

## 치면열구전색제 도포 후 광중합 할 때까지의 경과시간이 전색제 침투에 미치는 영향

최선아 · 이창섭 · 이상호 · 이난영

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

### 국문초록

치면열구전색제 도포 후 시간에 따른 열구 내 침투율을 알아보고자 발치된 소구치 192개를 이용하여 전색제 도포 후 광중합 할 때까지 경과시간 3초, 5초, 10초, 20초별로 침투율을 비교 분석하였다. 여기에 추가적으로 상악과 하악, filled sealant 와 unfilled sealant군으로 나누어 시간대별로 침투율에 차이가 있는지도 비교분석하였다. 그 결과 시간이 경과할수록, filled sealant군보다 unfilled sealant군에서, 상악보다는 하악에서 전색제의 침투율이 증가하였다. 이상의 결과에서 임상에서 치면열구전색을 시행할 때 이 결과를 임상적 지침으로 적용하면 유용하리라고 여겨진다.

**주요어** : 치면열구전색제, 전색제 침투율, 영상분석 프로그램

### I. 서 론

요즘 소아들이 즐겨 먹는 음식들은 정제된 당분이 많은 과자류, 사탕류, 탄산음료가 주를 이루고 있기 때문에 과거에 비해 치아우식 이환율이 높다<sup>1,2)</sup>. 이 때문에 치아우식증을 예방하는 처치에 대한 필요성이 증가되고 있는데, 현재 치아우식증을 예방하는 방법으로 식이조절, 치면세균막 관리, 불소도포, 치면열구전색법 등이 있다<sup>1,3)</sup>. 이 중 우식 감수성이 높은 구치부의 우식예방법으로 치면열구전색법이 많이 사용되어 오고 있다<sup>4,5)</sup>. 특히 열구의 형태가 다양하고 법랑질의 석회화도 낮은 제 1대구치와 유구치에서 치면열구전색법은 효과적인 우식예방법으로 받아들여지고 있다<sup>6)</sup>. 치면열구전색제의 치아우식증 예방효과에 관해서 1971년 Buonocore와 Cueto<sup>7)</sup>는 영구치 99%, 유치 87%의 우식 감소 효과를 보고하였고, 1973년 Gwinnett와

Ripa<sup>8)</sup>는 탈락되거나 손상되지 않은 전색제를 대상으로 성공률을 조사한 결과에서 91%의 초기 우식 방지효과가 있다고 보고하였다.

치면열구전색제의 치아우식증 예방기능은 치면열구전색제가 적용된 후 탈락되지 않고 장기간 열구내의 치질과 결합하고 있을 경우에만 가능한데<sup>9,10)</sup>, 이는 수복 시 술식의 정확성, 타액의 오염 여부, 술자의 숙련도, 치면열구전색제의 물리적 성질 및 마모 저항성과, 그리고 열구 침투도 등의 영향을 받는다<sup>11,12,13)</sup>. 술식이 임상적 성패를 좌우하는 요인으로 작용하는데<sup>14)</sup>, 그 이유는 열구 내면의 법랑질과 치면열구전색제 레진의 접촉 면적이 증가하여 치면열구전색제의 유지력이 증가하게 되어 교합면 부위 치면열구전색제가 파절되거나 마모되어 소실되더라도 열구 내에 남아있는 건전한 레진으로 인해 지속적으로 치아우식증을 예방할 수 있기 때문이다<sup>15-17)</sup>.

이 같은 중요한 의미를 지니는 치면열구전색제의 열구 침투도는 열구의 기하학적 형태, 열구 내 침착물의 존재 여부, 전색제의 물리·화학적 특성, 전색제의 점성도, 중력 등에 영향을 받는다<sup>15)</sup>. 이와 같은 이유로 인하여 예전부터 전색제의 열구 침투도를 증가시키기 위해 많은 연구가 있었다.

교신저자 : 이 상 호

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

\* 이 논문은 2004년도 조선대학교 학술연구비의 지원에 의해 연구되었음.

치면 열구의 형태는 치면열구전색 시 꼭 고려되어야 하는데, 입구가 넓은 V형이나 U형은 비교적 침투가 쉬운 반면, 열구가 깊거나 병목형인 경우에는 열구를 세척하기 어렵고 산부식 액과 전색제의 침투가 더욱 어렵다<sup>10,18-20</sup>. 이런 해부학적 불리함을 극복하기 위해 Hyatt<sup>21</sup>는 치아 절제술(prophylactic odontomy)을 소개한 바 있다. 이러한 기계적인 삭제는 깊은 열구에서 잔사의 효과적인 제거와 더 깊은 전색제 침투, 증진된 전색제 유지를 가능케 한다.

