

산성 불소가 복합레진 표면에 미치는 영향

양규호 · 육근영 · 최남기 · 김선미

전남대학교 치의학 전문대학원 소아치과학교실, 치의학 연구소 및 2단계 BK21 사업단

국문초록

복합레진 수복은 치아우식 및 치아우식 예방치료를 위한 대표적인 술식으로 소아치과 영역에서 널리 시행되고 있으며 불소도포는 치아우식 예방을 위한 대표적인 술식으로 1년에 2번 정도 실시되고 있다. 하지만 이러한 이점에도 불구하고 Acidulated phosphate fluoride(APF)가 복합 레진의 표면을 거칠게 한다는 부작용에 대한 논란이 있다.

이에 본 연구에서는 불소도포가 복합레진의 표면에 미치는 영향을 평가하기 위해 시판용 레진인 Solitaire 2[®] (Heraeus Kulzer, Germany), Metafil CX[®] (Sun medical, Japan), Composan LCM[®] (Promedica, Germany), Charmseal[®] (DenKist, Korea)을 이용하여 시편을 제작하고, 불소젤은 Topex[®] (Sultan Dental Products, Canada)를 각각 1분과 4분동안 도포시킨 후 변화를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 불소젤을 도포시키지 않은 대조군에서 가장 평활한 표면을 보였으며 1분군, 4분군 순으로 표면 거칠기가 증가하였다. 그리고 Composan LCM[®]을 제외한 모든 제품에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).
2. 국소도포용 불소젤을 도포한 각 레진 시편의 무게 차이를 비교한 결과 대조군, 1분군, 4분군 간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).
3. 주사전자현미경 관찰시 불소젤을 도포시킨 실험군은 대조군에 비해 거친 표면을 나타내었다.

주요어 : 복합레진, 불소도포, Acidulated phosphate fluorides(APF), 표면 거칠기

1. 서 론

치아우식 예방을 위해 이루어지는 전문가에 의한 불소의 국소도포는 고농도의 불소 제재를 치면에 도포함으로써 법랑질내 불소 함량을 증가시키고 보다 안정된 결정 구조를 갖게 하여 우식에 대한 저항효과를 얻고자 하는 술식¹⁻⁷⁾으로서, 1940년대 초반부터 현재에 이르기까지 치아우식 예방법의 하나로 널리 사용되어 왔다. 소아치과 영역에서의 치아우식증에 관한 예방적인 처치인 치면열구전색제는 교합면에서 잇솔질이 어려운 소와

와 열구부위를 기계적으로 차단함으로써 우식을 방지하는 목적으로 사용되는 반면, 불소도포의 우식예방 효과는 주로 인접면 등을 비롯한 평활면에서 나타난다. 이때 불소의 우식 예방 효과는 탈회에 대한 치아구조의 저항성 증가, 재광화 과정의 촉진, 미생물의 효소 작용 억제, 고농도 불소로 인한 불화칼슘의 침착 등으로 나타난다^{3,4)}.

초기에는 중성인 Sodium fluoride(NaF)가 용액의 형태로 사용되었으나 1963년 Brudevold 등⁸⁾에 의해 이를 인산으로 산성화시킨 Acidulated phosphate fluoride(APF)가 개발되었으며, 이는 NaF에 비해 법랑질내로의 탁월한 불소 흡수를 보임이 여러 연구들을 통해 입증되었다⁹⁾.

