

치면열구전색제의 열구 침투에 primer의 효과

정혜선 · 이제호 · 최형준 · 최병재

연세대학교 치과대학 소아치과학교실

Abstract

THE EFFECT OF PRIMER ON PENETRATION OF SEALANT

Hye-Seon Jeong, Jae-Ho Lee, Hyung-Jun Choi, Byung-Jai Choi

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

The objective of this study is to confirm the effect of dentine bonding primer application on penetration of sealant. Extracted permanent molars were used to compare penetration success rate of control group (sealant application only) and experimental groups (sealant application after applying the primers of Scotchbond™ Multi-Purpose system and All-Bond® 2 system).

The following results were obtained :

1. The experimental groups using the primers showed increased sealant penetration success rate to the base of fissure when compared to control group but there was no statistically significant differences($p>0.05$).
2. The depth, width and 'depth/width' value of fissure had statistically significant effect on sealant penetration success rate($p<0.05$).
3. The penetration success rate decreased about 0.9 times as the depth of fissure increased every $25\mu\text{m}$, and increased about 1.1 times as the width of the fissure orifice increased every $25\mu\text{m}$, and decreased about 0.6 times as the 'depth/width' value increased every 1.

From the above results, it can be concluded that fissure morphology had a great effect on sealant penetration and for better penetration, use of dentine bonding primer can be helpful but it needs more study in clinical bases.

Key word : penetration, primer, sealant

I. 서 론

치면열구는 치아형성기에 법랑질이 불완전하게 접합하여서 발생하는 것으로, 교합면 우식증 발생의 주요한 원인이 된다.^{1,2)} 이러한 치아우식증을 예방하는 방법으로는 칫솔질, 불소 양치, 국소적 불소도포, 상수도 불소화, 치면열구전색제 수복 등이 있으며 이 중에서 치면열구전색제의 수복은 교합면 우식증 예방에 매우 효과적인 방법이다.³⁾

Ripa⁴⁾는 "치면열구전색제의 예방적인 기능은 수복 재료가 산부식된 법랑질 표면에 결합하여 구강내 환경으로부터 치면열구 부위를 물리적으로 막아줌으로써 이루어지며, 치면열구전색제가 유지되는 한 그 하방으로부터 치아우식증은 발생하지 않게 된다."고 하였다. 이와 같이 치면열구전색제의 우식증 예방 기능은 치면열구전색제가 수복된 후 장기간 동안 탈락되지 않고 열구 내에 남아 치질과 결합하고 있을 경우에만 가능한데⁵⁻⁹⁾, 이러한 치면열구전색제의 열구 내 유지율에 대해서는 수복 시 술식의 정확성, 타액 오염 여부, 술자의 경험 및 숙련도, 환자의 협조도, 치면열구전색제 레진의 물리적 성질 및 마모 저항성¹⁰⁻¹²⁾, 치면열구전색제의 열구 침투도⁵⁾ 등의 요인이 영향을 미친다. 이 중에서 치면열구전색제의 열구 침투도는 치면열구전색제 수복 후에 열구의 입구 부위와 인접 경사면에서 레진과 법랑질의 결합이 완벽하여 지속적으로 유지력이 제공된다면 그다지 중요한 의미를 갖지 않을 수도 있겠지만 실제로는 치면열구전색제 수복 후 환자의 구강 내에서 기포 및 교합력에 의하여 교합면 부위의 레진이 깨어지거나 마모되어 소실되는 경우가 많기 때문에 다음과 같은 몇가지 임상적 의의를 갖게된다⁹⁾.

첫째 치면열구전색제의 열구 침투도가 증가하게 되면 열구 내면의 법랑질과 치면열구전색제 레진의 접촉면적이 증가함에 의해서 치면열구전색제의 유지력이 증가된다⁵⁾. 둘째 교합면 부위의 치면열구전색제가 파절되거나 마모되어 소실되는 경우에도 열구 내에 남아 있는 건전한 레진 tag에 의하여 지속적으로 치아우식증이 예방될 수 있다.^{13,14)} 실제로 Handleman¹⁵⁻¹⁷⁾ 등과 Elderton¹⁸⁾ 등은 초기 우식증이 존재하는 치면열구를 전색하였을 때에 치면열구전색제의 밀폐성이 완전할 경우 우식 부위의 생존 미생물 수가 치아우식증을 유발하지 못하는 수준으로

감소되었다고 보고하였으며, Mertz-Fairhurst¹⁹⁾ 등은 치아우식증의 진행이 정지되었다고 하였다. 이와 같은 의미를 지니는 치면열구전색제의 열구 침투도에 대해서는 치면열구전색제 도포 중 열구 내로의 기포의 함입, 열구 내 유기물질의 잔존 여부, 치면열구전색제 레진의 점성도, 치아 표면과 치면열구전색제 레진과의 상대적인 표면장력^{9,10,13)}, 치면열구전색제의 penetration coefficients²⁰⁾, 열구의 형태 및 복잡성^{9,13)}과 같은 여러 요소들이 영향을 준다. 특히 깊고 좁은 열구는 치면열구전색제의 우선적인 적응증이 되지만, 그 형태적인 영향에 의하여 열구 심부에 잔류하는 이물질이 완전히 제거되지 않으며 심부의 법랑질을 적절히 산부식하고 건조시키기가 어려워 치면열구전색제 레진의 열구 침투도는 오히려 더 낮아지게 된다.^{9,21)} 따라서 이러한 치면열구전색제의 열구 침투도를 증가시키기 위한 여러 연구들이 이루어졌다.