또한 전색제의 접착성 결합강도에 상당히 영향을 주는 요소로 타액의 오염유무를 들 수 있다<sup>22,23</sup>. 타액의 존재는 치아와 전색제 사이에 장애물로 작용하기 때문에 그만큼 열구 내 침투도 떨어지게 된다. Buonocore와 Cueto<sup>7</sup>는 산부식 처리된 법랑질 표면은 타액 성분을 쉽게 흡수해서 표면 에너지를 감소시키고 그 결과 접착에 불리한 표면을 만들므로 타액에 의한 접촉을 막아야 한다고 하였다.

Salama와 Al-Hammad<sup>19</sup>, Elderton<sup>24</sup>는 전색제를 적용하기 전에 열구를 세척하거나 전처리하는 것이 전색제 침투도에 영향을 준다고 보고하였다. Brocklehurst 등<sup>25</sup>도 치면 열구내의 잔존 유기 침착물이나 세마제 등은 산부식의 효과를 감소시키고, 표면 활성도를 감소시켜 전색제의 레진 침투에 장애를 주므로 치면 열구의 완전한 세척이 이루어져야 한다고 하였다.

여러 연구에서 산부식과 전색을 위한 준비로 열구를 깨끗하게 하는 기술을 평가하고 전색제의 침투와 효율성의 향상도를 평가하였는데, Willmann 등<sup>26</sup>은 퍼미스와 연마제를 이용하여 치아를 세척하는 기존의 방법보다 air polishing device가 세척 효과가 뛰어나고, air polishing device분말이 pumice분말보다 더 미세하고 수용성이 있어, 열구 내에 많이 잔존하지 않기 때문에 더 효과적이라고 보고하였고, Brocklehurst 등<sup>25</sup>이 시행한 임상실험에서도 치아에 통상적인 pumice로 기계적인 세척을 실시하는 것보다, air polishing으로 처리한 군의 전색제 침투율이 훨씬 좋았다고 보고하였다.

이와 같이 전색제의 침투도를 증가시키고 유지력을 향상시키기 위한 교합면열구의 처리법이나 열구 자체의 형태에 대한 연구는 많았으나, 전색제의 필러 함량도에 따른 침투도나 중력의 영향에 대한 연구는 많지 않았다. 실제로 임상에서 움직임이 많고 행동조절이 어려운 소아에게 전색제를 적용하고 빨리 중합하는 경우가 많은데 이런 경우 전색제가 충분히 침투할 수 있는 시간이 이루어지는지에 대한 의문이 생기게 된다.

이에 본 연구는 치면열구전색제 수복 시에 전색제 도포 후 광중합 할 때까지 시간 차이에 따른 치면열구전색제의 열구 침투 정도에 대하여 연구하고자 시행하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

시진과 탐침에 의한 우식검사를 시행하여 소와열구부가 건전하여 임상적으로 열구전색의 적응증이 되는 발거된 192개의 소구치를 실험재료로 하였다. 치면열구전색제로는 unfilled형인 Teethmate F-1<sup>®</sup>(Kuraray, Japan)와 filled형인 Ultraseal XT Plus<sup>®</sup>(Ultradent Products, Inc., USA)를 사용하였다. 치면열구전색제가 열구내로 침투하는 깊이는 Stereoscope (Olympus SZ61<sup>®</sup>, Japan)으로 100배 확대하여 관찰하였고, 광중합기는 Plasma 광중합기인 Flipo<sup>®</sup>(LOKKI, France)를 사용하였다.

### 2. 실험방법

전색제 종류와 상악, 하악에 따른 전색제 침투도를 시간에 따라 평가하기 위해 발거된 192개 소구치를 5% NaOCl에 담아 Ultrasonic Cleaner(Pro-Sonic<sup>®</sup>, Sultan Chemists Inc., USA)에 6시간동안 세척하였다. 96개씩 unfilled형과 filled형 전색제로 나누고, 각각을 다시 상, 하악(48개씩)으로 나눈 다음, 전색제 도포 후 중합 때까지 시간을 각각 3초(12개), 5초(12개), 10초(12개), 20초(12개) 군으로 나누었다(Table 1).