Joystone-Bechal 등¹⁰⁾은 APF의 국소도포 시 처음 4분 동안 대부분의 법랑질내 불소 흡수가 이루어진다고 보고함으로써 임상적으로 4분간의 도포시간을 제시하였으며 그 후 임상가들에 의해 다양한 도포술식을 통하여 사용되어 왔는데, 최근에는

교신저자 : 양 규 호

광주광역시 동구 학동 8번지
전남대학교 치과대학 소아치과학교실
Tel: 062-220-5476
E-mail: hellopedo@hanmail.net

※ 이 논문은 전남대학교병원 임상연구소 학술연구비(CUHRI-U-200620)에 의하여 연구되었음.

tray를 이용한 APF gel의 4분 도포법이 가장 보편적으로 사용되고 있으며 1년에 2회 도포하는 방법으로 평균 26.3% 정도의 우식감소율을 나타낸다¹¹⁾고 보고된 바 있다. 그러나 1985년 1분 도포용 APF 제재인 Minute-Gel이 개발되면서 타 제품의 4분 도포시보다 오히려 높은 범랑질내 불소 흡수를 나타낸다¹²⁾고 보고된 이후 많은 1분 도포용 APF 제재들이 상품화되었다.

한편 불소의 항우식 효과에도 불구하고 여러 가지 부작용이 대두되며 이 중 하나는 불소의 복합레진에 대한 위해작용에 관한 보고들이다. Yaffe와 Zalkind¹³⁾, Kula 등¹⁴⁾은 APF 국소도포가 복합레진 표면의 식각과 무게의 감소를 야기한다는 실험 연구를 통해 보고하였으며, 이러한 부작용을 최소화하기 위해 중성인 NaF의 사용이나 불소 국소도포 전 resin glaze의 도포 등을 권장하여 왔다. 그러나 Kula 등¹⁵⁾은 APF 불소제재를 4분간 도포 시 뚜렷한 표면 식각의 증가와 무게의 감소를 야기한 반면 1분 도포 시에는 대조군과 별다른 차이가 없었다고 보고하여 레진 표면에 대한 APF의 부작용을 감소시키기 위해 1분 도포법의 시행을 권장하였다.

최근 소아치과 임상 영역에서 복합레진을 이용한 심미 수복술과 함께 불소의 국소도포가 폭넓게 사용되고 있으며, 특히 APF를 매 3-6개월마다 도포하여 주는 경우 이에 의한 심미 수복 재료의 파괴는 임상적으로 중요한 의미를 가진다고 할 수 있다.^{13,14)}

이상에서와 같이 APF 제재를 이용한 국소도포는 우수한 치아우식 예방효과를 보임과 동시에 발생 가능한 부작용 또한 존재하며 이들을 최소화하기 위한 노력이 계속되고 있으나 APF 제재의 물리적 형태의 변화와 도포시간에 따른 영향에 관한 연구들은 아직도 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 소아치과 임상에서 널리 쓰이는 수종의 복합레진에 국소도포용 불소제재의 영향을 알아보기로 복합레진 시편에 불소를 각각 1분과 4분 동안 적용하여 불소도포 전후의 표면 거칠기와 무게 변화를 측정하고, 주사전자현미경을 이용한 표면 관찰을 실시하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에 이용된 복합레진은 현재 치과 임상에서 많이 사용되고 있는 것으로서 Composite resin인 Solitaire 2®, Metafil

CX®, Composan LCM® 그리고 Flowable resin인 Charmseal® 4종류의 재료를 사용하였다 (Table 1).

불소제재는 통상적으로 60초 도포를 권장하고 있는 1.23%의 APF gel 형태의 불소제재인 Topex® (Sultan Dental Products, Canada)를 사용하였다.

2. 연구 방법

1) 시편 제작

각 시편은 두께 3mm, 내경 10mm의 테프론 몰드 (teflon mold)를 이용하여 각 제품마다 15개씩 제작하였다. 복합레진을 테프론 몰드에 주입하고 기포발생을 줄이기 위해 레진 기구로 응축시킨 후 2장의 Mylar sheet와 유리판으로 압착하여 평평한 표면을 만들었다. 가시광선중합기인 Coltolux II (Coltene, USA)로 한 면당 20초씩 광조사한 다음 유리판과 Mylar sheet를 제거한 후 각 면에 20초씩 추가로 조사하였다. 중합이 완료된 시편은 600, 1000, 1200 및 1500 grit의 사포로 젖은 상태에서 양면을 같은 시간동안 연마하였다. 연마 후 증류수 내에서 초음파세척기를 이용하여 3분간 세척하여 시편의 이물질을 제거하였다. 각 시편을 60℃ 오븐에서 2시간 건조하였다.

