[UCI]I804:24011-200000234145

2007년 2월

석사학위 논문

자가 산부식 접착제의 법랑질에 대한 산부식 효과가 치면열구전색제의 미세 누출에 미치는 영향

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 현 진

자가 산부식 접착제의 법랑질에 대한 산부식 효과가 치면열구전색제의 미세 누출에 미치는 영향

The influence of enamel etching with self-etching adhesive on the microleakage of pit and fissure sealant

2007년 2월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 현 진

자가 산부식 접착제의 법랑질에 대한 산부식 효과가 치면열구전색제의 미세 누출에 미치는 영향

지도교수 이 상 호

이 논문을 치의학 석사학위 신청 논문으로 제출함.

2006년 10월

조선대학교대학원

치 의 학 과

김 현 진

김현진의 석사학위 논문을 인준함.

위원장 이난영 조선대학교 교수

위원 이상호 조선대학교 교수

위원 유 훈 조선대학교 교수

2006년 11월

조선대학교 대학원

목　　차

영문초록 ····· iv

Ⅰ. 서　론 ····· 1

Ⅱ. 실험 재료 및 방법 ····· 4
A. 실험 재료 ····· 4
B. 실험 방법 ····· 4
C. 통계 분석 ····· 6

Ⅲ. 실험 성적 ····· 7

Ⅳ. 총괄 및 고찰 ····· 9

Ⅴ. 결　론 ····· 12

참고문헌 ····· 13

표 목 차

Table 1. Classification of experimental groups according to the method of treatment ····· 5

Table 2. Scoring according to the degree of dye penetration ····· 6

Table 3. Distribution of microleakage ····· 7

도 목 차

Fig. 1. Sample preparation for observing the cross sectional view of fissure ····· 5

Fig. 2. Diagrams of distribution of microleakage per group ····· 8

ABSTRACT

The influence of enamel etching with self-etching adhesive on the microleakage of pit and fissure sealant

Kim hyun jin , D.D.S.
Advisor : Prof. Lee Sang-Ho , D.D.S., Ph.D.
Department of Dentistry,
Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of fissurotomy and double application time of acidic primer of self-etching adhesive system of acid treatment on enamel surfaces for prevention of microleakage of pit and fissure sealants. The microleakage of pit and fissure sealants was evaluated by measuring the penetration depth of methylene blue solution. Specimens were divided by 4 groups according to the method of treatment.

Group I: Acid etching with 37% phosphoric acid, 20 seconds.
Group II: Priming with self-etching adhesive, 20 seconds.
Group III: Priming with self-etching adhesive, 40 seconds.
Group IV: After fissurotomy, priming with self-etching adhesive, 20 seconds.

Obtained data were analysed statistically using Kruscal-Wallis test followed by Mann-Whitney test for comparison of groups.
The results are as follows:

1. Microleakage scores among group I, group II and group III were not shown significant difference.
2. Microleakage scores between group II and group III were not shown significant difference.
3. Microleakage scores of group IV were the lowest($p<0.01$).

Key words : Pit and fissure, 37% phosphoric acid etching, Self-etching adhesive system, Microleakage

Ⅰ. 서 론

소아에서 치아우식증의 예방은 임상의에게는 가장 관심있는 분야 중의 하나로 이와 관련하여 다양한 방법들이 강구되어 왔다. 특히 맹출한지 얼마 되지 않은 대구치나 유구치는 소와 및 열구 부위의 형태가 복잡하고 석회화의 정도가 낮아 우식 감수성이 매우 높기 때문에 이 부위의 치아우식증 예방법에 대해 활발히 연구되어 왔다[1-5].

치아우식증은 유병률이 높은 질환이며 이 중에서도 제 1대구치에서 발생하는 우식증의 90%가 소와 열구에서 발생되는 것으로 알려져 있다[6,7]. 대부분의 제 1대구치는 출은한지 2년 이내에 치아 우식증에 이환되고[8] 특히, 1987년도 NIDR(National Institute of Dental Reserch)의 조사에 의하면 하악 제 1대구치의 협측 소와(buccal pit)가 전체 치아 우식증의 원인 중 40%를 차지하고 상악 제1 대구치의 설측구(lingual groove)가 약 30%를 차지한다고 한다[9].

