

치면열구전색제의 도포 시 전색제에 따른 기포 발생 양태

김현진 · 이난영 · 이상호

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

치면열구전색제의 도포 시 발생하는 기포는 전색제의 두께 감소에 의한 강도의 저하로 파절 및 마모를 일으킬 수 있으며 특히 계면부에 발생한 경우 미세 누출 등의 임상적인 문제점을 가져온다.

본 조사에서는 치면열구전색제 중 Teethmate F-1®(Kuraray, Japan), Ultraseal XTplus® (Ultradent, USA), Clinpro®(3M-ESPE, USA), Heliaseal®(Ivoclar-Vivadent, Liechtenstein)의 기포 발생 양태를 알아보려고 하였다.

자연치 교합면의 열구를 모방한 표준화된 시편을 제작하고 치면열구전색제를 각 군별 20개의 시편에 전색하고 광중합시킨 후 열구 중앙을 절단하여 stereoscope(Olympus SZ61, Japan)으로 확대하여 관찰하였고 컴퓨터 영상분석 프로그램(Image Pro plus, Express, Mediacybernetics Co., U.S.A)을 통하여 기포의 발생 양태를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기포의 발생 빈도는 Ultraseal XTplus에서 사용 시간과 관계없이 Heliaseal®에 Clinprotip과 metal canula tip을 적용한 경우보다 더 높게 나타났다($p < 0.05$).
2. 기포의 단면적 당 개수는 Ultraseal XTplus old가 Clinpro®, TeethmateF-1®, Heliaseal®에 brush tip을 적용한 경우보다 많이 발생하였다($p < 0.05$).
3. 기포의 평균 단면적은 Teethmate F-1®가 다른 군에 비해 큰 값을 보였다($p < 0.05$).
4. Clinpro®와 적용 tip을 달리한 Heliaseal®의 경우 기포의 발생 빈도, 평균 개수, 평균 단면적 모두 유의차를 보이지 않았다($p > 0.05$).

주요어 : 치면열구전색제, 기포, Stereoscope, 영상분석 프로그램

1. 서 론

평활면에서 발생하는 치아우식증의 이환률과 유병률을 줄이기 위한 많은 노력이 이루어져 왔다. 그러나 치아우식증은 여전히 유병률이 높은 질환이며 이 중 제 1대구치에서 발생하는 우식증의 90%가 소와 열구에서 발생하는 것으로 알려져 있다.^{1,2)}

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.³⁾

치면열구전색술은 이와 같은 좁고 깊은 소와 및 열구를 인위적으로 폐쇄해 줌으로써 교합면 우식증을 예방하는 효과적인 방법으로 현재까지 어린이들에 있어 구치부 치아우식증의 이환율을 감소시키는데 많은 기여를 해 오고 있으나 전색제의 파절이나 탈락 등 임상적인 실패가 많은 것이 현실적인 문제점으로 지적되고 있다.³⁻⁵⁾ 성공적인 치면열구전색술을 위한 조건으로는 대상 치아의 선정, 교합면 우식증 존재 여부의 진단, 환자와 보

교신저자 : 이상호

광주광역시 동구 서석동 375번지

조선대학교 치과대학

Tel: 062-220-3860

E-mail: Shlee@chosun.ac.kr

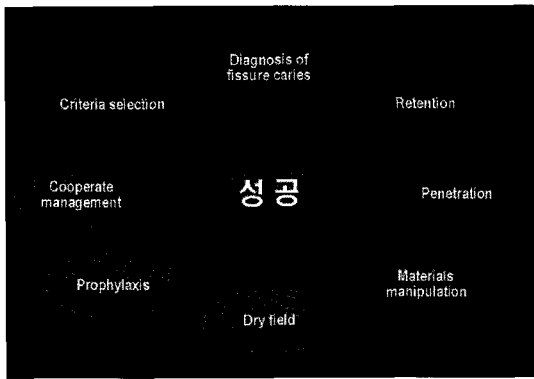


Fig. 1. Requirements of successive application of pit and fissure sealants.

