

교합면 소와 열구에서 산부식 제재의 효과적인 침투 방법에 대한 연구

이성룡 · 이상호 · 이창섭 · 이난영

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

치면열구전색술의 우식예방효과는 전색제의 유지력과 밀접한 연관이 있으며, 이는 전 단계 과정인 산부식제의 열구 내 침투율에 따라 달라질 수 있다.

본 연구에서는 교합면 소와 및 열구에 산부식제의 효과적인 침투를 위해 여러 가지 방법을 적용하여 비교 분석하였다. 이를 위해 발거된 상악 제 1, 2 소구치 40개를 각각 10개씩 4개의 군으로 나누었다. I군은 교합면 소와 및 열구 부위에 통법에 따라 산부식제를 도포하였고 II군은 각 치아의 교합면 소와 및 열구부위에 산부식제 도포와 함께 초음파 진동을 주었다. III군은 각 치아의 교합면 소와 및 열구부위에 열구성형술(Fissurotomy)를 시행한 후 산부식제를 도포하였고, IV군은 각 치아의 교합면 소와 및 열구부위에 열구성형술후 산부식제 도포와 초음파 진동을 동시에 시행하였다. 이상의 실험 후 각 군의 산부식제 침투도를 비교 연구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 각 군의 산부식제 침투도를 비교한 결과, 각각 III군과 IV군에서 I군에 대해 향상된 침투도를 관찰할 수 있었다 ($P<0.05$).
2. 부위별 군에 따른 침투도를 비교한 결과, 근심 소와부위와 원심 소와부위에서는 III군과 IV군이 I군에 대해 향상된 침투도를 보였으나($P<0.05$), 열구 중앙부위는 각 군 간에 차이가 없었다($P>0.05$).

주요어 : 산부식제, 교합면 소와 및 열구, 침투도

I. 서 론

소아에서 치아우식증의 예방은 임상에게는 가장 관심있는 분야중의 하나로 이와 관련하여 다양한 방법들이 강구되어 왔다. 특히 맹출한지 얼마 되지 않은 대구치나 유구치는 교합면 소와 및 열구부위의 형태가 복잡하고 석회화 정도가 낮아 우식 감수성이 매우 높다는 점 때문에 이 부위의 치아우식증 예방법에 대해 활발히 연구되어 왔다¹⁻⁵⁾.

소와 및 열구부위를 기계적 또는 화학적으로 폐쇄하는 치면열구전색술은 교합면 우식증을 예방하는 대표하는 방법으로 알려져 있는데, 1967년 Cueto와 Buonocore⁶⁾가 소와 및 열구부위에서의 산부식 후 레진 전색제의 도포를 이용한 치아우식증 예방법을 소개한 이래, 이 방법의 효과나 임상적 술식에 대한 연구들이 이루어져 왔으며 이후 치면열구전색술은 치아우식증 예방에 있어 가장 믿을 만한 방법으로 알려져 왔다^{4,7-9)}. 치면열구전색술의 치아우식증 예방효과에 있어 중요한 요소는 전색제의 효과적인 침투와 장기간 유지이다. 이와 관련하여 산부식은 법랑질 표면을 거칠게 만들어 전색제의 유지와 봉쇄 효과를 나타내고 소와 및 열구를 포함한 법랑질 표면에 wettable surface를 만들어 전색제의 침투를 효과적으로 유도하기 때문에 치면열구전색술에 있어 가장 중요한 과정 중의 하나이다¹⁰⁾. 1955년 Buonocore¹¹⁾는 법랑질에 인산처리 후 레진을 접착시키는 방법을 개발하였으며, 이후 인산은 레진 전색제 도포 전 처리제

교신저자 : 이상호

광주광역시 동구 서석동 375번지
조선대학교 치과대학 소아치과학교실
Tel : 062-220-3860
E-mail : shclee@chosun.ac.kr

※ 본 논문은 2003년도 조선대학교 치과대학 교육문화재단 연구비 지원에 의해 이루어졌음.

로서 주로 사용되었다. 이러한 산부식이 최대의 효과를 나타내기 위해서는 확실한 산부식 상을 만들어야 하며 이를 위해 열구 내로의 산부식액의 침투가 잘 이루어져야 한다.