치아 교합면 소와 및 열구는 구조적으로 음식물 잔사, 치태 및 세균의 저장소 역할을 함으로써 잇솔질 등 물리적인 방법으로 깨끗이 닦기 어렵고 상수도수 불소화, 국소도포 또는 불소액 양치 등에 의한 우식 예방 효과도 평활면에 비해 크지 않아 치아 우식이 가장 발생하기 쉬운 부위이다[10].

치면열구전색술은 이와 같이 좁고 깊은 소와 및 열구를 인위적으로 폐쇄해 줌으로써 교합면 우식증을 예방하는 효과적인 방법으로 현재까지 어린이들에 있어 구치부 치아우식증의 이환율을 감소시키는데 많은 기여를 해오고 있으나 전색제의 파절이나 탈락 등 임상적인 실패가 많은 것이 문제점으로 지적되고 있다[10-12]. 성공적인 치면열구전색술을 위한 조건으로는 대상 치아의 선정, 교합면 우식증 존재 여부의 진단, 환자와 보호자의 이해와 협조, 대상 치아의 교합면 세척 방법, 방습 유지, 재료에 대한 이해와 적용 방법, 침투도 등 여러 가지 단계와 절차가 관련되어 있으며 이들 모두 성공적으로 이루어져야 하므로 매우 술식에 민감한 방법이라 할 수 있다[10,13].

현재 치면열구전색제 도포 시 임상가들이 가장 관심있게 추구하는 두 가지 사

항은 첫째, 치면열구전색제가 소와 및 열구 내로 깊숙히 침투하도록 하는 것과 둘째, 치면열구전색제와 치면 사이의 미세 누출을 최소로 발생하게 하는 것이다[10].

전색제의 접착성 결합강도에 부정적인 영향을 주는 요소로는 열구 내 유기물 잔사, 수분의 오염유무 등을 들 수 있다.

최근 소개되고 있는 자가 산부식 접착제는 산부식 과정 후 수세없이 와동을 충전할 수 있다. 러버댐을 적용하기 어려운 경우나 움직임이 많고 행동조절이 어려운 경우 산부식과 세정없이 치면열구전색제와 법랑질의 결합을 가능하게 하는 자가 산부식 접착제는 임상에서 치면열구전색제의 사용을 용이하게 할 수 있을 것이다[14]. 그러나 자가 산부식 접착제의 법랑질에 대한 접착은 인산에 비해 낮은 산도로 인하여 충분한 부식이 일어나는지에 대해 논란이 되고 있다[15]. 치면열구전색술은 표층 법랑질(intact enamel)에 대한 접착도가 변연부 누출과 전색제의 유지에 관여한다고 할 수 있다. 그러나 표층 법랑질은 하방의 법랑질(ground enamel)에 비해 고도로 광화되어 있고 불소의 함량이 더 높다. 표층 법랑질은 치아의 맹출 이후로 타액 내의 포화된 calcium phosphate에 의해 고도로 광화되고, 불소 이온에 의해 hydroxyapatite 결정 구조가 fluoroapatite로 전환된다[16]. 때문에 자가 산부식 접착제는 하방 법랑질에 비해 표층 법랑질에서 레진이 침투할 미세공포를 만들기 어렵다[17]. 그러나 Barkmeier는 인산 부식액에 비해 상대적으로 높은 pH로 인하여 산부식능이 부족할지라도, 삭제된 법랑질 표면에 대해서는 안정되고 강한 결합을 형성할 수 있다고 보고하였다[18].

Ferrari [19,20]등은 Class V와동에서 자가 산부식 접착제 사용 시 제조 회사에서 추천한 시간보다 acidic primer의 도포 시간을 두 배로 적용한 경우 더욱 적절한 변연부 적합을 보였고 acidic primer를 두 번 도포한 경우 법랑질에 대한 접착 강도가 증가한다고 보고하였으며, Strydom는 치아 구조를 거칠게 하거나 primer의 도포 시간을 늘리거나 여러 번 도포할 것을 추천하였다[21].

자가 산부식 접착제의 미약한 법랑질 산부식능을 감안하여 열구성형술과 primer의 도포 시간을 증가시키는 등의 임상 술식을 시행하고 자가 산부식

접착제의 단점이 보완되는지의 여부를 알아보고자 한다.