Brocklehurst⁵⁾ 등은 통상적인 rubber cup과 pumice를 이용한 치면세마보다 air-polishing을 시행하는 것이 전색제의 열구 침투도를 더 높여주며 이는 air-polishing이 열구 내 잔존 이물질을 더 완벽하게 제거해주기 때문이라고 하였으며, O'Brien²²⁾ 등은 치면열구전색제 도포 시에 치아 경사면으로부터 서서히 충분한 시간²⁰⁾ 동안 열구 내로 흘러 들어가도록 하면 기포의 함입이 줄어 침투도가 높아진다고 하였다. 이는 또한 Xalabard²³⁾ 등은 enameloplasty를 시행하여 열구를 넓혀주면 치면열구전색제와 치아의 접촉면적도 증가되고 prismless enamel²⁴⁾의 최외층도 제거되어 치면열구전색제의 열구 침투도가 향상된다고 하였다.

Rosell²⁵⁾ 등은 치면열구전색제 수복에 상아질 접착제의 bonding agent를 사용하는 것이 타액에 오염된 치아의 치면열구전색제의 침투도를 증가시켜주었다고 보고하였고, 이는 bonding agent가 법랑질로부터 타액을 변위시켜서 치면열구전색제의 젖음성이 증가되었기 때문이라고 추론하였다.^{26,27)} 한편 Symons⁹⁾ 등은 치면열구전색제 수복시 상아질 접착제의 primer를 사용하는 것이 치면열구전색제의 열구 침투도를 높여주었다고 보고하였고, 이는 primer가 완벽하게 건조되지 않은 열구 내에 잔존하는 수분에 대하여 내성이 있고 수분을 변위시켰기 때문이라고 하였지만 이들의 결과는 통계학적으로 입증된 것은

아니었다.

이에 본 연구자는 치면열구전색제 수복 시에 상아질 접촉제의 primer를 사용하는 것이 치면열구전색제의 열구 침투도를 증가시키는 효과가 있는지를 실험을 통하여 알아보고자 하였으며 열구 깊이 및 폭과 같은 열구의 형태가 치면열구전색제의 열구 침투에 미치는 효과를 분석하고자 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

(가) 실험 치아

발거된 치아우식증이 없는 60개의 영구 구치(소구치 및 대구치)를 지름 1cm, 높이 1cm의 아크릴 원통에 자가 중합형 레진을 이용하여 매식하여 0.2 % Sodium azide Sol.에 실험할 때까지 보관하였다가 본 실험에 사용하였다.

(나) 실험 재료

치면열구전색제로는 Concise Light Cured White Sealant™ (3M Dental Products)를 사용하였고 primer로는 Scotchbond™ Multi-Purpose Dental Adhesive System (3M Dental Products)의 primer와 All-Bond® 2 Universal Adhesive System (Bisco, Inc.)의 primer A, B를 사용하였다.

2. 실험 방법

(가) 수복방법에 따른 군 분류

대조군(Control group)은 통법에 따라 치면열구전

색제를 단독으로 수복하는 군이고, 치면열구전색제 도포 전에 Scotchbond™ Multi-Purpose Dental Adhesive System(3M Dental Products)의 primer를 도포하고 치면열구전색제를 도포하는 군은 SBMP군이라 하였으며 치면열구전색제 도포 전에 All-Bond® 2 Universal Adhesive System(Bisco, inc.)의 primer A, B를 혼합하여 도포한 후 치면열구전색제를 도포하는 군을 All-2군이라 하였다.

(나) 치면열구전색제 수복과정

대조군은 다음과 같이 통법에 따라 수복하였다. 15초간 plain pumice (nonfluoridated)와 rubber cup으로 치면세마를 하고 60초간 air-polishing(Clean Jet®, Yoshida Co. LTD.)을 시행하였으며 35% phosphoric acid로 15초간 산부식 후 15초간 수세하고 15초간 건조하였다. 그 후 치면열구전색제를 도포하고 20초간 광중합 하였다.

primer를 사용하는 실험군인 SBMP군은 산부식, 수세, 건조 후 치면열구전색제 도포 전에 Scotchbond™ Multi-Purpose Dental Adhesive System의 primer를 도포하고 5초간 조심스럽게 건조시킨 후에 치면열구전색제를 도포하고 광중합하였고, All-2군은 All-Bond® 2 Universal Adhesive System의 primer A, B를 혼합하여 5번 도포하고 5-6초간 건조시킨 후에 치면열구전색제를 도포하고 광중합하였다.

(다) 치아의 절단

치면열구전색제를 수복한 각 치아를 협설측 방향으로 Low speed diamond wheel saw(Model 650, South Bay Technology, inc.)를 이용하였고 치아의 여러부위를 절단하여 261개의 표본을 얻었다.

