영향을 주지 못했다. 상아질 접착제를 사용한 임상실험도 그 효과에 대해서는 상반된 결과들이 보고되고 있다⁴¹⁾. 따라서 primer나 상아질 접착제를 사용한 치면열구전색제의 열구 침투도와 유지율의 증진 효과에 대해서는 앞으로 더 많은 연구가 필요하다고 생각된다.

이 실험에 사용한 치면열구전색제의 선정에 있어서 unfilled sealant로는 가장 널리 사용되는 Concise Light Cure White Sealant[™]로 정하였고 filler 함유량은 4%이다. Filled sealant는 가장 filler를 많이 함유하고 불소를 함유한 Ultraseal XT[®] plus[™]를 선택하였으며 filler 함유량은 60%이다. 제조자의 설명에 따르면 Ultraseal XT[®] plus[™]는 흐름성을

증진시켜 filled sealant의 단점을 보완했다고 하는데 이미 이전의 연구에서도 filled sealant와 unfilled sealant의 열구 침투도, 미세누출도, 유지율은 차이가 없는 것이 입증되었다¹⁾. 따라서 filled sealant를 사용하는 것이 마모저항성이 좋고 열팽창 계수도 치아와 유사하므로 unfilled sealant를 사용하는 것보다 유리하다고 판단된다^{19,47)}. 더욱이 기계적 삭제 방법을 사용할 때에는 전색제의 부피가 커지므로 filled sealant를 사용하는 것이 더 바람직하다고 생각된다. 또 한 가지 제조자가 Ultraseal XT[®] plus[™]의 장점으로 설명하는 것은 불소가 포함된 점이다. 최근 들어 불소를 함유한 치면열구전색제에 대한 연구가 많이 시행되었는데, 전통적으로 불소유리를 장점으로 갖는 glass ionomer cement을 치면열구전색제로 사용하고자 하는 일련의 시도들이 있었지만 대부분 glass ionomer sealant가 resin sealant에 비해 유지율이 낮고 미세누출도가 높은 것으로 나타났다^{45,47)}. 따라서 이들 보다는 불소를 함유한 레진 전색제가 추천되어 진다. 그러나 이들 또한 불소를 함유하므로 결합강도가 약해진다고 생각하는 임상가들이 있는데, 불소 함유 전색제와 불소를 함유하지 않은 전색제의 법랑질과의 결합강도가 유사하다는 연구결과가 발표되었다⁴⁸⁾. Cooley 등³⁾은 불소함유 전색제가 불소를 함유하지 않은 전색제와 비교하였을 때 열구 침투도가 유사하고, 비록 미세누출은 더 큰 값을 보였지만 불소유리 효과가 있으므로 임상적으로 치아우식증 예방효과는 큰 차이가 없을 것이라 설명하였다. 이번 실험 결과에서는 불소를 함유하지 않은 전색제와 미세누출에서도 유의할 만한 차이를 보이지 않았다.

이 연구의 결과 기계적 삭제 방법을 사용하여 치면열구전색을 시행하는 경우 산부식 방법만을 사용하는 경우에 비하여 치면열구전색제의 열구 침투도가 우수한 것이 관찰되었다. 미세누출은 기계적 삭제 방법을 사용한 경우, 산부식만 시행하고 unfilled sealant로 수복한 경우에 비해 낮았고 산부식만 시행하고 filled sealant로 수복한 경우와는 유의한 차이를 보이지 않았지만, 기포와 교합력에 의한 파절이나 마모 등 임상적인 면을 고려한다면 산부식만 시행한 경우는 전색제가 얇게 도포 되었으므로 미세누출도가 커질 것으로 판단된다. 또한 여러 임상 실험에서 치면열구전색제의 유지율이 낮은 유치나, 상악대구치, rubber dam의 사용이 어려워 cotton roll로 격리하는 경우 기계적 삭제방법을 사용한 전색제의 유지율이 높은 결과를 얻었으므로 이 방법이 추천된다^{7-11,30)}. 치면열구전색제로는 보다 물리적 성질이 우수한 filled sealant를 사용하는 것이 바람직 하겠다. 그러나 기계적 삭제방법을 시행하는데 따르는 시간과 비용의 증가를 고려하여 임상에서 적절한 증례에 적용하여야 한다. 앞으로 미세누출에 있어 교합력을 고려한 실험이나 장기간의 임상실험을 토대로 한 검증이 필요하고 laser를 이용한 전처치 방법과 비용에 따른 효율 면에서 비교가 필요하다고 생각 된다⁴⁹⁾.