#### 1) 시편제작

192개의 발거된 소구치는 치근부를 절단하여 치관부만 사용하는데, 이렇게 준비된 시편은 소와와 열구 내 잔존부유물의 제거를 위해 통법에 따라 plain pumice와 rubber cup으로 치면 세마하고, 5% NaOCl 용액에 담아 Ultrasonic Cleaner(Pro-Sonic<sup>®</sup>, Sultan Chemists Inc., U.S.A.)에서 6시간 세척한 후 증류수로 재세척하여 생리식염수에 보관하였다. 시편들은 35% 인산으로 30초간 산부식하여 수세, 건조한 후 제조회사의 지시에 따라 전색제를 도포하고 3초, 5초, 10초, 20초 경과한 후 Plasma 광중합기로 6초간 광중합하였다. 상악군을 전색제

**Table 1.** Sample distribution according to the material and elapse time

material	site	3sec	5sec	10sec	20sec
Teethmate	Upper	12	12	12	12
F-1 <sup>®</sup>	Lower	12	12	12	12
Ultraseal XT	Upper	12	12	12	12
Plus <sup>®</sup>	Lower	12	12	12	12

로 도포할 때는 교합면이 바닥과 수직이 되게 세워서 도포하고, 하악군을 전색제로 도포할 때는 교합면이 바닥과 수평이 되게 하여 전색제를 도포하였다.

2) 치면열구전색제의 열구 침투도 측정

치면열구전색제로 도포 후 시편을 열구의 중앙부가 지나도록 협설측 방향으로 교합면에 수직이 되게 low speed diamond wheel saw(Model 650, South Bay Technology, USA)로 절단한 후 식염수에 세척하여 Stereoscope (Olympus SZ61®, JAPAN)으로 100배 확대하여 촬영하고, 컴퓨터로 전송하여 영상분석 프로그램(Image pro plus® Express, Mediacybernetics Co., USA)으로 전색제의 침투깊이를 측정하였다(Fig. 1). 침투도는 소와열구입구에서 기저부까지의 총 깊이에서 전색제가 침투한 깊이까지를 백분율로 산출하였다.

3) 통계분석

반복 측정 자료 분산분석법(Repeated measures ANOVA)과 T-test을 이용하여 치면열구전색제의 종류와 시간과 치아에 따른 전색제의 침투도를 통계학적으로 검정하였다.



Fig. 1. Image analyzing system (Image pro plus® Express, Mediacybernetics Co., U.S.A.)

III. 실험성적

광학현미경을 이용하여 각 표본의 열구부위를 검사한 결과 전색제를 도포하고 중합할 때까지 경과된 시간이 3초, 5초, 10초, 20초 순으로, 전색제의 필러 함량과 도포부위에 관계없이 깊이가 침투하여 통계적으로 차이를 보였다(P<0.05)(Fig. 3, 4, 5, 6).

1) 재료에 따른 침투도의 평가

Unfilled형인 Teethmate F-1®(Kuraray, Japan)가 Filled형인 Ultraseal XT Plus®(Ultradent Products, Inc., U.S.A.) 공히 시간경과에 따라 침투도가 증가하였고, Teethmate F-1®이 Ultraseal XT Plus®에 비해 침투도가 깊게 나타났다(P<0.05)(Table 2, Fig. 3, 4).



Fig. 2. Stereomicroscope (Olympus SZ61®, JAPAN)

Table 2. Comparison of penetration rate(%) according to the type of sealant and elapse time from application to light curing

time	material	Mean ± SD	P-value
3sec	Teethmate F-1®	59.32 ± 4.18	*
	Ultraseal XT Plus®	52.28 ± 6.68	
5sec	Teethmate F-1®	70.88 ± 6.98	*
	Ultraseal XT Plus®	63.66 ± 13.02	
10sec	Teethmate F-1®	77.36 ± 4.44	*
	Ultraseal XT Plus®	71.07 ± 9.16	
20sec	Teethmate F-1®	83.18 ± 3.90	*
	Ultraseal XT Plus®	77.44 ± 6.17	