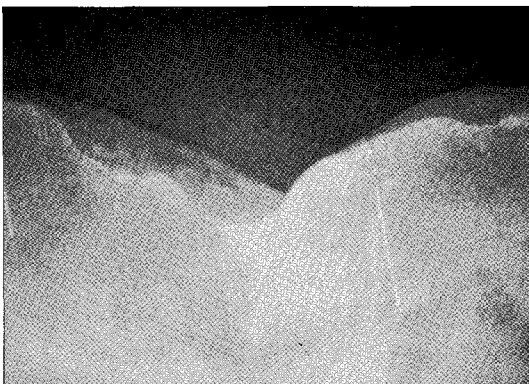


Fig. 1. A sample of success (stereomicroscope, ×15).

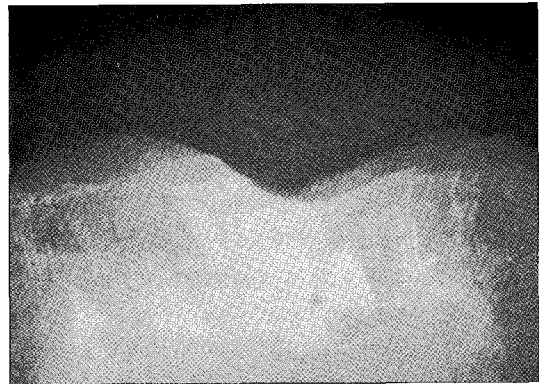


Fig. 2. A sample of failure (stereomicroscope, ×15).

(라) 표본의 관찰

Stereomicroscope(OSM-1, Dongwon)으로 40배의 배율로 관찰하여 열구의 깊이와 입구 부위의 폭을 측정하고 치면열구전색제의 열구 침투도를 평가하였다.

(마) 치면열구전색제의 열구 침투도 평가

열구 침투도의 평가는 치면열구전색제가 열구의 기저부까지 완전하게 침투되었을 경우에는(Fig. 1) '성공'으로, 불완전 침투되었을 경우(Fig. 2)에는 '실패'로 판정하였다.

(바) 열구 형태에 따른 군 분류

관찰한 각 열구 표본을 형태별로 분류하는 데에는 열구의 '깊이/폭' 값을 이용하였다. 즉 '깊이가 얇고 폭이 넓은 군(shallow & wide group)' : '깊이/폭' < 2, '중간군(intermediate group)' : 2 ≤ '깊이/폭' < 3, '깊이가 깊고 폭이 좁은 군(deep & narrow group)' : '깊이/폭' ≥ 3으로 분류하였다.

3. 통계처리

우선 ANOVA를 실시하여 대조군과 실험군의 열구의 깊이와 폭을 비교하여 각 군이 동일한 조건하에서 실험이 이루어졌는지를 확인하였다. 그 다음으로는 χ^2 -test (Fisher's exact test)를 실시하여 우선 대조군 및 primer를 사용한 실험군들 사이의 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률을 비교하여서 primer 사용의 치면열구전색제 열구 침투도에 대한 효과를 분석하였고 그 후 열구의 형태 분류군 사이의 열구 기저부까지 치면열구전색제의 침투 성공률을 비교하여 열구 형태의 치면열구전색제 열구

침투도에 대한 효과를 분석하였다. 마지막으로 Logistic regression Analysis를 실시하였는데 우선 수복방법, 열구의 깊이, 열구 입구부위의 폭을 독립변수로 취하여서 수복방법, 열구의 깊이, 열구 입구의 폭 각각의 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률에 대한 효과를 분석하였고 그 후 수복방법, 열구의 '깊이/폭' 값을 독립변수로 취하여서 수복 방법과 열구 '깊이/폭' 값의 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률에 대한 효과를 분석하였다. (이때 두 경우 모두 수복방법은 순위변수로 되어 있기 때문에 대조군을 기준으로 하여 가변수 처리하였다.)

Ⅲ. 실험 결과

1. 실험 조건 분석

수복방법에 따른 각 군의 열구 깊이와 열구 입구부위 폭의 평균은 (Table 1)과 같다. ANOVA를 실시한 결과 각 군의 열구 깊이와 폭 값 사이에는 통계학적 유의차가 없어 세 군이 비슷한 조건하에서 실험이 이루어졌다고 해석되었다.

2. 표본의 분포

261개의 표본의 수복방법과 열구 형태별 분포는 (Table 2)와 같다.

'중간군'은 전체 표본의 평균 열구 '깊이/폭' 값(2.78)에 가까운 군으로, χ^2 -test 때에 이 군은 제외하였다. 이는 열구의 형태적 특성이 뚜렷이 나타나

Table 1. Means of fissure depth & width (mm)

	Control	SBMP	All-2
depth ¹⁾	616.7	691.3	643.0
width ²⁾	342.2	332.6	376.8

ANOVA ¹⁾ p>0.05
²⁾ p>0.05

Table 3. Success rates of control group & experimental groups(shallow & wide group)

	Control	SBMP	All-2
success	93.33(42)	93.02(40)	90.24(37)
fail	6.67(3)	6.98(3)	9.76(4)

(% (No. of Teeth)) (p>0.05)