2) 불소젤의 적용

각 복합레진 시편 중 5개는 불소젤에 4분간 도포시키고 다른 5개는 불소젤에 1분간 도포시켰다. 그 후 물과 공기를 사용한 spray 분사로 불소젤을 제거하고 여분의 침착물을 제거하기 위해 5분간 초음파 세척을 하였다. 모든 과정은 상온에서 수행되었으며 이러한 과정을 5회 반복하였다. 5개의 시편은 대조군으로서 불소젤 대신 생리식염수를 사용하여 같은 과정을 시행하였다 (Table 2).

3. 표면 거칠기 측정

모든 과정을 거친 레진 시편은 Sufcorder SE1700® (Kafaka Laboratory Ltd., Japan)을 이용하여 시편의 표면 거칠기를 측정하였다. Sufcorder SE1700은 고분자 필름의 표면 거칠기를 측정하는 기기로 측정기 끝에 달려있는 다이아몬드 축이 고분자 표면을 지나가면서 평균값을 μm 단위로 측정한다. Ra 값은 컴퓨터에 의해 계산된 center line으로부터 표면 거칠기를

Table 1. Materials tested

Material	Composition	Manufacture
Solitaire 2®	Bis-GMA, Si/Ba/Al/F	Heraeus Kulzer, Germany
Metafil CX®	Bis-GMA, UDMA, Si/Al/F	Sun medical, Japan
Composan LCM®	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Si/Ba/Al/F	Promedica, Germany
Charmseal®	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Si/Ba/Al/F	DenKist, Korea

수학적으로 나타낸 평균값으로 본 연구에서는 시편 당 5회 Ra value를 측정하여 평균값을 채택하였으며 실험 전과 후의 표면 거칠기를 측정한 후 비교하였다.

4. 무게 측정

초기 시편 건조 후와 불소 도포 후의 변화된 무게는 0.1mg 단위까지 측정가능한 전자저울(Precisa, 80A-200M, Swissquality, Swiss)을 이용하여 측정하였다.

5. 주사전자현미경적 관찰

각 시편의 표본을 건조시키고 백금으로 표면처리 후 주사전자현미경(S-4700®, Hitachi, Japan)을 이용하여 가속전압 20kVp하에서 4000배의 비율로 표면을 직접 촬영하여 관찰하였다.

Table 2. Sample grouping for the experiment

Group	App. time	Sample No
I	0분	5
II	1분	5
III	4분	5

6. 통계처리

각각의 불소적용 시간에 따른 무게변화와 표면 거칠기의 변화를 비교하기 위해 Kruskal-Wallis Test를 시행하였고, 불소 적용 시간 변화에 따른 무게 변화와 표면 거칠기 변화와의 상관관계를 보기위해 Pearson's Correlation analysis를 시행하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 표면 거칠기

각 수복재료의 불소 적용 후의 표면 거칠기를 비교한 결과, 모든 복합레진에서 4분간 불소젤을 적용시 대조군과 1분군에 비해 표면이 거칠어진 것으로 나타났다. 이는 Composan LCM을 제외한 모든 군에서 유의한 차이가 있었다(P<0.05) (Table 3, Fig. 1-3).

2. 무게의 변화

실험 전후 무게의 변화에서 통계학적 유의한 차이는 없었다 (Table 4).