Ⅱ. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

시진과 탐침을 시행하여 교정목적으로 발거된 상악 1, 2소구치 중 형성부전이나 치아 우식증, 기계적 손상이나 균열 등이 관찰되지 않은 치아 200개를 대상으로 하였다. 대조군의 산부식제는 37% 인산으로 구성된 Ultra-Etch®(Ultradent Products, Inc. USA)를 사용하였고 자가 산부식 접착제는 두 단계로 적용하는 Clearfil SE Bond®(Kuraray Medical Inc., Okayama, Japan), 치면열구전색제는 Clinpro®(3M-ESPE, USA)를 사용하였다. 광중합기는 L.E.Demetron I®(KERR, Japan)를 사용하였다.

2. 실험 방법

모든 치아는 실험 전 불소가 포함되지 않은 퍼미스를 이용하여 치관부에 치면 세 마를 시행하고 5% NaOCl에 담아 Ultrasonic cleaner에 1시간 동안 세척하였으며 증류수로 재세척하여 생리식염수에 보관하였다. 소구치를 50개씩 4개의 군으로 나누고 다음과 같은 방법으로 전색하였다.

제 I군은 20초 동안 37% 인산 부식 후 세척하고 건조시킨 뒤 전색하고 L.E.D로 20초간 광중합하였으며 제 II군은 Clearfil SE Bond®의 제조회사의 지시에 따라 acidic primer를 20초간 도포하고 건조시킨 뒤 bonding agent를 도포 후 10초간 광중합하였다. 자가 산부식 접착제를 적용한 뒤 전색제를 교합면 열구에 바르고, 교합면에 20초간 침투시킨 뒤 20초간 광중합하였다. 모든 전색제는 동일한 임상적 조건 하에서 도포되었다. 제 III군은 자가 산부식 접착제의 acidic primer의 적용 시간을 제조회사의 추천 시간보다 2배인 40초로 적용하였다. 제 IV군은 열구성형술(Fissurotomy)을 시행한 후 제 II군과 동일한 방식으로 자가 산부식 접착제를 적용하였다 (Table 1).

Table 1. Classification of experimental groups according to the method of treatment

Group	Method of treatment
I	Acid etching with 37% phosphoric acid, 20 sec.
II	Priming with self-etching adhesive, 20sec.
III	Priming with self-etching adhesive, 40sec.
IV	After fissurotomy, priming with self-etching adhesive, 20sec

전색된 시편을 0.5% methylene blue 용액에서 24시간 동안 상온에 침전시킨 후 잇솔을 이용하여 교합면 부위 과잉의 염색액을 제거하고 절단하기 전 4℃ 수도물에 보관하였다. 규격화된 직사각형 주형에 소구치를 고정시키고 epoxy resin에 매몰시킨 뒤 Isomet low speed diamond wheel saw(Model 650, South Bay Technology)를 이용하여 협설 방향으로 절단하여 소와 열구의 수직 단면을 노출시키고 주수 하에서 100, 1200, 2400, 4000 grit의 silicon carbide paper로 연마하였다(Fig. 1). 연마 과정 중 파절되어 훼손된 경우와 stereoscope으로 관찰이 불가능한 절편은 표본에서 제외하였다.

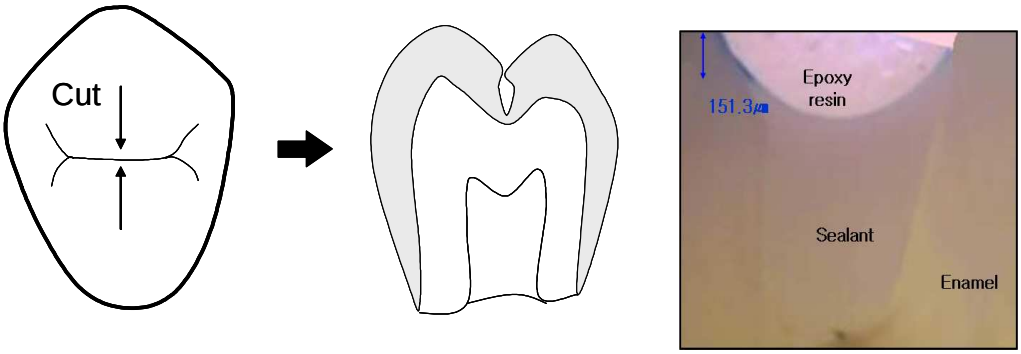

Fig. 1. Sample preparation for observing the cross sectional view of fissure.

100배 확대상을 Stereoscope(Olympus SZ61®, Japan)로 관찰하였으며 이를 image analyzing system(Image Pro plus, Express, Mediacybermetics Co., U.S.A)으로 전송 하여 법랑질과 치면열구전색제의 계면으로 침투한 methylene blue 용액의 침투 깊이를 측정하였고 다음의 기준에 따라 기록하였다[14)](Table 2).