Table 2. Distribution of samples

	Control	SBMP	All-2
shallow & wide	45	43	41
intermediate	6	10	14
deep & narrow	36	39	27

Table 4. Success rates of control group & experimental groups(deep & narrow group)

	Control	SBMP	All-2
success	30.56(11)	43.59(17)	44.44(12)
fail	69.44(25)	56.41(22)	55.56(15)

(% (No. of Teeth)) (p>0.05)

Table 5. Success rates of fissure morphology groups (Control group)

	shallow & wide	deep & narrow
success	93.33 (42)	30.56(11)
fail	6.67(3)	69.44(25)

(% (No. of Teeth)) (p<0.05)

Table 7. Success rates of fissure morphology groups (All-2 group)

	shallow & wide	deep & narrow
success	90.24 (37)	44.44(12)
fail	9.76(4)	55.56(15)

(% (No. of Teeth)) (p<0.05)

Table 9. The effects of the use of primer and 'depth & width' of fissure on the sealant penetration

	p-value
SBMP	0.8889
All-2	0.4764
depth/width	0.0001*

* : statistically significant

는 열구의 '깊이가 얇고 폭이 넓은 군' 과 '깊이가 깊고 폭이 좁은 군' 에서 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률을 비교하기 위해서였다.

3. 대조군 및 primer를 사용한 실험군의 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률 비교 (χ^2 - test (Fisher's exact test))

열구의 '깊이가 얇고 폭이 넓은 군' 에서는 대조군과 primer를 사용한 실험군의 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률 사이에 통계학적 유의차가 없었다(Table 3). 열구의 '깊이가 깊고 폭이 좁은 군' 에서는 대조군보다 primer를 사용한 SBMP군과 All-2군의 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률이 수치상으로는 약간 높게 나타나긴 했지만 역시 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 4). 또한 대조군과 SBMP군, 대조군과 All-2군, SBMP군과 All-2군 사이에서도 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률은 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. (p > 0.05)

Table 6. Success rates of fissure morphology groups (SBMP group)

	shallow & wide	deep & narrow
success	93.02 (40)	43.59(17)
fail	6.98(3)	56.41(22)

(% (No. of Teeth)) (p<0.05)

Table 8. The effects of the use of primer and depth & width of fissure on the sealant penetration

	p-value
SBMP	0.5519
All-2	0.2486
depth	0.0001*
width	0.0001*

* : statistically significant

4. 열구 형태별 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률 비교 (χ^2 - test (Fisher's exact test))

대조군과 SBMP군, All-2군 모두에서 열구의 '깊이가 얇고 폭이 넓은 군' 의 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률이 열구의 '깊이가 깊고 폭이 좁은 군' 보다 통계학적으로 유의하게 높았다(Table 5, 6, 7).

5. primer의 사용, 열구의 깊이, 열구 입구의 폭이 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투에 미치는 효과 (Logistic regression analysis)

열구의 깊이 및 폭 값은 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률에 대하여 유의성 있는 효과를 나타내었으나, Scotchbond™ Multi-Purpose Dental Adhesive System과 All-Bond® 2 Universal Adhesive System의 primer 사용은 통계학적으로 유의한 효과를 나타내지 않았다(Table 8).

또한 열구의 깊이가 25 μ m 증가할 때마다 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률은 e^{-0.1052} (약 0.9)배로 감소하게 되며, 입구의 폭이 25 μ m 증가할 때마다 치면열구전색제 침투 성공률은 e^{0.1022} (약 1.1)배로 증가하는 것으로 분석되었다.

6. primer의 사용, 열구 '깊이/폭' 값이 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투에 미치는 효과 (Logistic regression analysis)

열구의 '깊이/폭' 값은 열구 기저부까지 치면열구 전색제 침투 성공률에 대하여 유의성 있는 효과를 나타내었으나, 역시 Scotchbond™ Multi-Purpose Dental Adhesive System과 All-Bond® 2 Universal Adhesive System의 primer 사용은 통계학적으로 유의한 효과를 나타내지 않았다(Table 9).

또한 열구의 '깊이/폭' 비율이 1 증가할 때마다 치면열구전색제의 침투 성공률은 $e^{0.5912}$ (약 0.6)배로 감소하는 것으로 분석되었다.

IV. 총괄 및 고찰

1967년 치면열구전색제가 소개된 이후²⁸⁾ 그 수복 빈도는 계속 증가하고 있으며 이러한 치면열구전색제의 수복에 의하여 교합면 우식증의 발생은 상당히 감소된 것으로 보고되었다²⁹⁾. 초기에는 ultraviolet light-cured type이, 그후 visible light-cured type의 Bis-GMA resin system이 치면열구전색제로 사용되었고 최근에는 light-cured glass ionomer cement도 치면열구전색제로서 소개되었다.

본 실험에는 최근 가장 보편적으로 사용되고 있는 Concise Light Cured White Sealant™ (3M Dental Products)를 사용하였는데, 이 제품의 penetration coefficient는 0.008이고, filler wt %는 9.9으로 unfilled type으로 분류된다³⁰⁾.