산부식제의 침투도와 관련하여 Garcia-Godoy와 Gwinnett¹²⁾은 산부식제가 열구 입구까지만 침투하고 더 이상 침투하기는 어렵다고 하였으며, Brown 등¹³⁾은 액상이나 젤상에 따른 산부식제 사이의 침투도 차이는 없다고 보고하였다. 따라서 산부식제의 침투를 보다 효과적으로 하기위한 다양한 방법들이 연구되어왔다. Bottenberg 등¹⁴⁾은 산부식제의 점조도와 표면활성제의 첨가 유무가 산부식제의 침투도에 중요한 역할을 한다고 보았는데 산부식제에 표면활성제를 첨가할 경우, 소와 및 열구부위에 낮은 표면장력을 유도하여 산부식제의 침투도를 증가시킬 수 있다고 하였다. 또한 점조도는 침투속도와 연관이 있어서 낮은 점조도의 산부식제가 비록 표면활성제가 포함되어 있더라도 완전한 침투에 이르기 위해서는 상당한 시간이 소요되는 것을 관찰하였다. Bottenberg 등¹⁵⁾은 상업적으로 시판되던 다양한 산부식제의 침투도에 대해 비교 실험한 연구에서 점축각과 표면 장력이 낮을수록, 점조도가 높을수록 침투도가 우수하다고 보았으나, 역시 표면활성제의 첨가가 가장 중요한 변수라고 하였다. 한편 Aoki¹⁶⁾는 산부식제의 침투도를 증가시키기 위해 ultrasonically vibrating needle을 NaOCl과 함께 산부식제 도포 전에 적용하여 보다 나은 침투도를 보였다. Tadokoro 등¹⁷⁾은 ultrasonically vibrating needle을 변형하여 universal plugger에 가느다란 바늘을 연결하여 음파를 흘려줌으로써 가느다란 바늘이 열구내에서 산부식제의 침투의 효과를 높여 열구바닥까지 침투할 수 있음을 보고하였다.

이와 같이 산부식제의 침투와 관련해서 산부식제의 물성 변화에 초점을 둔 연구가 주로 이루어져 왔으며 비록 산부식제의 효과적인 침투를 위해 기계적 방법들이 몇 가지 고안 되었음에도 불구하고 복잡한 과정이나 장비 도입으로 인해 임상적으로 사용의 한계성이 지적되고 있다.

따라서 본 연구는 열구성형술(Fissurotomy)과 초음파 진동을 적용하여 보고 이러한 방법들이 산부식제 침투에 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

형성 부전이나 치아우식증, 기계적 손상이나 균열 등이 육안적으로 관찰되지 않은 발거된 상악 제 1, 2 소구치 40개를 실험

대상으로 하였다. 모든 치아는 실험 전 불소가 포함되지 않은 퍼미스(pumice)와 러버컵(rubber cup)을 이용하여 치관부 교합면에 치면세마를 시행하고 치관부만을 남기고 치근을 삭제하였다. 실험에 사용될 치관부는 소와 및 열구내 잔존부유물을 최대한 제거하기 위해 5% NaOCl 용액 내에 담고 3시간 동안 초음파 세척기에 적용하였다. 그 후 3차 증류수에 다시 담아 1시간 동안 초음파 세척기를 이용하여 세척하였다.

산부식제는 35% 인산을 함유한 Ultra-Etch®(Ultradent Products, Inc. USA)를 가느다란 팁을 이용하여 보편적인 방법으로 준비된 치아의 교합면 소와 및 열구에 적용하기로 하였다.

2. 실험 방법

준비된 40개의 치관부 치아는 각각 10개씩, 4개의 군으로 나누었다. I군은 치관부에 아무런 처치없이 교합면 소와 및 열구 부위에 산부식제를 30초간 적용한 후, 15초간 air-water spray를 이용하여 제거하고 15초간 air-spray로 건조하였다. II군은 각 치아의 교합면 소와열구부위에 산부식제를 30초간 적용하고 그 중 10초간은 초음파 스케일러(EMS+, Nyon, Inc. Swiss) tip의 옆 부분을 치아의 교두 내쪽 사면에 50Hz를 적용하여 치아에 진동을 주었다. 그 후 15초간 air-water spray를 이용하여 세척하고 15초간 air spray로 건조하였다. III군은 각 치아의 교합면 소와열구부위에 열구성형술을 시행한 후, I군과 동일한 과정을 시행하였다. IV군은 각 치아의 교합면 소와열구부위에 열구성형술을 시행하고 II군과 동일한 과정을 시행하였다(Table 1).

각 군에 따라 산부식제의 침투정도를 관찰하기 위해 산부식된 치아들을 근원심 방향, 즉 교합면 열구와 평행하게 치아를 종단하였다. 각각의 치아는 열구의 입구를 표시하기 위해 종단하기 전 #1/4 round bur로 미세한 홈을 형성하였다. 파절된 치아 표면들은 열구 부위가 손상되지 않게 놓아두고 주사전자현미경(XL 30S, Philips, Inc. USA, Fig. 1)을 이용하여 관찰하기 전 24시간 동안 건조시켰다. 각 표본들은 gold-carbon ion coater(Para One, Inc. Korea)를 이용해 scattered gold ion coating 후 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM)으로 각 표본 당 세 부분(근심 소와, 열구 중앙부위, 원심 소와)으로 나누어 100~150배의 배율로 이미지를 관찰, 촬영하였다(Fig. 1, 2). 산부식제의 침투도의 측정은 전체 소와열구부위를 세 부분(근심 소와: site 1, 열구 중앙: site 2, 원심 소와: site 3)으로 나누어 각 부분의 소와열구입구에서 바닥까지의 총

Table 1. Classification of experimental groups.