Mean: Mean penetration depth, SD: Standard deviation

P-values are computed by t-test

\*: Statistically significant

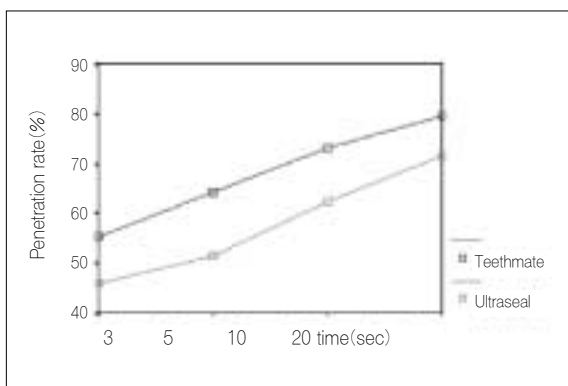
**Table 3.** Comparison of penetration rate(%) according to the tooth position and elapse time from application to light curing

time	site	Mean ± SD	P-value
3sec	Upper	50.66 ± 4.99	*
	Lower	60.94 ± 2.48	
5sec	Upper	57.78 ± 6.83	*
	Lower	76.75 ± 1.83	
10sec	Upper	67.77 ± 5.69	*
	Lower	80.66 ± 1.05	
20sec	Upper	75.55 ± 4.19	*
	Lower	85.06 ± 1.96	

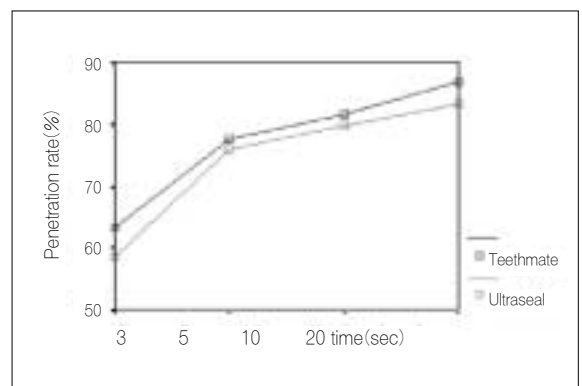
Mean: Mean penetration depth, SD: Standard deviation

P-values are computed by t-test

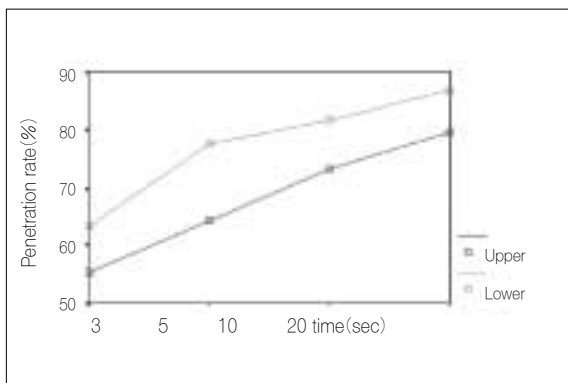
\*: Statistically significant



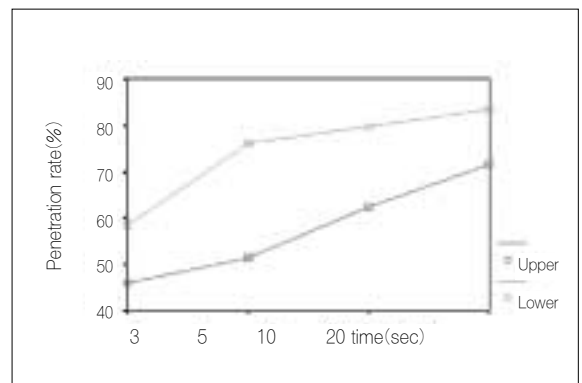
**Fig. 3.** Comparison of mean value of according to elapse time and materials in maxilla



**Fig. 4.** Comparison of mean value of according to elapse time and materials in mandible



**Fig. 5.** Comparison of mean value of according to elapse time and tooth penetration rate(%)



**Fig. 6.** Comparison of mean value of according to elapse time and tooth position in Ultraseal XT Plus®

2) 상, 하악에 따른 침투도의 평가

Teethmate F-1®(Kuraray, Japan)와 Ultraseal XT Plus® (Ultradent Products, Inc., U.S.A.) 모두 상악보다 하악에서

시간경과에 따른 침투도가 증가하였으며 통계적으로 차이를 보였다(P<0.05)(Table 3, Fig. 5, 6).