II. 실험방법 및 재료

1. 실험재료

소와와 열구의 형태 또한 전색제를 적용시키는데 영향을 줄 수 있으므로¹²⁻¹⁴⁾ 열구 형태에 따른 오차를 줄이고자 140개의 표준화된 시편을 실험재료로 하였다. 치면열구전색제는 unfilled형인 Teethmate F-1[®], Clinpro[®]와 filled형인 Ultraseal XTplus[®], Heliaseal[®]을 사용하였다.

치면열구전색제의 기포 발생 여부 및 부위를 Stereoscope으로 확대하여 관찰하였고 광중합기는 L.E.Demetron I[®] (KERR, Japan)를 사용하였다.

2. 실험방법

Teethmate F-1[®]은 다른 제품과 달리 도포 전 흔들어야 하는 사용법이 다른 제품에 비해 많은 기포를 형성하지 않는지 의문이 생겼고 Ultraseal XTplus[®]는 피스톤을 눌러 짜내 양의 조절이 다소 어려우며 오래 사용할 경우 내용물의 휘발성 성분이 증발되어 점도가 증가하여 실제로 2/3정도 사용하면 사용하기 어려운 경우가 많이 있다⁶⁾. 이에 사용 시간에 따른 차이가 있는지 알아보기 위해 개봉한지 하루가 지나지 않은 것을 New, 사용 가능량이 1/3미만으로 남아있는 것을 Old로 분류하였다.

도포 시 원하는 부위에 정교히 도포할 수 있고 양의 조절이 쉬운 syringe type(직경: 0.3 mm, tip의 각인 각도: 50°)의 Clinpro[®]tip, filled형이면서도 흐름성이 좋은 Heliaseal[®]은 제조사에서 제시한 metal tip(직경: 0.6mm, tip의 각인 각도: 30°)과 brush tip(metal tip과 기본 구조는 같으나 canula의 끝이 microbrush 형태임), Clinpro[®]의 syringe tip을 이용하여 적용하였다(Fig. 2).

1) 시편제작

Epoxy resin에 직경 0.5mm, 높이 5mm의 metal pin을 위치시켜 열구를 모방한 140개의 표준화된 시편을 제작하였다. Teethmate F-1[®]과 Clinpro[®]는 1군씩, Ultraseal XTplus[®]는 사용 시간에 따라 2군, Heliaseal[®]은 적용 tip을 달리하여 3개의 군으로 나누었다.

시편들은 35%인산으로 20초간 산부식하여 10초간 수세 후 건조하여 제조 회사의 지시에 따라 전색제를 도포하고 약 10초정도 기다렸다가 L.E.Demetron I[®]로 광중합을 시행하였다. 중합 후 speed controlled grinder를 이용하여 1mm두께의 절편을 만들었다(Fig. 3).

2) 기포의 관찰 및 단위 면적당 면적 산출

절편을 세척하여 Stereoscope로 100배 확대하여 기포의 발생 여부를 관찰하고 기포가 없는 경우를 0, 기포가 발생한 경우는 부위에 따라 전색제 내면에 존재하는 경우 1, 기포가 전색제

호자의 이해와 협조, 대상 치아의 교합면 cleansing 방법, dry field의 유지, 재료에 대한 이해와 적용 방법, 침투도 등 여러가지 단계와 절차가 관련되어 있으며 이들 모두 성공적으로 이뤄져야 하므로 매우 technique-sensitive한 방법이라 할 수 있다^{3,6)} (Fig. 1).

전색제의 장기적인 예후를 좌우하는 요인은 변연부의 봉쇄력과 유지력이다. 전색제의 유지는 우식의 발생과 진행을 예방하고 변연 봉쇄성은 특히 미세누출을 막는 것으로 2차 우식과의 직접적인 관련이 있다. 만약 활동성의 우식이 열구 전색 시 열구 내에 남아있더라도 미세누출이 없다면 전색 후 우식부에 남아있는 미생물의 수는 급격히 감소하여 우식의 진행이 정지하고, 그렇지 않을 경우에는 치아우식이 전색제 하방으로 계속해서 진행된다는 많은 연구가 있다⁷⁻¹¹⁾.