Group	Method	No. of Teeth
I	Only etchant applied for 30s	10
II	Ultrasonic scaler after etchant applied for 30s	10
III	After fissurotomy, etchant applied for 30s	10
IV	After fissurotomy, ultrasonic scaler and etchant applied for 30s	10

깊이에서 산부식된 곳까지를 백분율로 산출하였다.

산부식제의 교합면 소와열구의 침투도와 열구내 부위에 따른 침투도는 one-way ANOVA를 이용하여 비교 분석하였다. 사후 검정은 Tukey 법을 이용하여 $p=0.05$ 유의수준에서 분석하였다.

Ⅲ. 실험 성적

1. 각 군의 산부식제 침투도

각 군의 산부식제 침투도를 비교한 결과, 각각 58.1%과 59.2%를 보인 III군과 IV군이 34.8%를 보인 I군에 대해 향상된 침투도를 나타내었다($P>0.05$). II군과 III군, IV군 사이에는 유의한 차이가 없었다(Table 2).

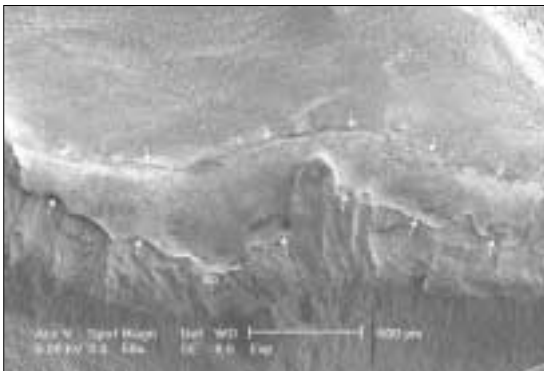


Fig. 1. Longitudinal section view of etched enamel surface on pit and fissure ($\times 50$).

2. 부위별 군에 따른 산부식제 침투도

1) 근심 소와

근심 소와부위에서의 각 군의 산부식제 침투도를 비교한 결과, 각각 55.1%과 62.1%를 보인 III군과 IV군이 26.6%를 보인 I군에 비해 향상된 침투도를 보였다. II군과 III군, IV군 간에는 차이가 없었다($P>0.05$)(Table 3).

2) 열구 중앙

열구 중앙부위에서의 산부식제의 침투도는 각각 I군이 51.8%, II군이 54.0%, III군이 63.1%, IV군이 62.6%로 군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 4).

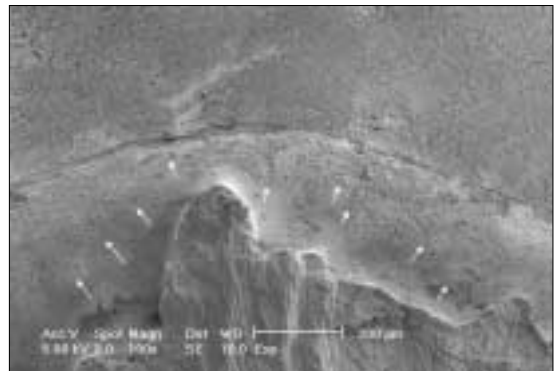


Fig. 2. Penetration pattern of etchant on pit and fissure($\times 100$).

Table 2. The comparison of penetration rate(%) among groups.

Group	No. of Teeth	Penetration(%)
		Mean \pm SD
I	10	34.8 \pm 11.2 ^a
II	10	46.1 \pm 18.4 ^{a,b}
III	10	58.1 \pm 13.2 ^b
IV	10	59.2 \pm 16.8 ^b

The different letter between group indicate significant difference ($P<0.05$).

Table 3. The comparison of penetration rate(%) among groups at mesial pit.

Group	No. of Teeth	Penetration(%)
		Mean \pm SD
I	10	26.6 \pm 8.9 ^a
II	10	40.7 \pm 27.0 ^{a,b}
III	10	55.1 \pm 7.0 ^b
IV	10	62.1 \pm 22.3 ^b

The different letter between group indicate significant difference ($P<0.05$).

3) 원심 소와

원심 소와부위에서의 각 군의 산부식제 침투도를 비교한 결과, 61.5%를 보인 III군과 65.5%를 보인 IV군이 28.9%를 보인 I군에 대해 향상된 침투도를 보였으며 IV군은 36.0%를 보인 II군에 대해서도 향상된 침투도를 기록하였다. I군과 II군간, 그리고 III군과 IV군 간에는 유의한 차이가 없었다(Table 5).