IV. 총괄 및 고찰

치아우식의 60% 이상이 치아 교합면의 소와와 열구에서 시작되는데, 그 이유는 주로 교합면의 해부학적 형태에 기인한다<sup>3,24,27</sup>. 교합면에 있는 소와와 열구는 기저부가 범랑질 변경 부위에 위치하여 접근이 어려워 세척이 잘 되지 않고, 교합면의 불소함량은 평활면보다 낮아 우식이 쉽게 이환되는 것으로 보고되고 있다<sup>28</sup>. 따라서 치아우식증이 잘 나타나는 소와나 열구를 전색제로 봉쇄할 경우, 치아우식증 예방효과를 기대할 수 있다. Horowitz<sup>29</sup>와 Simonsen<sup>16</sup>이 연구한 바에 의하면 치면열구전색제를 도포한 경우 60%의 치아우식증 감소율을 보인다고 보고하였다.

전색제의 탁월한 우식 예방효과에도 불구하고 시술 후 유지력이 문제가 되고 있는데, Horowitz<sup>29</sup>은 전색제를 도포하고 2년 내 유지율이 73%, 5년 내 유지율이 42%임을 보고하였다. 이렇게 전색제의 유지력이 문제가 되는 이유는 항우식성의 효과와 밀접한 상관관계가 있기 때문인데<sup>16,22,30</sup>, Simonsen<sup>16</sup>에 의하면 전색제는 손상되지 않고 제 위치에 가능한 오래 유지되어야 효과를 발휘한다고 보고하고 있다.

전색제의 변연봉쇄성은 미세누출을 막는 것으로 전색제의 중요한 요구사항이다. 만약 활동성의 우식이 열구 전색 시 열구 내에 남아있더라도 미세누출이 안되면 전색 후 우식부에 남아 있는 미생물의 수는 급격히 감소하여 우식의 진행이 정지하고, 그렇지 않을 경우에는 치아우식이 전색제 하방으로 계속해서 진행된다는 많은 연구가 있다<sup>20,22,27,31</sup>.

소와와 열구의 형태 또한 전색제를 위치시키고 적용시키는데 영향을 줄 것이다<sup>10,18,21</sup>. 여러 열구 표본에 따른 치면열구전색제의 열구 침투도를 연구하는데 있어서 Brocklehurst 등<sup>25</sup>은 전체 열구 깊이에 대한 치면열구전색제가 침투한 깊이의 백분율의 평균값을 이용하였으며, Symons 등<sup>32</sup>은 열구 형태에 따라 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률을 이용한 바 있다. 이 연구에서 보면 열구의 깊이가 얇고 폭이 넓을수록 치면열구전색제의 열구 침투도는 높아지고, 열구의 깊이가 깊고 폭이 좁아질수록 열구 침투도는 감소한다고 보고하고 있다. 이것은 매우 당연한 것이지만 그만큼 침투도에 있어 열구의 형태는 중요하다는 것을 뒷받침해 주고 있다.

본 실험은 비교적 일정한 형태와 깊이를 가지는 있다고 보고되고 있는 소구치를 사용하여, 열구 형태에 따른 전색제 침투도의 오차를 줄이고자 하였다.

또한 전색제 최적의 결합은 범랑질의 적절한 처치에 의존한다<sup>26</sup>. 그러므로 전색제 적용 전에 열구를 적당히 처치하여 깨끗하게 하는 것은 절대적으로 중요하다. 여러 연구에서 효과적인 열구 처리법에 관해 보고하였는데, 기존의 pumice prophylaxis는 열구 내에 pumice 가루와 잔사를 남겨놓는 반면, 근래 개발된 air polishing은 열구 형태와 관계없이 열구 깊은 부위의 찌꺼기를 효과적으로 제거하고 치면열구전색제의 열구 침투도가 증가되었다고 보고하고 있다<sup>25,33</sup>. 그러나 본 연구에서 사용

한 소구치는 교정목적으로 발치한 소구치로 매우 건전하여 pumice와 rubber cup을 이용한 통상적인 교합면 처리와 Ultrasonic Cleaner를 이용한 교합면 처리만으로도 열구 내에 잔류하는 이물질들을 쉽게 제거할 수 있었다.