치면열구전색제 수복 전에는 통상적으로 low speed handpiece, rubber cup과 pumice를 이용하여 치면세마를 시행하는데 최근에는 air-polishing 방법이 새로이 소개되고 있다. Weeks³¹⁾는 이러한 air-polishing이 low speed handpiece, rubber cup과 pumice를 이용한 치면세마보다 교합면의 치태 제거에 더 효과적이라고 하였으며, Garcia-Godoy⁶⁾는 SEM 소견 상 통상적인 low speed handpiece, rubber cup과 pumice를 이용한 치면세마를 시행한 경우에는 열구 내에 잔류 이물질과 pumice가 관찰되었으나 air-polishing을 시행한 경우에는 열구 내 잔류 이물질이 거의 완벽하게 제거되었음을 보고하면서 이러한 air-polishing에 의하여 치면열구 부위를

효과적으로 산부식하고, 치면열구전색제의 침투율 및 접합성을 향상시킬 수 있을 것이라고 하였다. 또한 Brokmann³²⁾ 등은 air-polishing에 의한 치면열구 전색제 결합력의 증가를 보고하였으며, Brocklehurst⁵⁾ 등은 air-polishing을 시행한 경우 치면열구전색제의 열구 침투도가 증가되었다고 하였다.

본 실험에서도 low speed handpiece, rubber cup과 pumice를 이용하여 치면세마를 한 후에 air-polishing을 추가적으로 시행함으로써 치면열구전색제의 열구 침투도를 증가시키면서 열구의 깊은 곳까지 잔류 이물질을 완벽하게 제거하여 열구 내에 잔류하는 이물질에 의한 실험 결과의 오류를 배제하고자 하였다.

치면열구전색제의 열구 침투도 비교를 하는데 있어서는 Brocklehurst⁵⁾ 등은 전체 열구 깊이에 대한 치면열구전색제가 침투한 깊이의 백분율(%)의 평균값을 이용하였으며 Symons⁹⁾ 등은 여러 열구 표본의 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률을 이용한 바 있다. 이중 Brocklehurst⁵⁾ 등의 방법은 당연히 매우 높은 침투율을 보이게 되는 깊이가 얇고 폭이 넓은 열구의 치면열구전색제 침투 백분율 값이 전체 평균값에 미치는 영향이 너무 커서 정확한 비교가 되지 않을 것으로 판단되어 본 실험에서는 치면열구전색제의 열구 기저부까지 침투 성공 여부를 평가하여 그 평균 성공률을 이용하여 비교하였다.

열구를 형태 별로 분류하는데 있어서는 Symons⁹⁾ 등은 열구를 깊이에 따라 cleft가 없는 경우에는 '얇은' 군으로, 100 μ m 이하일 경우에는 '중간 깊이의' 군으로, 100 μ m초과일 경우에는 '깊은' 군으로 분류한 바 있으나, 각 열구의 모양, 깊이, 폭 등이 매우 복잡하고 다양하여서 아직 확립된 체계가 없고, 간단한 분류로는 열구의 여러가지 특성을 모두 반영할 수가 없다. 본 실험에서는 열구의 '깊이/폭' 값을 기준으로 열구의 형태를 분류하여서 깊이와 폭의 특징을 함께 반영한 분류가 되고자 하였으나 열구의 경사도 및 다양한 분지 형태 등을 모두 반영한 분류는 되지 못하였으리라 생각된다.

최근에는 치면열구전색제의 열구 침투도를 높이기 위하여 상아질 접착제를 이용하는 방법들이 소개되고 있는데^{9,25-27)} 이러한 상아질 접착제는 1955년 Buonocore가 산부식에 의한 법랑질과 레진의 접착을

소개한 이후에 범랑질과는 다른 성질을 갖는 상아질과의 레진의 결합력을 증가시키기 위하여 개발되기 시작하였다. 현재는 1, 2, 3세대를 거쳐 5세대 상아질 접착제까지 개발되었으며³³⁾ 1950년대의 제 1세대 상아질 접착제는 상아질에 대한 산부식과 Methacrylate 계통의 소수성 monomer를 이용하여 상아질에 대한 결합을 증가시키려 했으나 결합 강도가 낮아 임상 사용에 부적합하였다. 제 2세대 제품은 상아질 내의 Ca⁺⁺ 이온에 대한 화학적인 결합을 목적으로 Bis-GMA 계통의 monomer에 화학적 결합을 위한 특수한 기를 부착시켰으나 제 1세대 제품과 마찬가지로 소수성이고 도말층을 제거하지 않는 방식을 취하였기 때문에 약간의 결합력 증가는 있었으나 역시 수분에 대한 취약성과 같은 문제점이 있었다. 제 3세대 상아질 접착제는 상아질 표면의 처리 과정에서 도말층을 용해시켜 제거하거나 변형시켜 결합력이 상당히 향상되었으나 범랑질과의 결합력에 비하여 만족스러운 정도는 아니었다³⁴⁾.