전색제가 열구 내로 깊이 침투하지 못하거나 열구 전체를 완벽하게 전색하지 못한 경우, 전색제에 과도한 교합력이 가해지는 경우 문제가 발생하게 된다. 이로 인한 문제점을 줄이기 위한 노력으로 시술 직 후에 전색제의 조기 접촉 여부, 탐침 시 걸리는 부위가 없는지, 기포 없이 매끄럽고 부드럽게 잘 도포되었는지를 확인하여야 한다. 치아와 치면열구전색제 사이에 발생한 기포는 전색제의 유지율을 떨어뜨리고 미세 누출의 결과를 가져온다. 전색제 내에 발생한 기포는 해당 부위의 강도를 떨어뜨려 파절이 발생하기 쉽고 마모에 따라 거친 면이 노출되어 음식물이나 치태의 침착을 유발하여 오히려 우식의 발생을 쉽게 할 수 있다. 이에 임상에서는 전색제의 도포 후 중합 전까지 충분한 시간을 기다린 뒤 탐침으로 열구의 기저부를 긁어주는 등 기포의 발생을 줄이기 위한 노력들이 이뤄지고 있다.

이러한 전색제 내 기포의 발생은 도포 방법 등 술자의 기법과도 연관이 있으나 재료 자체의 특성이나 적용되는 tip의 종류 및 각도 등의 영향을 받을 수 있을 것으로 생각되지만 그러한 재료에 따른 연구가 미비한 실정이며, 이에 전색제 기포의 크기와 분포도를 조사하고 일부 전색제는 사용 시간에 따른 차이와 적용되는 tip을 달리하였을 때의 기포 발생 양상을 알아보고자 하였다.

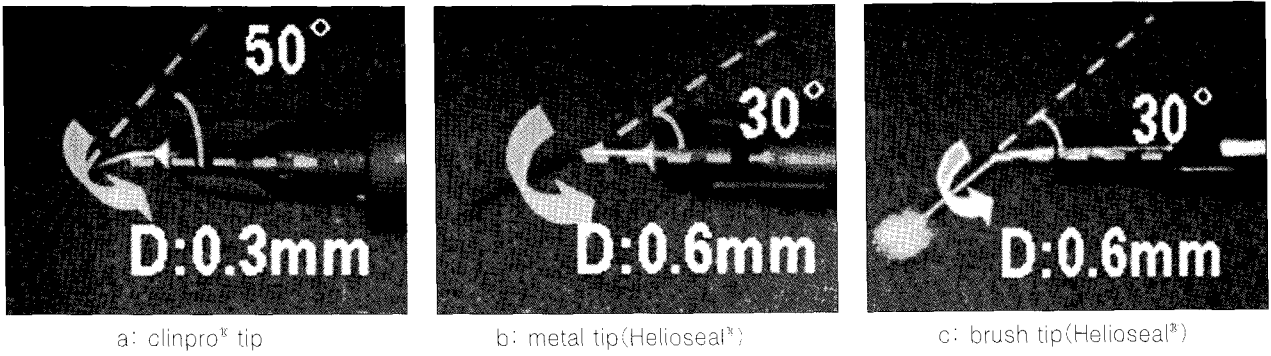


Fig. 2. Application tip.