Gwinnett<sup>28</sup>과 Buonocore와 Cueto<sup>7</sup>는 전색제가 치아교두의 경사면에서는 대체로 긴밀한 접촉을 하지만 좁고 긴 열구의 기저부에서는 전색제의 유동성 부족으로 접촉이 불량하다고 하였고, Symons 등<sup>32</sup>은 열구의 측벽에 대한 전색제의 적합은 열구의 형태나 적용 방법 등에 상관없이 비슷한 데 반하여 열구 기저부에 대한 침투는 열구의 깊이와 복잡정도에 영향을 받는다고 하였다. 그런데 최근에는 Primer의 사용이 깊은 수직 열구에서의 침투를 향상시킨다는 많은 보고들이 있다<sup>34-36</sup>. Feigal 등<sup>36</sup>에 따르면 치면열구전색제의 열구 침투도를 높이기 위해서 다른 접착제보다 좀 더 친수성이 있는 상아질 접착제를 이용하는 방법을 소개하고 있는데 Scotchbond™ Multi-Purpose Dental Adhesive System의 primer를 이용한 실험에서, 상아질 접착제를 사용하지 않는 수분 오염에 대한 민감성이 감소되었고, 대조군에 비하여 상아질 접착제의 primer를 사용한 실험군에서 열구 기저부까지 치면열구전색제 침투 성공률이 높게 나타났다고 보고한 바 있다. Simonsen<sup>16</sup>, Tulunoglu 등<sup>37</sup>도 이와 유사한 결과를 보고하고 있다. 그러나 Garcia-Godoy와 Gwinnett<sup>38</sup>은 두 경우 간에 유의한 차를 발견하지 못하였다고 하였고, Boksman과 McConnell<sup>35</sup>은 2년 경과후의 임상 연구를 통하여 접착제를 사용한 군과 사용하지 않은 군 간에 유의한 차이를 발견하지 못하였다고 보고하는 등 아직까지 논란의 여지가 많다.

본 실험은 전색제를 도포하고 중합할 때까지 걸린 시간이 침투도에 영향을 주는지에 대해 알아보고, 여기에 추가적으로 상악과 하악에 따라 전색제의 침투도가 중력의 영향을 받는 지와 필러 함량이 다른 전색제의 종류에 따라 전색제의 침투도가 영향을 받는 지에 대해 알아보려고 하였다. 그 결과 필러 함량이 적은 전색제를 하악에 적용하였을 때 시간이 경과함에 따라 침투도가 가장 많이 증가하였는데, 이는 unfilled sealant가 유동성이 좋고 여기에 중력까지 작용한 결과라고 사료된다. 또한 하악만큼 침투도가 많이 증가하지는 않았지만 상악에서도 시간이 경과함에 따라 침투도가 증가하였는데, 이는 시간이 경과함에 따라 모세관 현상(capillarity phenomenon)작용을 받은 것이라 사료된다. 그러므로 상악이나 하악에 전색제를 도포할 때 광중합하기 전까지 적어도 20초 정도 적용하는 것은 유용하다. 그러나 임상에서 교합력을 많이 받는 교합면에 마모저항성이 낮은 unfilled sealant를 사용하는 것은 유지력에 문제가 있고, 행동조절이 어려운 소아를 치료할 경우 20초 이상 전색제를 적용하는 것 또한 무리가 아닐 수 없다. 그러므로 향후 전색제의 물성에 관계없이 침투도가 증가할 수 있는 표면활성제의 첨가나 초음파와 같은 부가적인 진동을 주는 방법에 대해 연구가 필요하리라고 사료된다.

## V. 결 론

이 연구의 목적은 전색제 도포 후 광중합 할 때까지 걸린 시간이 침투도 차이와 상, 하악간의 침투도 차이, 필러 함량이 다른 전색제간의 침투도 차이를 알아보기 위한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Unfilled sealant와 Filled sealant 모두에서 3초, 5초, 10초, 20초 시간에 따라 전색제의 침투도가 증가하였다 ( $P<0.05$ ).
2. 상악과 하악을 비교한 분석에서는 상악보다 하악의 침투도가 증가하였다( $P<0.05$ ).
3. 필러 함량에 따른 침투도 차이에서는 Unfilled sealant (Teethmate F-1<sup>®</sup>)가 Filled sealant(Ultraseal XT Plus<sup>®</sup>)보다 침투도가 증가하였다( $P<0.05$ ).