3. 군별 부위에 따른 산부식제 침투도

1) I군

I군에서의 각 부위에 따른 산부식제 침투도는 근심 소와부위가 26.6%, 열구 중앙부위가 41.8%, 원심 소와부위가 28.9%로 유의한 차이가 없었다(Table 6).

Table 4. The comparison of penetration rate(%) among groups at center of fissure.

Group	No. of Teeth	Penetration(%)
		Mean ± SD
I	10	51.8 ± 12.4 ^a
II	10	54.0 ± 21.1 ^a
III	10	63.1 ± 18.3 ^a
IV	10	62.6 ± 19.7 ^a

The different letter between group indicate significant difference (P<0.05).

Table 5. The comparison of penetration rate(%) among groups at distal pit.

Group	No. of Teeth	Penetration(%)
		Mean ± SD
I	10	28.9 ± 6.8 ^a
II	10	36.0 ± 24.7 ^{a,c}
III	10	61.5 ± 19.2 ^{b,c}
IV	10	65.5 ± 21.3 ^b

The different letter between group indicate significant difference (P<0.05).

Table 6. The comparison of penetration rate(%) among sites on Group I.

Site	No. of Teeth	Penetration(%)
		Mean ± SD
Site 1	10	26.6 ± 8.9 ^a
Site 2	10	41.8 ± 22.3 ^a
Site 3	10	28.9 ± 6.8 ^a

The different letter between group indicate significant difference (P<0.05).

Table 7. The comparison of penetration rate(%) among sites on Group II.

Site	No. of Teeth	Penetration(%)
		Mean ± SD
Site 1	10	40.7 ± 27.0 ^a
Site 2	10	54.0 ± 26.8 ^a
Site 3	10	36.0 ± 25.0 ^a

The different letter between group indicate significant difference (P<0.05).

Table 8. The comparison of penetration rate(%) among sites on Group III.

Site	No. of Teeth	Penetration(%)
		Mean ± SD
Site 1	10	55.1 ± 7.0 ^a
Site 2	10	58.0 ± 15.2 ^a
Site 3	10	61.5 ± 19.2 ^a

The different letter between group indicate significant difference (P<0.05).

Table 9. The comparison of penetration rate(%) among sites on Group IV.

Site	No. of Teeth	Penetration(%)
		Mean ± SD
Site 1	10	62.1 ± 20.5 ^a
Site 2	10	54.6 ± 15.1 ^a
Site 3	10	65.5 ± 21.3 ^a

The different letter between group indicate significant difference (P<0.05).

2) II군

II군에서의 각 부위에 따른 산부식제 침투도는 근심 소와부위가 40.7%, 열구 중앙부위가 54.0%, 원심 소와부위가 36.0%로 유의한 차이가 없었다(Table 7).

3) III군

III군에서의 각 부위에 따른 산부식제 침투도는 근심 소와부위가 55.1%, 열구 중앙부위가 58.0%, 원심 소와부위가 61.5%로 유의한 차이가 없었다(Table 8).

4) IV군

IV군에서의 각 부위에 따른 산부식제 침투도는 근심 소와부위가 62.1%, 열구 중앙부위가 54.6%, 원심 소와부위가 65.5%로 유의한 차이가 없었다(Table 9).

IV. 총괄 및 고찰

치면열구전색술은 불소의 적용과 더불어 훌륭한 치아우식 예방효과를 가짐에도 불구하고 구강내에서의 지속되는 시간, 즉 유지력이 문제점으로 지적되어 물성이 개선된 재료와 유지력을 높이기 위한 전색방법의 개발에 그 관심이 모아지고 있다. 전색제의 유지력은 바로 우식예방효과와 밀접한 연관이 있는 요건으로 전색제의 유지 및 소실에 관해 많은 연구가 이루어져 왔다¹⁸⁻²⁰. Mertz-Fairhurst 등²¹은 화학중합형 레진 전색제의 경우, 68%의 유지율을 보고하였고 Horowitz 등¹⁹은 2년내 유지율이 73%, 5년내 유지율이 42%임을 보고하였다. 차²²는 광중합형 레진 전색제를 사용한 결과 6개월 내 20.1%의 유지율을 보고하였다. 이렇게 치면열구전색제의 유지율의 낮은 것은 교