V. 결 론

치면열구전색 시 기계적 삭제 방법을 사용할 경우 산부식 방법만을 사용하는 경우와 비교하여 치면열구전색제의 열구 침투도 및 미세누출에 차이가 있는지 측정해보고, 두 가지 방법에서 filled sealant와 unfilled sealant 사이에 열구 침투도와 미세누출에 차이가 있는지 비교해 보고자 산부식만 시행한 후와 기계적 삭제와 산부식후 각각 unfilled sealant, filled sealant로 수복한 네 군을 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 전색제의 열구 침투도 비교 시 기계적 삭제 방법을 사용한 경우 산부식 방법만을 사용한 경우에 비하여 unfilled sealant, filled sealant 모두 열구 침투도가 우수하였다($P < 0.05$).
2. 미세누출 비교 시 기계적 삭제 방법을 사용한 경우 산부식만 시행 후 unfilled sealant로 수복한 경우에 비하여 미세누출이 적었고, 산부식만 시행 후 filled sealant로 수복한 경우와는 미세누출의 차이가 없었다($P < 0.05$).
3. Unfilled sealant와 filled sealant는 기계적 삭제 방법을 사용한 경우와 산부식만을 사용한 경우 모두 열구 침투도와 미세누출의 차이가 없었다.

이상의 결과로 보아 치면열구전색 시 기계적 삭제 방법과 물리적 성질이 우수한 filled sealant를 사용하는 것이 추천된다. 그러나 미세누출에 있어서 교합력을 고려한 실험이나 장기간의 임상실험이 필요한 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Waggoner WF, Siegal M : Pit and fissure sealant application: Updating the technique. *J Am Dent Assoc*, 127:351-361, 1996.
2. Brown LJ, Selwitz RH : The Impact of Recent Changes in the Epidemiology of Dental Caries on Guidelines for the Use of Dental Sealants. *J Public Health Dent*, 55:274-291, 1995.
3. Cooley RL, McCourt JW, Huddleston AM, et al. : Evaluation of a fluoride-containing sealant by SEM, microleakage, and fluoride release. *Pediatr Dent*, 12:38-42, 1990.
4. Meiers JC, Jensen ME : Management of the questionable carious fissure: invasive vs noninvasive techniques. *J Am Dent Assoc*, 108:64-68, 1984.
5. Symons AL, Chu CY, Meyers IA : The effect of fissure morphology and pretreatment of the enamel surface on penetration and adhesion of fissure sealants. *J Oral Rehabil*, 23:791-798, 1996.
6. Taylor CL, Gwinnett AJ : A study of the penetration of sealants into pits and fissures. *J Am Dent Assoc*, 87:1181-1188, 1973.

7. Lygidakis NA, Oulis KI, Christodoulidis A : Evaluation of fissure sealants retention following four different isolation and surface preparation techniques: Four years clinical trial. *J Clin Pediatr Dent*, 19:23-25, 1994.
8. Shapira J, Eidelman E : The Influence of Mechanical Preparation of Enamel Prior to Etching on the Retention of Sealants. *J Pedod*, 6:283-287, 1982.
9. Shapira J, Eidelman E : The influence of mechanical preparation of enamel prior to etching on the retention of sealants: three-year follow-up. *J Pedod*, 8:272-277, 1984.
10. Shapira J, Eidelman E : Fissure Topography After Combined 20- and 60-Seconds Etching and Mechanical Preparation Viewed by SEM. *Clin Prev Dent*, 7:27-30, 1985.
11. Shapira J, Eidelman E : Six-year clinical evaluation of fissure sealants placed after mechanical preparation: A matched pair study. *Pediatr Dent*, 8:204-205, 1986.
12. Hatibovic-Kofman S, Wright GZ, Ian Braverman : Microleakage of sealants after conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. *Pediatr Dent*, 20:173-176, 1998.
13. Pope BD Jr, Garcia-Godoy F, Summitt JB, et al. : Effectiveness of occlusal fissure cleansing methods and sealant micromorphology. *J Dent Child*, 63:175-180, 1995.
14. Xalabarde A, Garcia-Godoy F, Boj JR, et al. : Fissure micromorphology and sealant adaptation after occlusal enameloplasty. *J Clin Pediatr Dent*, 20:299-304, 1996.
15. Burrow MF, Makinson OF : Pits and fissures: remnant organic debris after acid-etching. *J Dent Child*, 57:348-351, 1990.
16. Main C, Thomson JL, Cummings A, et al. : Surface treatment studies aimed at streamlining fissure sealant application. *J Oral Rehabil*, 10:307-317, 1983.
17. DeCrane GP, Martens C, Dermaut R : The invasive pit-and-fissure sealing technique in pediatric dentistry: an SEM study of a preventive restoration. *J Dent Child*, 55:34-42, 1988.
18. Gwinnett AJ, Ripa LW : Penetration of pit and fissure sealants into conditioned human enamel In vivo. *Arch Oral Biol*, 18:435-439, 1973.
19. LeBell Y, Forsten L : Sealing of preventively en-