Table 2. Scoring according to the degree of dye penetration

Score	Criteria
0	No dye penetration at the interface between enamel and fissure sealant
1	Dye penetration at the interface between enamel and fissure sealant up to 500㎛ depth
2	Dye penetration beyond 500㎛ of the enamel-fissure sealant interface

3. 통계분석

각 군 간의 미세누출에 대한 상호간의 유의성 검증은 Kruskal-Wallis 검정을 이용하여 시행하였으며, 사후 검정은 Mann-Whitney 검정을 시행하였으며 유의 수준은 p = 0.05에 대해 Bonferroni 수정을 하여 0.0083에 대해 분석하였다.

Ⅲ. 실험 성적

대조군인 제 I군은 전체 표본 44개 중 염색액이 침투하지 않은 절편이 8개, 침투 깊이가 500㎛이하인 절편은 15개, 그 이상인 절편은 21개로 나타났다. 제 II군에서 47개의 절편 중 염색액이 침투하지 않은 것은 오직 하나의 절편에서만 관찰할 수 있었다. 제조 회사의 지시와 달리 acidic primer의 도포 시간을 두 배로 증가시켜 40초간 적용한 제 III군은 제 I, II군과 미세 누출도의 유의차를 보이지 않았다. 제 IV군은 열구성형술을 시행하고 전색한 군으로 절편 46개 중 19개가 염색액의 침투를 보이지 않았으며 미세 누출도가 가장 낮게 나타났다(Fig. 2, Table 3).

Table 3. Distribution of microleakage

Group	Microleakage scores			No. of specimen	Mean rank†	Statistical difference*
	0	1	2			
I	8	15	21	44	93.56	a
II	1	23	23	47	102.86	a
III	3	19	17	39	96.06	a
IV	19	17	10	46	62.58	b

† Significantly different by Kruskal-Wallis test, * Mann-Whitney test ($p<0.01$)

* The distinct letters, a and b, mean statistically different.

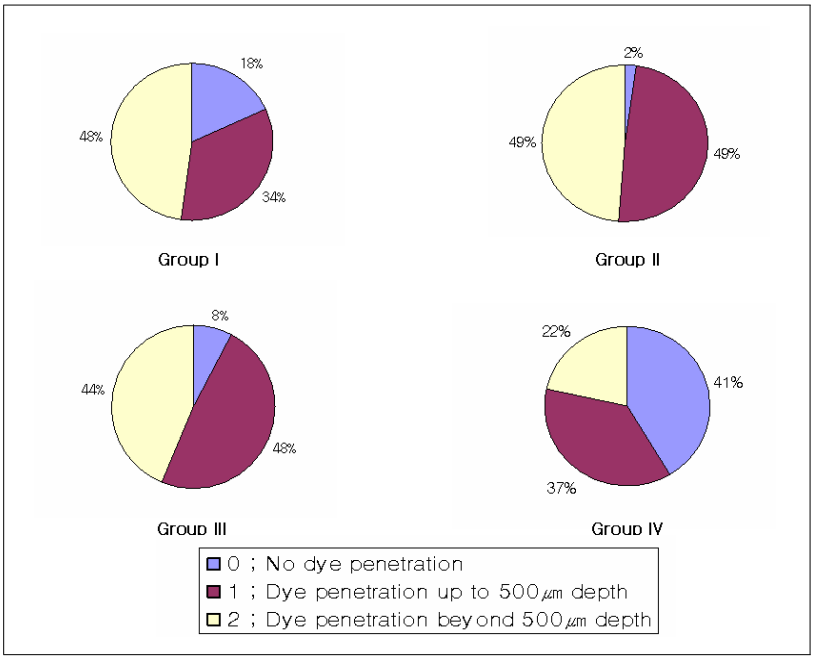

Fig. 2. Diagrams of distribution of microleakage per group.