합면이 유동적이라는 점과 교합력을 비롯한 외력을 많이 받는 부위이고 재료 자체의 파절이나 마모, 도포시 유지 형태를 부여할 수 없기 때문이며, 또한 산부식시 이물질의 잔류 등에 의한 부적절한 도포 과정상의 요인들도 조기탈락의 중요한 원인이라고 보고되고 있다²³. 특히 산부식시 소와 및 열구부위에서의 산부식제의 불충분한 침투는 전색제의 유지율과 치아우식증 예방효과를 크게 감소시키는 요인 중의 하나이다. 이와 관련하여 Gwinnett과 Buonocore²⁴, Garcia-Godoy와 Gwinnett¹²는 산부식제는 교합면 소와 및 열구의 입구 하방으로 더 이상 침투하지 못한다고 보고하였다. 산부식제의 침투가 중요한 이유는 산부식제가 법랑질 표면의 젖음성을 향상시켜 전색제의 침투를 보다 효과적으로 유도하고 전색제의 유지와 변연봉쇄 효과에 중요한 레진 돌기를 형성하는 부식 형태를 법랑질 표면에 형성하기 때문에 산부식제가 깊이 침투하여 소와 및 열구내 전반에 걸쳐 산부식 형태를 형성한다면 유지나 변연봉쇄를 위해 전색제를 굳이 교합면쪽으로 확대 적용할 필요가 없음을 뜻한다¹⁷.

본 실험에서는 치면열구전색술을 시행함에 있어, 산부식법으로 그 유지력과 우식예방효과를 보다 향상시키기 위해 임상에서 적용 가능한 방법들을 고려하여 시행하였다. 그 결과 열구성형술을 시행한 군들이 그렇지 않은 군들에 비해 보다 나은 산부식제 침투율을 보였다. 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 산부식된 소와 및 열구를 각 견본마다 검사하였다. 또한 그 결과 열구성형술을 시행한 군들의 법랑질 표면이 삭제된 면에서는 Hobson 등²⁵이 분류한 산부식 형태 중에서 뚜렷한 형태를 갖는 Type A를 보인 반면, 삭제되지 않은 열구내벽은 상대적으로 불완전한 산부식 형태인 Type D를 보였다(Fig. 3). 이러한 현상은 법랑질 표면이 비교적 산부식에 저항성을 갖는 '무소주 법랑질'라는 구조에 의해 덮여있기 때문으로, Gwinnett²⁶에 의해

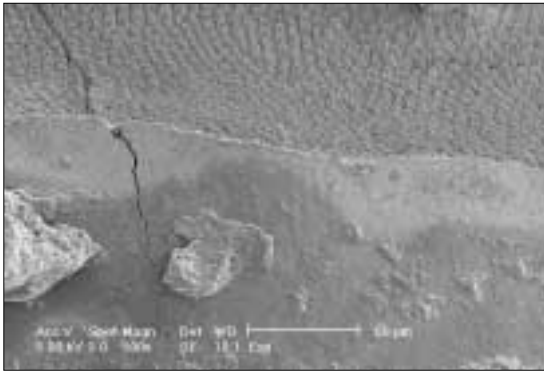


Fig. 3. Etched enamel surface between cutting surface and non-cutting surface on fissure(×500).

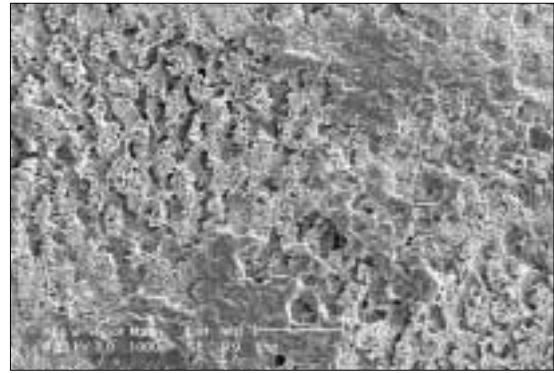


Fig. 4. The 'type C' etching pattern (×1000). Etched enamel surface revealed a 'non-prismatic' etching pattern.

영구치 법랑질 표면에서 처음 발견되었으며 '무소주 법랑질'이 그 직하방에 있는 '무소주 법랑질' 보다 불용성을 보인다고 하였다. Marshall 등²⁷⁾은 소와 및 열구부위에서의 산부식 후 나타나는 다양한 산부식 형태를 관찰하는 실험을 시행하였는데, '무소주 법랑질'이 교합면 소와 및 열구주변에서 보다 많이 산재되어 있음을 발견하였다. 따라서 열구성형술을 시행하지 않은 치아에서는 앞서 언급했듯이 '무소주 법랑질'의 산부식에 대한 저항으로 인해 비록 산부식제가 소와 및 열구에 깊이 침투하였다 하더라도 뚜렷한 산부식형태를 보장하지 못하기 때문에 치면열구전색제의 유지와 변연봉쇄라는 측면에서 불리하며 미세 누출이나 전색제와 치면 간 접착의 실패(adhesive failure)에 의해 지속적인 우식예방효과 또한 기대할 수 없다. 이에 관해 Goings 등²⁸⁾은 산부식 후 시행한 치면열구전색술이 전색제의 탈락 여부에 관계없이 지속적인 치아우식증 예방효과를 보이고 있음을 주장하였는데 이는 치면열구전색제가 탈락되어도 전색제 내 파절(cohesive failure)이 발생하기 때문에 레진돌기가 계속 잔존하여 산에 대한 방어벽을 형성하고 법랑질 용해율을 감소시킨다고 하였으며, 완전한 산부식 형태, 소위 'keyhole' 또는 'fish scales' 형태의 산부식을 유도한 경우에서 기대할 수 있다고 하였다²⁹⁾. 이러한 견해는 본 실험에서 시행한 소와열구 내 '무소주 법랑질'이 어느 정도 제거되는 열구성형술을 시행한 치면열구전색술의 잇점을 뒷받침 한다.