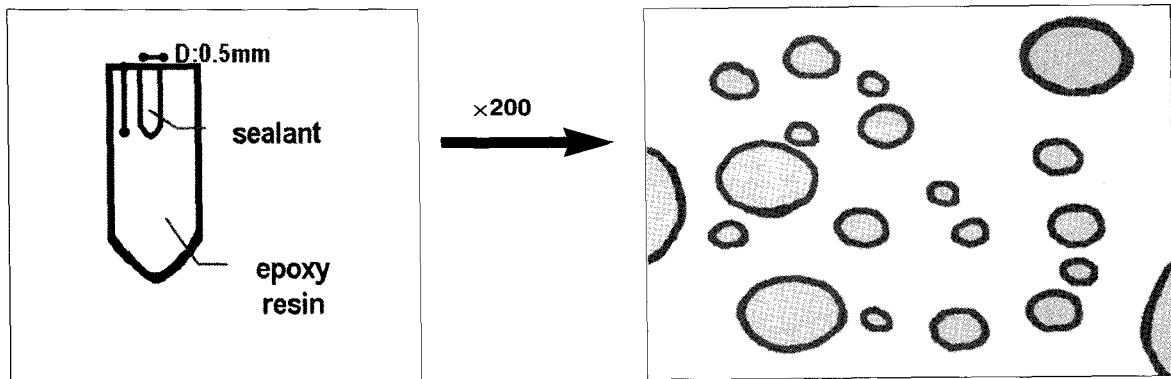


Fig. 3. Schematic drawing of standardized specimen by grinding speed controlled grinder; microscopic view of bubbles in sealant($\times 200$).

Table 1. Criteria for distribution of bubble

Score	Criteria
0	No bubble
1	Voids within sealant
2	Voids at interface
3	Voids within sealant and at interface

와 치아의 사이에 존재하는 경우를 2, 내면과 계면 모두 존재하는 경우를 3으로 표기하였다(Table 1).

절편의 중앙 부위를 Stereoscope로 200배 확대하여 촬영하고, 컴퓨터로 전송하여 영상분석 프로그램을 통하여 확대 면적에 존재하는 기포의 수와 면적을 산출하였다(Fig. 3, 4).

3) 통계 분석

200배 확대 단면적 소견에서 나타난 기포의 발생 빈도는 Fisher's exact test로 비교하고 면적 당 기포의 평균 개수 및

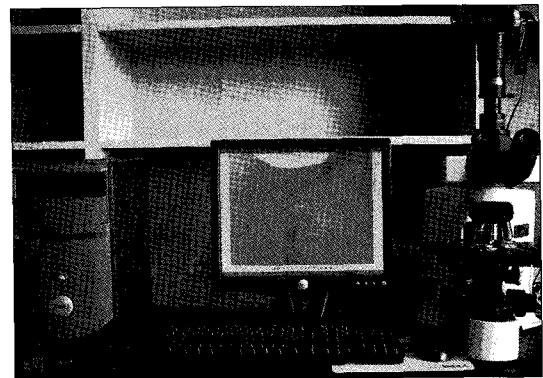


Fig. 4. Stereoscope(Olympus SZ61®, Japan) and image analyzing system(Image Pro plus, Express, Mediacybernetics Co., U.S.A).

기포가 차지하는 면적은 Duncan test로 비교 검토하였다.

chi-square test를 이용하여 치면열구전색제 종류, 사용 시간, application tip을 달리한 기포 발생의 여부와 분포 부위를 비교 검토하였다.

Table 2. Comparison frequency, number and area of bubble according to the type of sealant

Sealant	Frequency (%)	Number of bubbles	Area of bubbles (μm ²)
Ultraseal XT [®] plus old	94.1 ^a	10.7 ^A	3520.8 ^a
new	92.9 ^a	6.5 ^{AB}	3985.7 ^{ab}
Helioseal [®] clinpro tip	22.2 ^b	4.8 ^{AB}	3097.4 ^a
metal tip	31.6 ^b	6.3 ^{AB}	1823.5 ^a
brush tip	43.8 ^{bc}	3.4 ^B	4457.3 ^{ab}
Clinpro [®]	43.8 ^{bc}	1.1 ^B	1371.2 ^a
Teethmate F-1 [®]	80.0 ^c	2.5 ^B	8498.2 ^b
Statistical analysis	F	isher's exact test	Duncan test

Table 3. Distribution of bubble according to the type of sealant

Sealant	0	1	2	3	
Ultraseal XT [®] plus old	5.6%	94.4%	0	0	a
new	6.7%	86.7%	0	6.7%	a
Helioseal [®] clinpro tip	55.6%	22.2%	0	22.2%	b
metal tip	52.6%	42.1%	0	5.3%	b
brush tip	50.0%	33.3%	6.3%	6.3%	b
Clinpro [®]	43.8%	31.3%	0	25%	b
Teethmate F-1 [®]	8.3%	0	58.3%	33.3%	c

*chi-square test(p <0.05)

III. 실험결과

기포의 발생 여부와 200배 확대 소견 상 기포의 개수와 차지하는 면적을 알아보는 양적인 평가와 치면열구전색제의 질적인 평가로써 발생 부위의 관찰이 이뤄졌다.