Ⅳ. 총괄 및 고찰

치면열구전색술은 교합면에서 우식 예방을 위한 효과적인 치료법이다[11,12,22]. 전색제의 유지와 변연부 봉쇄성을 증가시키는 것은 우식 감소능과 치면열구전색술의 효율을 극대화한다. 산부식과 치면열구전색제의 적용에 앞서 치아의 교합면과 열구는 산부식과 전색 과정을 방해하는 plaque와 debris가 없어야 한다. 뿐만 아니라 소수성인 Bis-GMA 계통의 치면열구전색제가 열구 표면에 접착하기 위해서는 충분한 방습이 가장 중요한 요소라 할 수 있다. 타액의 존재는 산부식 처리된 법랑질에 견고하게 달라붙어 형성된 미세 공포(microporosities)를 다시 개방시키지 못한다. 그만큼 열구 내 침투도도 떨어지게 된다. Buonocore와 Cueto는 산부식 처리된 법랑질 표면이 타액 성분을 쉽게 흡수해서 표면 에너지를 감소시키고 그 결과 접착에 불리한 표면을 만들므로 타액에 의한 접촉을 막아야 한다고 하였다[15].

소와와 열구 형태 또한 전색제를 위치시키고 적용시키는데 영향을 줄 것이다[23,24]. 이에 따른 오차를 줄이고자 비교적 깊이와 형태가 일정한 소구치를 사용하였다[25].

변연부에서의 미세 누출을 방지하기 위해서는 전색제가 소와열구의 변연 높이의 충전이 이뤄져야 한다. 첫째, 치면열구전색제가 중합되는 동안 수축(1.5-4%)이 일어나기 때문에 치면열구전색제가 많은 면적을 덮을수록 변연부위의 변형이 더 많이 일어날 것이다. 이러한 수축이 표면에서의 부착에 나쁜 영향을 주게 될 것이다. 특히, sealant가 덮고 있는 표면에서 4-5mm당 60-200㎛의 선상 수축을 일으킬 것이다. 이러한 변위가 sealant와 법랑질 사이의 계면을 분리시키는 힘으로 작용하고 변연실패를 일으키게 되는 것이다. sealant가 변연에 맞게 충전된 경우에는 면적이 작기 때문에 최소한의 선상 변위를 유발할 것이다. 끝으로 와동형성없이 산부식 후 법랑질에 대한 부착은 치면에 기계적인 열구성형술을 시행한 것에 비해 상대적으로 약하며, gap형성과 전색제가 과충전되는 실패를 야기할 수 있다고 하였다[26].

자가 산부식 접착제를 사용하는 경우 술식에 덜 민감하고 편리하여 사용이 증가하는 추세이다. 그러나 여전히 법랑질에서의 접착 강도는 논의의 대상이 되고 있다[27].

법랑질에서 30-40%의 인산 부식을 통해 얻을 수 있는 접착강도는 약 20MPa이다. 본 연구에서 사용된 Clearfil SE Bond®(Kuraray Medical Inc., Okayama, Japan)의 표층 법랑질에 대한 미세인장강도는 약 18.7±4.6 Mpa로 나타났으며 자가 산부식 접착제 중 강한 접착 강도와 유지력있는 산부식 양상을 만든다고 보고된 바 있다[28]. 다른 제품에 비해 acidic primer와 bonding 성분 중 법랑질의 calcium ion과 chelation 반응을 일으키는 2개의 hydroxyl group을 가지는 접착력이 좋은 MDP(=10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate)라는 functional monomer를 가지는 특징이 있다. acidic primer 내의 MDP가 법랑질 표면을 탈회시키는 동안 형성된 미세공포 내로 침투하고 bonding 내의 MDP와 광조사 시 공중합을 일으킨다[27]. 이에 법랑질에서 인산부식을 시행한 경우보다는 미약하나 전색제의 접착에 유리할 것으로 사료되어 선정하였다.

대개 어린 아이들에게 시행하는 치면열구전색에서 접착제를 도포하는 추가과정은 전색 과정을 더 시간이 많이 들고 어렵게 만든다. 전색제 하방에 접착제를 사용하는 것은 시간의 증가와 유지력 향상에 대한 불확실성 때문에 여전히 이견들이 있다. Feigal 등은 전색제와 접착제를 함께 사용하는 것에 대해 유익한 영향을 보고하였다[29,30]. 그러나 Autio-gold는 재료들의 점도와 조성의 다양성 때문에 접착제와 연계하여 더 심도있는 조사가 필요하다고 하였다[29,31].

본 연구에서는 37% 인산 부식을 시행한 제 I군과 자가 산부식 접착제를 제조회사의 지시에 따라 acidic primer를 20초간 적용한 제 II군과 40초로 달리한 제 III군 간에 유의차가 없었다. 그러나 열구성형술 시행 후 자가 산부식 접착제로 전색한 제 IV군만이 미세 누출도가 낮게 나타났다.