이상의 결과를 종합해 볼 때, Unfilled sealant로 하악에 20초간 도포하였을 때 가장 깊은 전색제 침투를 보였다. 임상에서 전색제 도포 시 부가적인 처치가 없으면 전색제가 충분히 침투하기 위해서는 중합하기 전까지 20초정도 기다려야 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 김종배, 백대일, 김영수 : 학교계속구강사업에 관한 사례연구. 대한구강보건학회지, 11:53-54, 1987.
2. Olsen CB, Brown DF, Wright FA : Dental health promotion in a group of children at high risk to dental disease. Community Dent Oral Epidemiol, 14:302-305, 1986.
3. Lewis DW, Hargreaves JA : Epidemiology of dental caries in relation to pits and fissure. Br Dent J, 138:345-346, 1975.
4. Hennon DK, Stookey GK, Muhler JC, et al. : Prevalence and distribution of dental caries in preschool children. J Am Dent Assoc, 79:1405-1406, 1969.
5. Richard JS : Pit and fissure sealant: review of the literature. Pediatr Dent, 24:393-414, 2002.
6. Duggal MS, Tahmasseb JF, Toumba KJ, et al. : The effect of different etching times on the retention of fissure sealants in second primary and first permanent molars. Int J Paediatr Dent, 7:81-86, 1997.
7. Buonocore MG, Cueto EI : Sealing of pits and fissures with adhesive resin: its use in caries prevention. J Am Dent Assoc, 82:1090-1093, 1971.
8. Gwinnett AJ, Ripa LW : Penetration of pit and fissure sealants into conditioned human enamel *in vivo*. Arch Oral Biol, 18:435-439, 1973.

9. 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.
10. Geiger SB, Gulayev S, Weiss EI, et al. : Improving fissure sealant quality: mechanical preparation and filling level. J Dent, 28:407-412, 2000.
11. Irinoda Y, Matsumura Y : Effect of sealant viscosity on the penetration of resin into etched human enamel. Oper Dent, 25:274-282, 2000.
12. Jung-Wook Kim, Ki-Taeg Jang, Sang-Hoon Lee, et al. : Effect of curing method and curing time on the microhardness and wear of pit and fissure sealants. Dent Mater, 18:120-127, 2002.
13. Paulo HS, Simonides C : Effect of surface penetrating sealant on roughness of posterior composite resins. Am J Dent, 16:197-201, 2003.
14. Fan PL, Seluk LW, O'Brien WJ, et al. : Penetrativity of sealants. J Dent Res, 54:262-264, 1975.
15. Powell KR, Craig GG : An *in vitro* investigation of the penetrating efficacy of BIS-GMA resin pit and fissure coating. J Dent Res, 57:691-695, 1978.
16. Simonsen RJ : Retention and effectiveness of a single application of white sealant after 10 years. J Am Dent Assoc, 115:31-36, 1987.
17. Sol E, Espasa E, Boj JR, et al. : Effect of different prophylaxis methods on sealant adhesion. J Clin Pediatr Dent, 24:211-214, 2000.
18. Garcia-Godoy F, De Araujo FB : Enhancement of fissure sealant penetration and adaptation: the enameloplasty technique. J Clin Pediatr Dent, 19:13-18, 1994.
19. Salama FS, Al-Hammad NS : Marginal seal of sealant and compomer materials with and without enameloplasty. Int J Paediatr Dent, 12:39-46, 2002.
20. Xalabarde A, Garcia-Godoy F, Boj JR, et al. : Microleakage of fissure sealants after occlusal enameloplasty and thermocycling. J Clin Pediatr Dent, 22:231-235, 1998.
21. Hyatt TP : Prophylactic odontomy. Dent Cosmos, 65:234-236, 1923.
22. Duangthip D, Lussi A : Microleakage and penetration ability of resin sealant versus bonding system when applied following contamination. Pediatr Dent, 25:505-511, 2003.