또한 본 실험에서 산부식제의 도포와 초음파의 동시적인 적용이 산부식제의 침투를 어느정도 효과적으로 유도할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 특히 열구성형술을 시행한 군에서 보다는 건전한 법랑질을 갖는 치아에서 초음파의 동시적인 적용이 그 효과가 컸다. 다만 초음파를 동시에 적용한 군에서는 주사전자현미경상에서 불규칙적인 산부식 형태를 보인 경우가 많았으며 이는 Hobson 등²⁵⁾이 분류한 산부식 형태의 'type C'와 유사한 형태를 보였다(Fig. 4). 그들에 의하면 'type C'형의 산부식 형태는 '소주'의 형태는 보이지 않지만 산부식에 의해 형성된 거친 법랑질 표면을 말하며, 'prismatic pattern'이 보

이는 이상적인 산부식 형태(Type A, B)가 높은 결합강도를 위해 필수적인 사항은 아니라고 피력한 바 있다. 즉 산부식에 의해 법랑질 표면에 잔존 부유물을 제거하고 거친 표면을 제공할 수 있다면 충분한 결합강도를 기대할 수 있다고 하였다. Aoki²⁹⁾은 산부식제 적용시 ultrasonically vibrating needle을 같이 적용한 실험에서 유사한 결과를 보고하였으나 초음파에 의한 산부식제의 화학적 성분의 변화 및 인체에 미치는 영향을 우려한 바 있다. 또한 Tadokoro 등¹⁷⁾은 ultrasonically vibrating needle을 변형하여 universal plugger에 가느다란 바늘을 연결하여 음파를 흘려줌으로써 가느다란 바늘이 소와 및 열구 내에서 산부식제의 침투의 효과를 높여 기저부까지 침투할 수 있음을 보고하였다. 따라서 산부식제 도포시 초음파의 동시적인 적용은 임상에서 소아를 치료할 경우, 행동조절 등의 문제로 열구성형술을 시행하는 것이 어려울 때 이를 대체할 수 있는 방법이라고 사료된다.

저자는 본 실험의 모든 군에서 산부식제가 완전히 기저부까지 침투한 경우를 거의 관찰할 수 없었으며 이는 여러 선학들의 연구결과와 일치한다^{9,12,24,30)}. Brown 등¹³⁾은 소와열구 내 잔존 부유물이 산부식제의 효과적인 침투를 막는 가장 큰 요인이라고 하였으며 만약 소와 및 열구 내 잔존 부유물을 산부식제 도포 전에 제거할 수 있다면 산부식제의 물성에 상관없이 효과적인 침투 및 전형적인 산부식 형태를 얻을 수 있다고 하였다. 따라서 산부식제 및 전색제의 효과적인 침투를 위해서는 치면열구전색술을 치아 맹출 직후 시행하여야 한다고 하였다. Sutalo 등³¹⁾은 전색제의 불완전한 침투는 소와열구의 복잡한 해부학적 구조때문이라고 하였고, Juhl³²⁾도 같은 의견을 피력한 바 있다. Bottenberg 등^{14,15)}은 산부식제의 불완전한 침투는 산부식제 내 표면활성제(surfactant)의 부재와 소와 및 열구 내에 존재하는 미세한 공기방울 때문이라고 하였다. 또한 표면활성제를 첨가한 산부식제를 적용한다고 하더라도 완전한 침투를 이루기 위해서는 60초의 산부식제 적용 시간이 필요하다고 하였고 표면활성제를 첨가하지 않은 그 밖의 산부식제들은 물성에 상관없

이 도포한 지 20~25초가 지나면 10% 내외의 침투율 한계에 이르고 시간이 흘러도 더 이상 침투는 이루어지지 않는다고 보고하였다. 본 실험에서 일괄적으로 적용한 산부식제 도포 시간 30초는 임상에서 소아를 치료할 경우를 가정하여 설정하였으며 산부식제 자체의 산 침투 능력을 충분히 허용가능한 시간이라고 사료된다. 다만 산부식제가 법랑질 표면에서 정상적인 산부식 작용을 하려면 최소한 15초 정도 접촉시간이 필요하며¹⁵⁾, 침투에 필요한 시간과 부식에 필요한 시간을 합하면 최소한 40~45초 정도의 산부식 적용 시간이 필요할 것으로 사료된다. 이러한 산부식제 도포 시간에 대해 Marshall 등²⁷⁾은 법랑질에 30초간의 산부식제 도포는 '소주'의 'core'에 해당하는 부분만을 부식하는 산부식 단계의 시작시기라고 하였으며, 60초 적용 시 이상적인 산부식 형태를 얻을 수 있다고 보고한 바 있다.