본 실험에서 사용한 Scotchbond™ Multi-Purpose Dental Adhesive System과 All-Bond® 2 Universal Adhesive System은 제 4세대 상아질 접착제로 분류되며, 이러한 제 4세대 상아질 접착제는 total etching과 moist dentinal bonding이란 특징이 있으며^{35,36)} 상아질 상에 hybrid zone을 형성하여 결합력은 18MPa 정도까지 증가되었다^{37,38)}. 이러한 Scotchbond™ Multi-Purpose Dental Adhesive System의 primer에는 HEMA(2-hydroxyethyl-methacrylate)와 polyalkenoic acid copolymer가 함유되어 있는데 HEMA는 점성도가 낮고 유동성 및 친수성이 강해서 수분을 함유하고 있는 상아세관 안쪽과 주위로 침투가 용이하여 레진 tag 형성을 유도하고 결합력을 높여준다고 한다³⁹⁾.

All-Bond® 2 Universal Adhesive System의 primer A에는 2% NTG-GMA(N-tolyglycine glycidyl dimethacrylate)가, primer B에는 16% BPDm(Biphenyl dimethacrylate)가 각각 아세톤에 용해되어 있기 때문에 친수성이며^{40,41)} 아세톤이 물과 접촉되었을 경우에는 vapor pressure를 야기시켜 일부를 증기화시키는 수분 건조제 역할을 하고, 표면장력을 감소시켜 레진이 수분이 있는 상아세관 내로 침투되게 하는 “수분 추적제(water chaser)” 역할을 하기 때문에 상아세관이 완전히 건조되지 않는

상황에서 강한 결합을 보일 수 있다고 한다^{42,43)}.

본 실험의 경우에는 산부식하고 수세 후 건조 시에 열구의 심부는 완전히 건조되지않아 열구 내에 약간의 수분이 잔존하리라 생각하였고, 이 두가지 상아질 접착제의 primer들은 상아세관이 아닌 수분이 잔존하는 열구에 대하여서도 같은 작용을 하여서 깊이가 깊고 폭이 좁은 열구의 치면열구전색제 레진의 열구 침투도가 증가될 수 있을 것으로 사료되었다. 그러나 실험 결과 대조군에 비하여 상아질 접착제의 primer를 사용한 실험군의 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률이 높게 나타나긴 하였으나 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었다(p) 0.05).

이러한 본 실험의 결과에 대해서는 다음의 사항을 고려해 볼 필요가 있다. 첫째 본 실험은 자연치를 이용하였는데, 자연 치아의 열구 형태는 매우 복잡하고 다양하기 때문에 비록 실험을 실시한 대조군과 실험군들의 열구 깊이나 폭 사이에는 통계학적 유의차가 없어서(p)0.05) 비슷한 조건하에서 실험이 이루어졌다고 볼 수는 있으나, 그 밖의 열구 경사도 및 방향성 등의 조건은 동일하였다고 볼 수 없고 이러한 요소들의 실험 결과에 대한 영향이 있었을 것으로 생각된다. 또한 본 실험에서 사용된 열구 형태의 분류가 실제 열구의 형태학적 특성을 충분히 반영한 분류가 되지 못했을 가능성도 있다. 둘째 본 실험에서는 산부식하고 수세한 후에 15초간 건조를 하였는데 이 15초간의 건조에 의하여 열구 내의 수분이 완전히 제거되어서 기대하였던 primer의 작용이 두드러지게 나타나지 않았을 수도 있다는 것이다. 따라서 균일한 깊이와 폭 및 경사도로 인공적으로 형성된 열구 모델 상에서 수세 후의 건조 시간을 다양하게 하여 실험을 실시한다면 보다 더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

열구의 깊이, 입구의 폭 및 ‘깊이/폭’의 비율은 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률에 대하여 통계학적으로 유의성 있는 영향을 나타내었으며, 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률은 열구의 깊이가 25 μ m 증가할 때마다 약 0.9배로 감소하며, 입구의 폭이 25 μ m 증가할 때마다 성공률은 약 1.1배로 증가하고, 열구 ‘깊이/폭’ 비율이 1 증가할 때마다 약 0.6배로 감소하는 것으로 분석되었다. 즉 열구의 깊이가 얇고 폭이 넓을수록, 치면열구전색제

의 열구 침투도는 높아지고 열구의 깊이가 깊고 폭이 좁아질수록 치면열구전색제의 열구 침투도는 감소하는 것이다. 또한 측방으로 경사지거나 여러 갈래로 나뉘어진 열구에서는 대부분 치면열구전색제가 열구에 불완전 침투되었고 이는 열구 형태와 그 복잡성에 의한 영향을 나타내는 것이다^{9,13)}.

본 실험의 결과 치면열구전색제 수복 시에 primer의 사용은 통상적인 치면열구전색제 단독 사용시 보다 치면열구전색제의 열구 침투도를 증가시키지 못한 것으로 생각되므로 primer의 사용에 따른 시술상의 번거로움과 시술 시간 및 비용의 증가를 고려해보면 치면열구전색제 수복 시 이러한 primer의 일상적인 사용은 더 많은 연구 자료가 얻어질 때까지 재고해 보아야할 것으로 사료된다.