Table 3. Surface roughness values (Mean±SD, μm)

Material	Group I		Group II		Group III		P-Value
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	
Solitaire 2®	0.196±0.052	0.197±0.053	0.166±0.011	0.184±0.015	0.207±0.022	0.228±0.026	0.012
Metafil CX®	0.126±0.015	0.130±0.016	0.132±0.032	0.142±0.030	0.136±0.031	0.156±0.027	0.038
Composan LCM®	0.184±0.064	0.184±0.070	0.176±0.059	0.182±0.058	0.188±0.023	0.195±0.025	0.125
Charmseal®	0.181±0.071	0.181±0.071	0.149±0.060	0.156±0.063	0.238±0.067	0.276±0.080	0.007

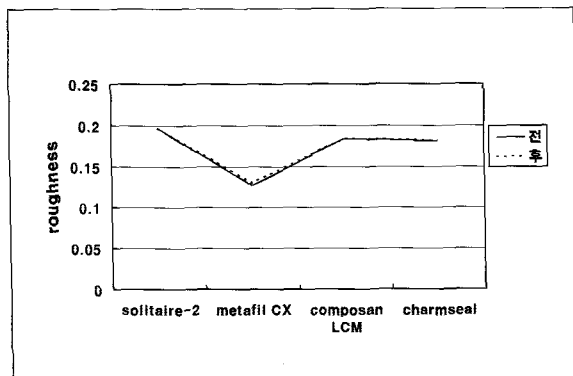


Fig. 1. Roughness average(Ra) values (μm) of Group I.

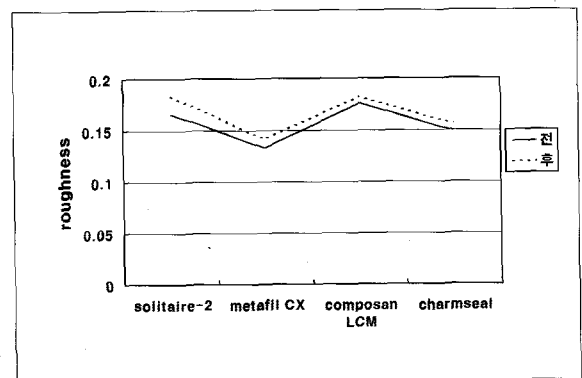


Fig. 2. Ra values (μm) of Group II.

3. 주사전자현미경적 소견

1.23% APF을 도포시킨 후 표면 반사도의 변화 정도는 복합 레진에 존재하는 filler의 입자 유형에 따라 다양하였다. Solitaire 2[®]는 비교적 큰 0.01 μ m~10 μ m정도크기의 filler로 구성되어 있으며, 4분간 도포시킨 군에서는 기질이 소실되어 filler가 더 두드러진 양상을 볼 수 있었다. Metafil CX[®]는 0.01 μ m의 작은 크기의 filler로 구성되어 있으며 대조군에 비해 불소 적용 군에서 기포가 더 두드러진 양상을 보인다. Composan LCM[®]은 0.01~6 μ m의 다양한 입자로 구성되어 있으며 1분간 도포시킨 군보다 4분간 도포시킨 군에서 기질이 소실되어 filler가 더 두드러진 양상을 볼 수 있었다. Charmseal[®]

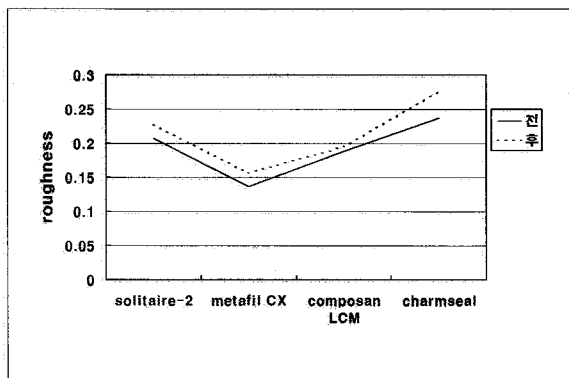


Fig. 3. Ra values (μm) of Group III.

은 0.01 μ m의 작은 크기의 filler로 구성되어 있으며 대조군에 비해 불소 적용 군에서 filler와 기포가 더 두드러진 양상을 보인다 (Fig. 4-15).