기포의 발생 빈도를 보면 Ultraseal XT[®]plus는 사용 시간에 따른 차이를 보이지 않는 것으로 나타났으며 이는 Helioseal[®]에 metal tip과 clinpro tip을 적용해 도포한 것보다 발생 빈도가 더 높게 나타났다(p <0.05).

확대 표본에서 보인 기포의 평균 수는 Ultraseal XT[®]plus old가 Helioseal[®]에 brush tip을 적용한 경우와 Clinpro[®], Teethmate F-1[®]을 도포한 것에 비해 많이 발생하였다(p <0.05).

단위 면적당 기포가 차지하는 넓이를 합산하여 평균을 비교하였을 때 Teethmate F-1[®]이 다른 군에 비해 큰 값을 가진다(p <0.05).

Clinpro[®]와 적용 tip을 달리한 Helioseal[®]의 경우 기포의 발생 빈도, 평균 개수, 평균 단면적 모두 유의차를 보이지 않았다(p >0.05)(Table 2).

각 7개의 군에 대해 기포의 위치에 따른 분포를 chi-square test를 통해 비교 검정 시 Ultraseal XT[®]plus는 사용 시간에 따른 차이를 보이지 않았고 Helioseal[®]군과 Clinpro[®]군 간에는 유의차가 없었다(Table 3).

IV. 총괄 및 고찰

Juhl은 소와 열구의 공간 특성을 컴퓨터를 이용하여 음형의 모형을 제작하여 치면열구전색제가 도달하지 못하는 열구의 복 잡성과 다양함을 시각적으로 증명하였다¹⁵⁾. 때문에 임상에서는 함입된 열구 내 기포가 거의 대부분 전색제의 조기 상실의 주요 원인이 될 수 있다는 보고가 있었다¹⁶⁾.

치면열구전색제 도포 시 가장 중요한 2가지 사항은 치면열구 전색제가 소와 및 열구내로 깊숙히 침투하도록 하는 것과 치면 열구전색제와 치면 사이의 미세누출을 최소화 발생하게 하는 것인데 침투도는 일반적으로 열구의 해부학적 형태에 많은 영향을 받으며 임상적으로 열구 깊이의 80% 이상 침투하면 바람직한 것으로 평가한다³⁾.

치면열구전색제와 치면 사이의 미세누출을 발생시키는 요인 중 전색제의 도포 시 발생한 기포는 그 발생 부위에 따라 전색제의 파절, 마모 및 미세 누출 등의 임상적인 문제점을 가져온다.

최근 레진 치면열구전색제가 주로 사용되며 그 중 filler가 함유된 여부에 따라 filled형 치면열구전색제와 unfilled형 치면 열구전색제로 구별되며 이들의 유지력 혹은 미세누출에 대한 많은 연구 보고들이 있으나 현재로서는 어느 한쪽이 일방적으로 우세하다는 판단을 내리기는 어렵다¹⁷⁾. 본 실험에서는 치면 열구전색제로 unfilled형인 Teethmate F-1[®], Clinpro[®]와 filled형인 Ultraseal XTplus[®], Helioseal[®]을 사용하였다.

V. 결 론

Teethmate F-1[®]은 다른 제품에 비해 범랑질의 calcium ion 과 chelation 반응을 일으키는 2개의 hydroxyl group을 가지는 접착력이 좋은 MDP(=10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate)라는 functional monomer를 가지는 특징이 있지만^{18,19)} 도포 전 내용물의 균일한 혼합을 위해 흔들어 줘야 한다는 점이 단점으로 지적되었다. 이번 실험 결과에서도 기포의 발생빈도가 유사한 Ultraseal XTplus[®]에 비해 기포의 개수는 작으면서도 단면적이 더 넓은 점을 볼 때 생성되는 기포의 크기가 크다는 것을 알 수 있었다. 이는 밀폐 용기를 눌러서 적용하므로 가한 힘이 제거되면 그만큼의 공기가 nozzle내부로 역류되고 이를 도포전 흔들어 줌으로써 더욱 거대 기포의 형성을 촉진하는 것으로 사료된다. 기포의 분포는 치아와 계면 부위에 주로 나타났는데 이는 범랑질이 아닌 epoxy resin상에서의 실험을 시행하였기에 MDP의 작용에 대한 효과를 확인할 수 없어 실제 임상에서 이 실험 결과를 적용하는데 오차가 있을 수 있다.