V. 결 론

저자는 상아질 접착제의 primer 사용과 열구의 깊이 및 열구 입구의 폭이 치면열구전색제의 열구 침투에 미치는 영향을 알아보기 위하여 발거된 영구 구치를 이용하여서 치면열구전색제를 도포한 대조군과 Scotchbond™ Multi-Purpose Dental Adhesive System 및 All-Bond® 2 Universal Adhesive System의 primer를 도포한 후에 치면열구전색제를 도포하는 실험군으로 나누어 실험을 실시하였다. 수복된 실험치아는 microsaw를 이용하여 절단하였고 절단된 표본들은 stereomicroscope으로 관찰하여 치면열구전색제의 열구 기저부까지 침투 성공 여부를 판정하여서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치면열구 전색제 수복 시에 Scotchbond™ Multi-Purpose Dental Adhesive System과 All-Bond® 2 Universal Adhesive System의 primer를 사용한 군의 열구 기저부까지 전색제 침투 성공률은 primer를 사용하지 않은 대조군보다 높았으나 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었다.($p > 0.05$)
2. 열구 깊이와 입구의 폭 및 '깊이/폭' 값은 열구 기저부까지 전색제 침투 성공률에 대하여 통계학적으로 유의성 있는 효과를 나타내었다.($p < 0.05$)
3. 열구 기저부까지 전색제 침투 성공률은 열구 깊이가 25 μ m 증가할 때마다 약 0.9배로 감소하였고, 열구 입구의 폭이 25 μ m 증가할 때마다 약 1.1

배로 증가하였으며 열구의 '깊이/폭' 비율이 1 증가할 때마다 약 0.6배로 감소하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 치면열구전색제의 열구 침투도에 대해서는 열구의 형태학적 특성의 영향이 크며 치면열구전색제의 열구 침투도 향상을 위하여 상아질 접착제의 primer를 사용하는 것은 침투도 향상 효과가 있을 것으로 생각되지만 앞으로 더 많은 연구를 통한 검증이 필요하다.

참 고 문 헌

1. Hyatt TP. Occlusal fissures. Their frequency and danger. How shall they be treated? Dent Items Int 46:493, 1924.
2. Paynter KJ, Grainger RM. Relationship of morphology and size of teeth to caries. Int Dent J 12:147, 1962.
3. Jackson D. The effect of fluoride in drinking water on the number of cavities in teeth of fifteen year old children. Br Dent J 134:480, 1973.
4. Ripa LW. The current status of pit and fissure sealants: a review. J Can Dent Assoc 51:367-380, 1985.
5. Brocklehurst PR, Joshi RI, Northeast SE. The effect of air-polishing occlusal surfaces on the penetration of fissures by a sealant. Int J Paediatr Dent 2:157-162, 1992.
6. Garcia-Godoy F, Medlock JW. A SEM study of air polishing on fissure surfaces. Quint Int 19:465-467, 1988.
7. Gwinnett AJ, Caputo L, Ripa LW et als. Micromorphology of the fitting surface of failed sealants. Pediatr Dent 4:237-239, 1982.
8. Handleman S, Leverett D, Solomon E, et al. Use of adhesive sealants over occlusal carious lesions : radiographic evaluation. Community Dent Oral Epidemiol 9:256-259, 1981.
9. Symons AL, Chu CY, Meyers IA. The

- effect of fissure morphology and pre-treatment of the enamel surface on penetration and adhesion of fissure sealants. *J Oral Rehabil* 23:791-798, 1996.
10. Ball IA. An update on fissure sealants. *Dental Update* 13:380.382-388, 1986.
 11. Donnan M.F, Ball I.A. A double blind clinical trial to determine the importance of pumice prophylaxis on fissure sealant retention. *Br Dent J* 165:283-286, 1988.
 12. Gwinnett AJ, Buonocore NG. An SEM study of pit and fissure sealants conditioned for adhesive sealing. *Arch Oral Bio* 17:415-423, 1972.
 13. Catherine LT, Gwinnett AJ. A study of the penetration of sealants into pits and fissures. *J Am Dent Assoc* 87:Nov.1181-1188, 1973.
 14. Silverstone LM. In vitro studies with special reference to the enamel surface and the enamel resin interface. *Proceedings of International Symposium on the Acid Etch Technique*. St. Paul Minn: North Central Publishing Co.13-39, 1975
 15. Handleman 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.
 16. Handleman SL, Buonocore MG, Schoute PC. Progress report on the effect of a fissure sealant on bacteria in dental caries. *J Am Dent Assoc* 88:1189-1191, 1973.
 17. Handleman SL, Washburn F, Wopperer P. Two year report of sealant effect on bacteria in dental caries. *J Am Dent Assoc* 93:967-970, 1976.
 18. Elderton RJ. Management of early dental caries in fissures with fissure sealants. *Br Dent J* 158:254-258, 1985.
 19. Mertz-Fairhurst EJ, Richards EE, Williams JE. Sealed restorations: 5-year results. *Am J Dent* 5:5-10, 1992.
 20. Fan PL, Seluk LW, O'Brien WJ. Penetrativity of sealants. *J Dent Res* 54(2) 262-264, 1975.
 21. Taylor CL, Gwinnett AT. A study of the penetration of sealants into pit and fissures. *J Am Dent Assoc* 87:1181-1188, 1973.
 22. O'Brien WJ, Fan PL, Apostolides. Penetrativity of sealants and glazes. *Oper Dent* 3:51-56, 1978.
 23. Xalabarde A, Garcia-Godoy F, Boj JR, Canaida C. Fissure micromorphology and sealant adaptation after occlusal enameloplasty. *J Clin Pediatr Dent* 20(4):299-304, 1996.
 24. Gwinnett AJ. Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. *Arch Oral Biol* 18:441-444, 1973.
 25. Rosell F, Valsecki A, Reis M. Microscopic analysis of the penetration of the sealants. Saliva's contamination and use of dental adhesive. *J Dent Res* 74:777, 1995.(Abstr 028)
 26. Feigal RJ, Hitt JC, Splieth C. Retaining sealant on salivary contaminated enamel. *J Am Dent Assoc* 124:88-97, 1993.
 27. Hitt JC, Feigal RJ. Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination : an in vitro study. *Pediatr Dent* 14:41-46, 1992.
 28. Cueto EL, Buonocore MG. Sealing of pits and fissures with an adhesive resin : its use in caries prevention. *J Am Dent Assoc* 75(7):121-128, 1967.
 29. Baratieri LN, Andrada MAC, Monteiro S. *et al*. Tratamentos preventivos das regioes de cicatriculas e fissuras. In : Baratieri LN: *Dentistica: procedimentos preventivos e restauradores*. Rio de Janeiro: Quint Int 147-150, 1989.
 30. Boksman L, McConnell RJ, Carson B, McCutcheon-Jones EF. A 2-year clinical evaluation of two pit and fissure