4. 무게 손실과 표면 거칠기 간의 상관관계

무게손실과 표면 거칠기 간의 상관관계는 나타나지 않았다 (Table 5).

IV. 총괄 및 고찰

1943년 Knutson과 Armstrong에 의해 NaF를 이용한 불소의 국소도포가 소개된 이래 국소적 불소도포는 치아우식증 예방을 위해 널리 사용되어져 왔다¹⁶⁾. 불소의 이용은 양치질 다음으로 치아우식 예방을 위한 효과적인 방법으로 보고되고 있으며, 이는 법랑질의 내산성이 증진되는 안정화된 결정구조를 갖게 함으로써 치아우식을 예방하는 대표적인 술식의 하나이다.^{1,2,4,8,17)}

이 중 치과 진료실에서 이루어지는 전문가에 의한 불소 국소도포 방법은 고농도의 불소 제재를 일정기간동안 치면에 도포하여 치아 우식 억제 효과를 도모하고자 하는 술식으로 Brudevold와 Naujork¹⁾, Bryant 등²⁾, Horowitz와 Heifetz³⁾, Kirkegaard⁴⁾ 많은 학자들에 의해 그 임상적 효과가 입증된 바 있다. 이러한 불소 국소도포를 위하여 다양한 불소 제재들이 개발되어 상품화되었으며 대표적으로 SnF₂, NaF, APF 등을 들 수 있는데 이 중 APF는 NaF 용액을 인산으로 산성화시킨 제

Table 4. Mean weight of 4 composite resins (mg)

Material	Group I		Group II		Group III		P-Value
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	
Solitaire 2 [®]	0.470±0.022	0.470±0.022	0.465±0.010	0.464±0.011	0.475±0.023	0.475±0.023	0.413
Metafil CX [®]	0.351±0.011	0.351±0.011	0.366±0.014	0.365±0.014	0.362±0.009	0.362±0.008	0.367
Composan LCM [®]	0.455±0.011	0.455±0.011	0.454±0.008	0.454±0.008	0.471±0.013	0.471±0.013	0.140
Charmseal [®]	0.265±0.001	0.265±0.001	0.267±0.005	0.267±0.005	0.264±0.001	0.264±0.001	0.727

Table 5. Comparison of weight loss and surface roughness of composite resins

weight loss surface roughness	Solitaire 2 [®]	Metafil CX [®]	Composan LCM [®]	Charmseal [®]
Solitaire 2 [®]	r=0.04358 p=0.8774			
Metafil CX [®]		r=-0.01738 p=0.9510		
Composan LCM [®]			r=-0.21897 p=0.4330	
Charmseal [®]				r=-0.19984 p=0.4752

재료 중성인 NaF에 비해 탁월한 법랑질내로의 불소 흡수효과^{11,18,19}와 임상적인 우식억제효과²⁰⁻²³를 나타내는 것으로 보고되어 현재 임상에서 가장 널리 사용되고 있다. 그리고 효과적인 치아우식증 예방을 위하여 3-6개월에 한 번씩 도포해 주는 것이 권장되고 있다²⁴.