본 실험은 교합면 소와 및 열구부위에서 치면열구전색제의 지속적인 유지 및 효과적인 우식증예방효과를 얻기 위한 전 단계로써 산부식제의 효과적인 침투에 관해 연구하고자 한 것으로 산부식제 적용시 열구성형술을 시행할 경우 효과적인 산부식제 침투 및 치면열구전색제의 유지에 이로온 산부식 형태를 확인할 수 있었고, 산부식제 도포와 초음파의 동시적인 적용이 산부식제의 침투율에 있어서 어느 정도 향상된 결과를 유도할 수 있음을 확인하였다. 다만 열구성형술시 법랑질의 삭제를 최소화하면서 소와 및 열구부위를 깊이 삭제할 수 있는 삭제기구의 개발과 술자의 노련한 술식이 필요하며, 향후 적절한 산부식제 적용시간에 대한 연구와 초음파의 적용이 야기할 수 있는 산부식제의 변성이나 생활치에 미칠 수 있는 영향 등에 대한 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 교합면 소와열구부위에서의 산부식제의 효과적인 침투 방법에 관해 알아보고자 하였다. 발거된 상악 제 1, 2 소구치를 네 개의 군으로 나눈 후, I군은 통법에 따라 산부식제를 도포하였고, II군은 산부식제 도포와 함께 초음파를 치아에 적용하였다. III군은 열구성형술을 시행한 후에 산부식제를 도포하였고 IV군은 열구성형술 후 산부식제 도포와 초음파 적용을 동시에 시행하여 주사전자현미경을 이용하여 비교한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 군의 산부식제 침투도를 비교한 결과, 각각 III군과 IV군에서 I군에 대해 향상된 침투도를 관찰할 수 있었다 ($P < 0.05$).
2. 부위별 군에 따른 침투도를 비교한 결과, 소와 부분에 해당하는 근심 소와부위와 원심 소와부위에서는 III군과 IV군이 I군에 대해 향상된 침투도를 보였으나 ($P < 0.05$), 열구 중앙부위는 각 군 간에 차이가 없었다 ($P > 0.05$).
3. 각 군별 부위에 다른 산부식제 침투도는 모든 군에서 차이가 없었다 ($P > 0.05$).

이상의 결과를 종합해 보면 산부식제 도포시 열구성형술을

시행하는 것이 산부식제를 효과적으로 침투시키는데 유리하며 이는 전색제의 침투 또한 향상시켜 치면열구전색술의 치아우식증 예방효과를 높일 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Going RE, Haugh LD, Grainger DA, et al. : Four-year clinical evaluation of a pit and fissure sealant. J Am Dent Assoc, 95:972-981, 1977.
2. Handelman SL, Buonocore MG, Heseck DJ : A preliminary report on the effect of fissure sealant on bacteria in dental caries. J Prosthet Dent, 27:390-392, 1972.
3. Handelman SL, Washburn F, Wopperer P : Two-year report of sealant effect on bacteria in dental caries. J Am Dent Assoc, 93:967-970, 1976.
4. Ripa LW : The current status of pit and fissure sealant. A review. J Can Dent Assoc, 51:367-375, 1985.
5. Silverstone LM, Wefel JS, Zimmerman BF, et al. : Remineralization of natural and artificial lesions in human dental enamel *in vitro*. Effect of calcium concentration of the calcifying fluid. Caries Res, 15:138-157, 1981.
6. 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.
7. Garcia-Godoy F : Retention of a light-cured fissure sealant (Helioseal) in a tropical environment after 12 months. Clin Prev Dent, 8:11-13, 1986.
8. Ripa LW : Sealants revisited : an update of the effectiveness of pit-and-fissure sealants. Caries Res, 27:77-82, 1993.
9. Silverstone LM : The use of pit and fissure sealants in dentistry. present status and future developments. Pediatr Dent, 4:16-21, 1982.
10. Retief DH, Middleton JC, Jamison HC : Optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part III : Enamel wettability studies. J Prosthet Dent, 53:42-46, 1985.
11. Buonocore MG : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res, 34:849-853, 1955.
12. Garcia-Godoy F, Gwinnett AJ : Penetration of acid solution and gel in occlusal fissures. J Am Dent Assoc, 114:809-810, 1987.
13. Brown MR, Foreman FJ, Burgess JO, et al. :