- sealants placed with and without the use of a bonding agent. *Quint Int* 24(2) 131-133, 1993.
31. Weaks LJ, Lescher NMB, Barnes CM, et al. Clinical evaluation of the Prophy-Jet as an instrument for routine removal of tooth stain and plaque. *J Periodontol* 55:486-488, 1984.
 32. Brokmann SL, Scott RL, Eick JD. The effect of air-polishing device on tensile bond strength of a dental sealant. *Quint Int* 20:211-7, 1989.
 33. Freedman G, Goldstep F. Fifth generation bonding system : state of the art in adhesive dentistry. *J Can Dent Assoc* 63(6):439-443, 1997.
 34. 조경미, 허 복, 이회주. 네가지 상아질 접착제의 전단 결합 강도 비교. *대한치과보존학회지* 21(1):280-287, 1996.
 35. Gwinnett AJ. Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. *Am J Dent* 5:127-129, 1992.
 36. Kanca J. Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. *Quint Int* 23:39-41, 1992.
 37. Bouvier D, Duprez JP, Nguyen D. et al. An *in vitro* study of two adhesive systems: third and fourth generations. *Dent Mater* 9:335-369, 1993.
 38. Gwinnett AJ. Shear bond strength, microleakage and gap formation with fourth generation dentin bonding agents. *Am J Dent* 7:312-314, 1994.
 39. Nakabayashi N, Watanabe A, Gendusa NJ. Dentin adhesion of "modified" 4-META/MMA-TBB resin : function of HEMA. *Dent Mater* 8:259-264, 1992.
 40. Leinfelder KF. Current developments in dentine bonding systems: Major progress found in today's products. *J Am Dent Assoc* 124:40-42, 1993.
 41. 김종태, 이종갑. 유구치 아말감 수복물에서 레진 접착성 이장재의 미세 변연 누출에 관한 비교 연구. *대한소아치과학회지* 23(2):401-414, 1996.
 42. 손호현, 이광원, 박수정. *In Vitro*에서 상아질 접착제 도포가 상아세관액 이동과 치수신경활동에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 21(1):425-435, 1996.
 43. 이기환, 임미경. 상아질 접착제의 전단결합강도 및 주사전자현미경적 연구. *대한치과보존학회지* 20(1):289-302, 1995.

국문초록

치면열구전색제의 열구 침투에 primer의 효과

정혜선 · 이제호 · 최형준 · 최병재

연세대학교 치과대학 소아치과학교실

본 연구의 목적은 치면열구전색제 수복시에 상아질 접착제의 primer 도포의 치면열구전색제 열구 침투도 향상 효과를 확인하는 것으로, 발거된 영구 구치상에서 통상적으로 치면열구전색제를 도포한 대조군과 Scotchbond™ Multi-Purpose system과 All-Bond® 2 system의 primer 도포 후에 치면열구전색제를 도포한 실험군들의 열구 기저부까지 전색제 침투 성공율을 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Scotchbond™ Multi-Purpose system과 All-Bond® 2 system의 primer 를 사용한 군의 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공율은 primer를 사용하지 않은 대조군보다 높았으나 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었다($p>0.05$).
2. 열구 깊이와 폭 및 '깊이/폭' 값은 열구 기저부까지 전색제 침투성공률에 대하여 통계학적으로 유의성 있는 효과를 나타내었다($p<0.05$).
3. 열구 기저부까지 전색제 침투 성공률은 열구 깊이가 25 μ m 증가할 때마다 약 0.9배로 감소하였고, 열구 입구의 폭이 25 μ m 증가할 때마다 약 1.1배로 증가하였으며, 열구의 '깊이/폭' 비율이 1 증가할 때마다 약 0.6배로 감소하였다.

주요어 : 열구 침투도, 치면열구전색제, primer