Unfilled형인 Clinpro[®]와 적용 tip을 달리한 filled형인 Heliaseal[®]은 기포의 발생 빈도, 평균 개수, 평균 단면적 모두 유의차를 보이지 않았다(p>0.05). 그러나 Heliaseal[®]의 metal tip과 brush tip은 열구로의 정교한 적용이 어려워 도포 후 cotton pellet을 이용하여 과잉의 전색제를 제거해야 하는 불편함이 있었다. 43% filler를 함유하였으나 직경이 가늘고 tip의 각인 각도가 50°인 clinpro[®] tip을 이용하여 적용 시 정교한 도포를 하기에 사용이 용이하였다.

적절한 강도와 마모 저항성, 깊은 열구로의 침투를 위한 흐름성 등 재료의 물성도 중요하지만 이를 최대한 효과적으로 적용할 수 있는 delivery system에 대한 연구도 중요한 부분이라고 생각되며 앞으로 이에 대해 더 많은 고려가 필요할 것으로 사료된다.

Ultraseal XTplus[®]는 기포의 발생 빈도, 평균 개수, 평균 단면적 모두 사용 시간에 따른 차이는 보이지 않았으나(p>0.05) 다른 재료에 비해 기포의 발생 빈도가 높은 것은 적용부가 brush type으로 squeezing system으로 적용함에도 불구하고 보관 시 대기 중의 공기가 brush사이에 존재하게 되어 많은 기포를 형성하는 것으로 사료된다. 그러나 기포의 발생 양태는 수복물의 마모 시 파절을 일으킬 만한 크기라기보다는 미세 현미경적으로만 확인이 가능한 크기이며 대부분 전색제 내면에 존재하는 양상을 보였다.

치면열구전색술은 다양한 요소가 관련하는 술식이지만 재료에 대한 바른 이해를 통한 적용은 더욱 성공률을 높이는 요소이다. 이상의 결과를 볼 때 재료가 보관된 용기 및 delivery system이 기포 발생 양상에 영향을 주는 요소임을 알 수 있었다. 그러나 동일한 전색재료를 각기 보관된 용기 및 delivery system에 적용하여 보다 감별력있는 실험이 이뤄져야 하고 치면열구전색술을 위해 치아를 격리시킬 때 진공의 환경을 갖출 수 있다면 기포의 발생을 완전히 막을 수 있어 이에 대한 연구가 필요하리라고 사료된다.

자연치 교합면의 열구를 모방한 표준화된 시편을 제작하고 치면열구전색제를 각 군별로 20개의 시편에 전색하고 광중합시킨 후 열구 증상을 절단하여 stereoscope으로 확대하여 관찰하였고 컴퓨터 영상분석 프로그램을 통하여 기포의 발생 양태를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기포의 발생 빈도는 Ultraseal XT[®]plus에서 사용시간과 관계없이 Heliaseal[®]에 Clinpro tip과 metal canula tip을 적용한 경우보다 더 높게 나타났다(p < 0.05).
2. 기포의 단면적 당 개수는 Ultraseal XT[®] plus old가 Clinpro[®], Teethmate F-1[®], Heliaseal[®]에 brush tip을 적용한 경우보다 많이 발생하였다(p < 0.05).
3. 기포의 평균 단면적은 Teethmate F-1[®]가 다른 군에 비해 큰 값을 가진다(p < 0.05).
4. Clinpro[®]와 적용 tip을 달리한 Heliaseal[®]의 경우 기포의 발생 빈도, 평균 개수, 평균 단면적 모두 유의차를 보이지 않았다(p > 0.05).