법랑질에서 인산부식을 통해 자가 산부식 접착제를 통한 부식보다 불규칙적이면서 깊은 미세 공포를 형성할 수는 있으나 전색제의 점성과 흐름성으로 인하여 그 깊이만큼 resin tag가 형성되지는 않는다. 자가 산부식 전색제는 산부식을 일으키는 acidic primer가 부착에도 관여하기 때문에 탈회

된 깊이만큼 중합될 접착제가 침투할 수 있게 젖음성을 증가시켜 혼성화(hybridization)의 질을 향상시킨다고 한다[32]. 인장 강도나 전단 강도는 응력이 집중되는 것에 대한 저항정도를 의미한다. 결합 표면적이 증가할 수록 강도는 증가하는 것이고 미세누출을 줄이기 위해서는 혼성층이 전반적으로 형성되는 것과 관련된 것으로 사료된다[33].

표층 법랑질에 대해 인산 부식을 통하여 얻을 수 있는 혼성층의 깊이는 8-10㎛이며, acidic primer를 통해 얻을 수 있는 깊이는 보다 얕지만 2-4㎛로 전반적으로 균일하게 형성된다. 그리고 하방 법랑질에 대한 산부식 형태는 두 부식제 모두 미세 형태학적으로 큰 차이가 없이 나타났다고 한다.

Kanemura 등은 아무런 처치를 하지 않고 자가 산부식 접착제를 도포한 경우는 법랑 질에서 적절한 유지력을 얻기에 불충분한 부식상이 관찰되었으나 표면을 기계적으로 제거하고 도포한 경우는 32% 인산을 이용한 경우와 유사한 부식상이 관찰되었음을 보고한 바 있다[21,34].

본 실험에서 소수성의 bonding agent가 수용성의 methylene blue용액이 젖음성으로 인하여 침투하기 어려운 요인으로 작용하였을 가능성도 있다. 이에 향후 변연 봉쇄의 평가를 위하여 주사 전자 현미경을 통한 관찰이 추가적으로 이뤄져야 한다[14].

치면열구전색제의 연구가 다른 수복 물질에 비해 활발히 이뤄지지 못하는 이유 중 하나로 절편 형성의 어려움을 들 수 있다. 현재 통상적으로 사용되는 연마기는 회전식으로 한 방향으로만 삭제되어 절편의 파절이 빈번히 일어나고 연마의 두께 또한 일정하지 않다. 고가의 다방향성 절편 연마기의 보급이 시급한 실정이다.

이를 종합해 볼 때 법랑질과 전색물질의 혼성층의 형성을 돕는 것이 미세누출의 방지에 도움이 된다고 할 수 있다. 뿐만 아니라 치아우식증의 감수성이 높으면서 맹출 중에 우식이 발생하여 러버댐을 통한 격리가 힘든 상, 하악 대구치의 전색 시 자가 산부식 접착제를 유용하게 이용할 수 있을 것으로 사료되며 보다 효과적인 치료를 위해서 열구성형술과 같은 전처리 과정을 간과할 수 없다.

향후 자가 산부식 접착제의 법랑질에 대한 산부식능의 증가가 필요하며 임상 술식에 따라 다양한 적용 방법에 대한 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 통상적인 방법으로 37% 인산으로 산부식 후 전색술을 시행한 경우와 자가 산부식 접착제를 사용하여 도포한 경우의 미세 누출도를 염색액의 침투도를 비교, 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 37% 인산 부식을 시행한 제 I군과 자가 산부식 접착제를 이용하여 전색한 제 II, III군 간에 유의차가 없었다.
2. 자가 산부식 접착제의 acidic primer의 적용 시간을 제조회사의 지시에 따라 20초간 적용한 제 II군과 40초로 달리한 제 III군 간에 유의차가 없었다.
3. 열구성형술 시행 후 자가 산부식 접착제로 전색한 제 IV군의 미세 누출도가 낮게 나타났다($p<0.01$).