- larged fissures. *Acta Odontol Scand*, 38:101-104, 1980.
20. Bogert TR, Garcia-Godoy F : Effect of prophylaxis agents on the shear bond strength. *Pediatr Dent*, 14:50-51, 1992.
 21. Donnan MF, Ball IA : A double-blind clinical trial to determine the importance of pumice prophylaxis on fissure sealant retention. *Br Dent J*, 165:283-286, 1988.
 22. Manton DJ, Messer LB : Pit and fissure sealants: Another major cornerstone in preventive dentistry. *Aust Dent J*, 40:22-29, 1995.
 23. Brockmann SL, Scott RL, Eick JD : The effect of an air-polishing device on tensile bond strength of a dental sealant. *Quintessence Int*, 20:211-217, 1989.
 24. Brown JR, Barkmeier WW : A comparison of six enamel treatment procedures for sealant bonding. *Pediatr Dent*, 18:29-31, 1996.
 25. Goldstein RE, Parkins FM : Air-Abrasive Technology: Its new role in restorative dentistry *J Am Dent Assoc*, 125:551-557, 1994.
 26. Ellis RW, Latta MA, Westerman GH : Effect of air abrasion and acid etching on sealant retention: an in vitro study. *Pediatr Dent*, 21:316-319, 1999.
 27. Kanellis MJ, Warren JJ, Levy SM : Comparison of air abrasion versus acid etch sealant techniques: six-month retention. *Pediatr Dent*, 19:258-261, 1997.
 28. Boj JR, Xalabarde A, Garcia-Godoy F : Microleakage of fissure sealants after enameloplasty. *Pediatr Dent*, 17:143, 1995.
 29. Carlos JP, Collier DR, Dennison JB, et al. : Pit and fissure sealant use: an issue explored. *J Am Dent Assoc*, 108:310-322, 1984.
 30. Feldens EG, Feldens CA, De Araujo FB, et al. : Invasive technique of pit and fissure sealants in primary molars: A SEM study. *J Clin Pediatr Dent*, 18:187-190, 1994.
 31. Nagano T : The form of pit and fissure and the primary lesion of caries. *Shikwa Gakuho*, 60:80-90, 1960.
 32. 정혜선, 이제호, 최형준 등 : 치면열구전색제의 열구 침투에 primer의 효과. *대한소아치과학회지*, 26:416-426, 1999.
 33. Gwinnett AJ : The ultrastructure of the "prismless" enamel of permanent human teeth. *Arch Oral Biol*, 12:381-387, 1967.
 34. Gwinnett AJ : Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. *Arch Oral Biol*, 18:441-444, 1973.
 35. Gwinnett AJ, Garcia-Godoy F : Effect of etching time and acid concentration on resin shear bond strength to primary tooth enamel. *Am J Dent*, 5:237-238, 1992.
 36. Tadokoro Y, Iwaku M, Fusayama T : A Laboratory Report on Vibration Etching for Fissure Sealants. *J Dent Res*, 61:780-785, 1982.
 37. Going RE, Loesche WJ, Grainger DA, et al. : The viability of microorganisms in carious lesions five years after covering with a fissure sealant. *J Am Dent Assoc*, 97:455-462, 1978.
 38. Heller KE, Reed SG, Bruner FW, et al. : Longitudinal Evaluation of Sealing Molars with and without Incipient Dental Caries in a Public Health Program. *J Public Health Dent*, 55:148-153, 1995.
 39. Mertz-Fairhurst EJ, Schuster GS, Williams JE, et al. : Clinical progress of sealed and unsealed caries. Part I: Depth changes and bacterial counts. *J Prosthet Dent*, 42:521-526, 1979.
 40. Swift EJ Jr : The effect of sealants on dental caries: a review. *J Am Dent Assoc*, 116:700-704, 1988.
 41. Simonsen RJ : Preventive resin restorations: Three-year results. *J Am Dent Assoc*, 100:535-539, 1980.
 42. Walker J, Floyd K, Jakobsen J, et al. : The effectiveness of preventive resin restorations in pediatric patients. *J Dent Child*, 63:338-340, 1996.
 43. Going RE : Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J Am Dent Assoc*, 84:1349-1357, 1972.
 44. Mortensen DW, Boucher NE, Rige G : A Method of Testing for Marginal Leakage of Dental Restorations with Bacteria. *J Dent Res*, 44:58-63, 1965.
 45. Överbö RC, Raadal M : Microleakage in fissures sealed with resin or glass ionomer cement. *Scand. J Dent Res*, 98:66-69, 1990.
 46. Choi JW, Drummond JL, Dooley R, et al. : The efficacy of primer on sealant shear bond strength. *Pediatr Dent*, 19:286-288, 1997.
 47. Garcia-Godoy F, Summitt JB, Restrepo JF : Effect of 20- or 60-second curing times on retention of five sealant materials. *Pediatr Dent*, 18:248-249, 1996.
 48. Marcushamer M, Neuman E, Garcia-Godoy F : Fluoridated and nonfluoridated unfilled sealants show similar shear strength. *Pediatr Dent*, 19:289-290, 1997.
 49. Walsh LJ : Split-mouth study of sealant retention with carbon dioxide laser versus acid etch conditioning. *Aust Dent J*, 41:124-127, 1996.