23. Feigal RJ, Hitt J, Splieth C, et al. : Retaining sealant on salivary contaminated enamel. J Am Dent Assoc, 124:88-97, 1993.
24. Elderton RJ : Management of early dental caries in fissures with fissure sealants. Br Dent J, 158:254-258, 1985.
25. Brocklehurst PR, Joshi RI, Northeast SE : The effect of air-polishing occlusal surfaces on the penetration of fissures by a sealant. Int J Paediat Dent, 2:157-162, 1992.
26. Willmann DE, Norling BK, Johnson WN, et al. : A new prophylaxis instrument: Effect on enamel alterations. J Am Dent Assoc, 101:923-925, 1980.
27. 장명조 : 소아열구 전색제의 변연봉쇄성과 열구침투성에 관한 실험적 연구. 대한소아치과학회지, 17:78-90, 1990.
28. Gwinnett AJ : Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. Arch Oral Biol, 18:441-444, 1973.
29. Horowitz AM : Effective oral health education and promotion programs to prevent dental caries. Int Dent J, 33:171-181, 1983.
30. Duangthip D, Lussi A : Effects of fissure cleaning methods, drying agents, and fissure morphology on microleakage and penetration ability of sealants *in vitro*. Pediatr Dent, 25:527-533, 2003.
31. Hatibovic-Kofman S, Wright GZ, Braverman I : Microleakage of sealant after conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. Pediatr Dent, 20:173-176, 1998.
32. Symons AL, Chu CY, Meyers IA, et al. : 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.
33. Garcia-Godoy F, Medlock JW : An SEM study of the effect of air polishing on fissure surfaces. Quintessence Int, 19:465-467, 1988.
34. 정혜선, 이재호 : 치면열구전색제의 열구 침투에 Primer의 효과. 대한소아치과학회지, 26:416-426, 1999.
35. Boksman L, McConnell RJ : A 2-year clinical evaluation of two pit and fissure sealants placed with and without the use of bonding agent. Quintessence Int, 24:131-133, 1993.
36. Feigal RJ, Musherure P, Gillespie B, et al. : Improved sealant retention with bonding agents: a clinical studyn of two-bottle and single-bottle systems. J Dent Res, 79:1850-1856, 2000.
37. Tulunoglu O, Bodur H, Uctasli M, et al. : The effect of bonding agent on the microleakage and bond strength of sealant in primary teeth. J Oral Rehabil, 26:436-441, 1999.
38. Garcia-Godoy F, Gwinnett AJ : Penetration of acid solution and gel in occlusal fissures. J Am Dent Assoc, 114:809-810, 1987.
39. 조민선, 한세현 : 치아 열구 세척법이 전색제 열구 침투성에 미치는 영향에 대한 실험적 비교 연구. 대한소아치과학회지, 17:148-159, 1990.
40. Boyde A : Airpolishing effects on enamel, dentin, cement and bone. Br Dent J, 156:287, 1984.
41. De Craene GP, Martens C, Dermaut R : The invasive pit and fissure sealing technique in pediatric dentistry: an SEM study of a preventive restoration. ASDC J Dent Child, 55:34-42, 1988.
42. Gillet D, Nancy J, Dupuis V, et al. : Microleakage and penetration depth of three types of materials in fissure sealant: self-etching primer vs etching: an *in vitro* study. J Clin Pediatr Dent, 26:175-178, 2002.
43. Kakaboura A, Matthaiou L, Papagiannoulis L : *In vivo* study of penetration of flowable resin composite and compomer into occlusal fissures. Eur J Paediatric Dent, 3:205-209, 2002.
44. 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.
45. Tani Y, Buonocore MG: Marginal leakage and penetration of basic fuchsin dye in anterior restorative materials. J Am Dent Assoc, 78:542-548, 1969.
46. Taylor CL, Gwinnett AJ : A study of the penetration of sealants into pits and fissures. J Am Dent Assoc, 87:1181-1188, 1973.
47. Waggoner WF, Siegal M : Pit and fissure sealant application: updating the technique. J Am Dent Assoc, 127:351-361, 1996.

## Abstract

### EFFECT OF TIME ELAPSED FROM APPLICATION TO CURING ON THE PENETRATION OF SEALANT

Sun-Ah Choi, Chang-Seop Lee, Sang-Ho Lee, Nan-Young Lee

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chosun University*

Occlusal fissures and pits are ideal places for the development of caries. Pit and fissure sealants are now considered as a very effective means to prevent dental caries.

The purpose of this investigation was to examine the effect on the sealant penetration of the elapse of time from the application of sealant until exposure to visible light, and to examine the effect of the filler content and tooth position on the sealant penetration. 192 extracted human premolars were used to this experiment. Following enamel conditioning, a light-polymerized sealant was applied and 4 different periods of time(3, 5, 10, 20 seconds) were allowed until exposure to the light source.

The results obtained were as follows:

1. According to time, in both unfilled sealant and filled sealant penetration increases deeply through mindfulness.
2. Sealant that apply to mandiblar premolar penetrated deeply through than to maxillary teeth.
3. Penetration difference according to filler content, unfilled sealant penetrated deeply through than filled sealant.

The result from this study indicated that unfilled sealant penetrated most deeply in mandible when at least 20s time elapsed.

**Key words** : Pit and fissure sealant, Sealant penetration, Image analysis program