이상의 결과를 종합하여 볼 때 열구성형술을 시행하는 것이 치면열구전색술에서 미세누출을 줄이는데 효과적인 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, 1997.
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. Wefal JS. Zimmerman BF. et.al. : Remineraization of natural and artificial lesion in human dental enamel in vitro. Effect of calcium concentration if the calcifying fluid . Caries Res, 15:138-157, 1981.
6. Adair SM : The role of sealants in caries prevention programs. J Calif Dent Assoc, 31:221-227, 2003.
7. Bohannan HM, Disney JA, Graves RC, et al. : Indications for sealant use in a community-based preventive dentistry program. J Dent Educ, 48:45-55, 1984.
8. Robert J, Feigal : Sealant and preventive restoration: review of effectiveness and clinical changes for improvement. American Academy of Pediatric Dentistry, 20(2): 85-92, 1998.
9. 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.
10. 이상호 : 치면열구전색의 유지력. 대한소아치과학회지, 33: 336-346, 2006.
11. Simonsen RJ : Retention and effectiveness of dental sealants after 15 years. J Am Dent Assoc, 122:34-42, 1991.
12. Primosch RE, Barr ES : Sealant use and placement techniques among pediatric dentists. J Am Dent Assoc, 132:1442-1451, 2001.
13. 이상호, 이창섭, 이난영 : 소아의 치아수복. 조선대학교 출판부, 광주, 2005.
14. M. Hannig ,A.Grafe , S. Atalay. et.al : Microleakage and SEM evaluation of

fissure sealants placed by use if self-etching priming agents. J Dent, 32:75-81, 2004.
15. Harry F. Albers : Tooth-Colored Restoratives. CA, U.S.A, 1996.
16. Sturdevant CM, Barton RE, Sockwell CL. et al. : The art and science of operative dentistry. 2. W.B. Sanders, 54-55, 1985.
17. Gwinnet AJ. : The ultrastructure of prismless enamel of permanent teeth. Archives of Oral Biology, 12 :381-386, 1967.
18. Barkmeier WW, Los SA, Triolo PT. : Bond strength and SEM evaluation of Clearfil Liner Bond 2. American Journal of Dentistry, 8:289-293, 1995.
19. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A,Davidson C. Effect of two etching time on the sealing ability of Clearfil Liner Bond 2 in Class V restorations. American Journal of Dentistry , 10:66-70, 1997.
20. Kanemura N. Sano H. Tagami J : Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. J Den, 27 : 523-530, 1999.
21. Strydom C. : Self-etching adhesives: review of adhesion to tooth structure part I. SADJ, 59(10):413-419, 2004.
22. Simonsen RJ : Retention and effectiveness of pit and fissure sealant at 10years. Quint Int, 20:75-81, 1989.
23. Garcia-Godoy F.De Araujo FB : Enhancement of fissure sealant penetration and adaptation : the enameloplasty technique. J Clin Pediatr Dent, 19:13-18, 1994.
24. Hyatt TP : Prophylatic odontomy. Dent Cosmos, 65:324-236, 1923
25. 최선아,이상호, 이난영 등 : 치면열구전색제 도포 후 광중합 할 때까지의 경과 시간이 전색제 침투에 미치는 영향, 대한소아치과학회지, 32:491-497, 2005.
26. Geiger SB, Gulayev S, Weiss EI. et.al. : Improving fissure sealant quality : mechanical preparation and filling level. J Dent, 28:407-412, 2000.
27. 유선진, 김영경, 김성교 등 :부가적인 산부식이 자가산부식 접착제의 법랑질에 대한 전단 결합 강도에 미치는 영향. 대한치과보존학회지, 31:263-268, 2006.
28. Moura SK, Pelizzaro A, Dal Bianco K. et al. : Does the acidity of self-etching primers affect bond strength and surface morphology of enamel?. J Adhesive Dent, 8(2):75-83, 2006
29. 권호범, 김명진, 신철환 등 : 접착제 미 사용시 치면열구전색제로서의 유동성 복합레진 평가, 대한소아치과학회지 ,33:244-249, 2006.

30. 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.
31. Autio-Gold JT : Clinical evaluation of a medium filled flowable restorative material as a pit and fissure sealant. Oper Dent, 27:325-329, 2002.
32. Julio P, Cal-Neto. : Scanning electron microscopy evaluation of the bonding mechanism of a self-etching primer on enamel. Angle orthodontist, 76(1):132-136, 2006.
33. Shono Y, Terashita M, Pashley E. et al. : Effects of cross-sectional area on resin-enamel tensile bond strength. Dent Mater, 13:290-296, 1997
34. 조태식, 이상호, 윤정훈 등 : 교합면 열구 법랑질의 미세구조 및 산부식 형태, 대한소아치과학회지, 32:321-330, 2005.