Abstract

THE FISSURE PENETRATION AND MICROLEAKAGE OF PIT AND FISSURE
SEALANT WITH MECHANICAL PREPARATION

Jiyeon Kim^{1,2}, Jae-Ho Lee¹, Ki-Tae Park^{1,2},
Seong-Oh Kim¹, Byung-Jai Choi¹, Heung-Kyu Son¹

*Department of Dentistry, The Graduate School, Yonsei University¹
Sungkyunkwan University School of Medicine, Samsung Medical Center²*

Mechanical preparation has been introduced to provide the sealant retention. The objective of this study was to compare the fissure penetration and the microleakage of pit and fissure sealant using mechanical preparation (mechanical preparation + acid etching) and acid etching only. An additional objective of this study was to compare the fissure penetration and the microleakage of unfilled and filled sealant in both methods.

Sixty human premolars extracted for orthodontic purpose were selected. Thirty teeth were acid etched alone and remaining thirty teeth were prepared with a $\frac{1}{4}$ round bur and then acid etched. One-half of teeth in each surface treatment method were sealed with unfilled sealant and the other half were sealed with filled sealant. All of the teeth were thermocycled for 1200 cycles at 5°C and 55°C and immersed in 5% methylene blue for 24 hours. Each tooth was sectioned bucco-lingually at mesial pit and distal pit and examined under a Measurescope.

In the case of mechanical preparation, fissure penetration of sealant was significantly increased compared with the case of acid etching only ($P < 0.05$). The filled and unfilled sealant using mechanical preparation showed significantly decreased microleakage when compared with the unfilled sealant using acid etching only ($P < 0.05$). No differences were found in fissure penetration and microleakage between unfilled and filled sealant in both methods.

Taken together, the results of this study suggest that mechanical preparation and filled sealant are recommended when placing pit and fissure sealant. However, further clinical studies should be performed in regard to microleakage.

Key words : Mechanical preparation, Fissure penetration, Microleakage, Pit and fissure sealant