- Penetration of gel and solution etchants in occlusal fissures. ASDC J Dent Child, 55:265-268, 1988.
14. Bottenberg P, Slop D, Remon JP, et al. : Penetration of fluoride-containing self-gelling liquids into human molar occlusal fissures *in vitro*. Caries Res, 23:303-308, 1989.
 15. Bottenberg P, Graber HG, Lampert F : Penetration of etching agent and its influence on sealer penetration into fissures *in vitro*. Dent Mater, 12:96-102, 1996.
 16. Aoki K : A study on cleansing of fissures. Kokobyo Gakkai Zasshi, 41:225-232, 1974.
 17. Tadokoro Y, Iwaku M, Fusayama T : A laboratory report on vibration etching for fissure sealants. J Dent Res, 61:780-785, 1982.
 18. Charbeneau GT, Dennison JB, Ryge G : A filled pit and fissure sealant : 18-month results. J Am Dent Assoc, 95:299-306, 1977.
 19. Horowitz HS, Heifetz SB, Poulsen S : Retention and effectiveness of a single application of an adhesive sealant in preventing occlusal caries : final report after five years of study in Kalispele, Montana. J Am Dent Assoc, 95:1133-1139, 1977.
 20. Ripa LW, Cole WW : Occlusal sealing and caries prevention : results 12 months after a single application of adhesive resin. J Dent Res, 49:171-173, 1970.
 21. Mertz-Fairhurst EJ, Fairhurst CW, Williams JE, et al. : A comparative clinical study of two pits and fissure sealants : 7-year results in Aususta, GA. J Am Dent Assoc, 109:252-255, 1984.
 22. 차문호 : 소와열구전색제(Nova-Seal)에 의한 우식예방효과에 관한 임상적 연구. 대한소아치과학회지, 2:47-51, 1975.
 23. Gwinnett AJ, Caputo L, Ripa LW, et al. : Micromorphology of the fitting surface of failed sealant. Pediatr Dent, 4:237-239, 1982.
 24. Gwinnett AJ, Buonocore MG : A scanning electron microscope study of pit and fissure surfaces conditioned for adhesive sealing. Arch Oral Biol, 17:415-423, 1972.
 25. Hobson RS, Rugg-Gunn AJ, Booth TA : Acid-etch patterns on the buccal surface of human permanent teeth. Arch Oral Biol, 47:407-412, 2002.
 26. Gwinnett AJ : The ultrastructure of the 'Prismless' enamel of permanent human teeth. Arch Oral Biol, 12:381-388, 1967.
 27. Marshall GW, Olson LM, Lee CV : SEM investigation of the variability of enamel surfaces after simulated clinical acid etching for pit and fissure sealants. J Dent Res, 54:1222-1231, 1975.
 28. Going RE, Loesche WJ, Grainger DA, et al. : The viability of microorganism in carious five years after covering with a fissure sealant. J Am Dent Assoc, 97:455-462, 1978.
 29. Aoki K : A study on cleansing of fissures. Improvement of the tip for increasing efficiency. J Stomatol Soc, 42:257-262, 1975.
 30. Hicks MJ, Silverstone LM : The effect of sealant application and sealant loss on caries like lesion formation *in vitro*. Pediatr Dent, 4:111-114, 1982.
 31. Sutalo J, Pupic V, Velenje T, et al. : Scanning electron microscopic study of penetrability of sealants in relation to fissure morphology of permanent premolars in humans. Oralprophylaxe, 11:83-88, 1989.
 32. Juhl M : Three-dimensional replicas of pit and fissure morphology in human teeth. Scand J Dent Res, 91:90-95, 1983.

Abstract

A STUDY ON THE EFFECTIVE PENETRATION OF ETCHING AGENT
IN OCCLUSAL PIT & FISSURE

Seong-Ryong Lee, Sang-Ho Lee, Chang-Seop Lee, Nan-Young Lee

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

The purpose of this study was to investigate the effective penetration methods of acid etching agents in the pit and fissures on the occlusal surface. Extracted maxillary first and second premolars were divided into 4 groups : to Group I only acid etching agent was applied, to Group II ultrasonic scaler as well as acid etching agent were applied, to Group III after fissurotomy acid etching agent was applied, and to Group IV after fissurotomy the same process performed with Group II. The comparison between the 4 groups by the use of scanning electron microscope showed the results as follows :

1. Comparing each groups with regard to the penetration rate(%) of acid etching agents, Group III and Group IV showed improved penetration rate(%) compared with Group I. Group II made no significant different results from Group I, but had somewhat better penetration rate(%).
2. Comparing each groups with regard to the penetration rate(%) of acid etching agents according to regions within fissures, Group III and Group IV showed more improved penetration rate than Group I in the mesial pit and distal pit. However, no significant difference between each groups was showed in the middle fissure.

Key words : Acid etching agents, Pit and fissures, Penetration rate