참고문헌

1. Adair SM : The role of sealants in caries prevention programs. J Calif Dent Assoc, 31:221-227, 2003.
2. Bohannon 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.
3. 이상호 : 치면열구전색의 유지력. 대한소아치과학회지, 33: 336-346, 2006.
4. Simonsen RJ : Retention and effectiveness of dental sealants after 15 years. J Am Dent Assoc, 122:34-42, 1991.
5. Primosch RE, Barr ES : Sealant use and placement techniques among pediatric dentists. J Am Dent Assoc, 132:1442-1451, 2001.
6. 이상호, 이창섭, 이난영 : 소아의 치아수복. 조선대학교 출판부, 광주, 2005.
7. 최선아, 이상호, 이난영 등 : 치면열구전색제 도포 후 광중합 할 때까지의 경과시간이 전색제 침투에 미치는 영향. 대한소아치과학회지, 32:491-497, 2005.
8. Xalabarde A, Garcia-Godoy F, Boj JR, et al. : Microleakage of fissure sealant after occlusal enameloplasty and thermocycling. J Clin Pediatr Dent, 22:231-235, 1998.
9. Duangthip D, Lussi A : Microleakage and penetration ability of resin sealant versus bonding system when applied following contamination. Pediatr Dent,

- 25:505-511, 2003.
10. 장명조 : 소아열구 전색제의 변연봉쇄성과 열구침투성에 관한 실험적 연구. 대한소아치과학회지, 17:78-90, 1990.
 11. Hatibovic-Kofman S, Wright GZ, Braverman I : Microleakage of sealants after conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. *Pediatr Dent*, 20:173-176, 1998.
 12. Geiger SB, Gulayev S, Weiss EI : Improving fissure sealant quality : mechanical preparation and filling level. *J Dent*, 28:407-412, 2000.
 13. Garcia-Godoy F, De Araujo FB : Enhancement of fissure sealant penetration and adaptation : the enameloplasty technique. *J Clin Pediatr Dent*, 19:13-18, 1994.
 14. Hyatt TP : Prophylactic odontomy. *Dent Cosmos*, 65:234-236, 1923.
 15. Juhl M : Three-dimensional replicas of pit and fissure morphology in human teeth. *Scand J Dent Res*, 91:90-95, 1983.
 16. Burrow JF, Burrow MF, Makinson OF : Pits and fissures : Relative space contribution in fissures from sealants, prophylaxis pastes and organic remnants. *Aust Dent J*, 48:175-179, 2003.
 17. Simonsen RJ : Pit and fissure sealant : review of the literature. *Pediatr Dent*, 24:393-414, 2002.
 18. 유선진, 김영경, 김성교 등 : 부가적인 산부식이 자가산부식 접착제의 법랑질에 대한 전단 결합 강도에 미치는 영향. 대한치과보존학회지, 31:263-268, 2006.
 19. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Okazaki M, *et al.* : Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*, 83:454-458, 2004.

Abstract

BUBBLE BEHAVIOR OF PIT AND FISSURE SEALANT

Hyun-Jin Kim, Nan-Young Lee, Sang-Ho Lee

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

In clinical practice, air bubbles trapped in the pit and fissure may increase early loss of sealing materials for fracture, wear and microleakage.

The purpose of this investigation was to examine the bubble behavior of pit and fissure sealant. The 140 replicas made of epoxy resin were used to this experiment. Following conditioning, light-polymerized sealants were applied and then exposed to the light source. After stereoscopic examination of standardized specimen by grinding, bubble behavior was analysed.

The results obtained were as follows:

1. Ultraseal XT[®] plus groups irrespective of using time were higher than groups of Heliobond[®] with Clinpro tip and metal tip in the frequency of bubble ($p < 0.05$).
2. Ultraseal XT[®] plus old group was more than Clinpro[®], Teethmate F-1[®] and Heliobond[®] with brush tip in the number of bubble under 200 magnified cross section ($p < 0.05$).
3. The widest mean area of bubble was shown in the Teethmate F-1[®].
4. No statistically significant difference of the frequency and the site of bubble between Clinpro[®] and Heliobond[®] groups ($p > 0.05$).

Key words : Pit and fissure sealant, Bubble, Stereoscope, Image analysis program