한편 APF가 porcelain 수복물의 표면에 변화를 일으키고 착색의 원인이 된다는 여러 발표들이 있었는데 이는 APF의 구성 성분인 불화 수소는 공업 과정에서 유리를 부식시키는 재료로서 porcelain의 glass 성분을 부식시켜 기질과 glass particle를 분리시킨다는 이론에 근거하고 있다^{13,25}. 이 기전에 대하여 Sposetti 등²⁶은 레진 내 glass의 구성성분인 silicon dioxide가 불화 수소와 반응하여 수용성의 fluorosilicate를 형성한다고 설명하였다. 실제로 여러 실험^{13,14}에서 APF로 처리한 후 가장 많은 파괴를 보이는 부위는 filler와 레진 사이의 경계로서 전자현미경으로 관찰된 filler의 소실이 무게 감소의 원인임을 설명해 줄 수 있다. 본 연구에서는 APF gel에 1분간 담가놓은 II군과 4분간 담가놓은 III군에서 모두 무게 감소를 보이진 않았지만 전자현미경으로 관찰한 결과 두 군 모두 대조군에 비하여 기질이 소실된 소견과 filler의 소실로 인한 기포의 형성 및 filler가 돌출된 양상을 관찰할 수 있었다(Fig. 4-15). 특히 APF gel에 4분간 적용한 III군의 경우 기질이 소실된 소견과 기포가 형성된 양상이 현저하게 증가된 것을 볼 수 있다. 이는 Kula 등^{14,15}의 연구의 주사현미경 소견과 일치하나 무게 감소를 비교해 보면 기존의 연구들과 차이가 있는데 이는 무게 감소의 원인인 filler의 소실이 크게 나타나지 않은 것이며 이는 과거에 비하여 복합레진 물성의 증가로 인하여 filler의 소실이 감소된 것이라 사료된다.

Kula 등^{14,15}은 1.23% APF를 복합 레진에 도포할 경우 filler 크기에 따라 무게변화와 filler가 소실되는 형태가 다양하다고 하였는데 filler가 완전히 소실되는 경우도 있고 부분적으로 소실되는 것도 있다고 하였으며 이것은 glass의 상이 균일하지 않기 때문이라고 하였다. Filler의 종류에 따라 strontium glass, quartz filler와 silica filler를 함유하는 레진을 비교하였을 경우 silica filler를 함유하는 레진의 무게 감소가 적은 것을 발견하였는데 이는 다른 레진보다 silica filler를 함유하는 레진은 microfil type으로서 무게의 적은 부분만을 구성하고 microfil을 레진이 감싸는 효과가기 때문이라고 하였다. 본 실험에서 사용된 복합레진은 모든 silica filler를 함유하는 레진으로서 filler의 소실이 적게 나타나는 소견을 보였다.

한편 1985년 Oral-B사에서 불소의 1분 국소 도포로 타제품의 4분 도포시보다 우수한 불소흡수를 나타낸다고 주장하며¹² Minute-Gel[®]이라는 1분 도포용 APF gel을 상품화 한 이후 1분 도포법과 4분 도포법의 효과에 관한 논란이 현재까지 지속되고 있다²⁸.

그러나 현재는 불소 적용시간이 4분에 비해 1분 도포시 불소 섭취의 잠재성이 줄고, 심미수복물의 산부식에 대한 부작용이 감소하며 시술시간을 줄여 환자의 협력을 개선할 수 있는 장점

등이 고려되어 1분 도포법이 주장되고 있다. Ten Cate 등²⁸은 법랑질 생검법을 통하여 법랑질내 흡수된 불소량을 측정하였는데 1분 도포와 4분 도포간에 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 그리고 1995년 Kula 등¹⁵은 APF foam과 gel을 사용하여 1분과 4분간 복합레진 표면에 국소도포를 시행한 결과 4분 도포시에는 뚜렷한 표면 거칠기의 증가와 무게의 감소를 보인 반면 1분 도포시에는 대조군 및 NaF 도포군과 별다른 차이가 없었다고 보고하여 복합 레진 표면에 대한 부작용을 최소화하기 위한 또 다른 해결방안을 제시해 주었다.

이상에서와 같이 1분 도포법은 APF의 대표적인 단점으로 알려져 있는 복합 레진 수복물의 표면에 대한 부작용을 줄일 수 있다는 커다란 장점을 가지므로 4분 도포법과 유사한 항우식 효과가 인정된다면 앞으로 임상에서 적극 사용이 권장된다고 사료된다.

본 연구에서 APF gel의 1분 도포 군보다 4분 도포 군에서 표면 거칠기의 증가 양상을 볼 때 지속적인 불소 국소도포에 의한 APF gel의 산성분이 심미 수복재료의 filler와 기질에 시간이 지남에 따라 더 많이 작용하여 부작용을 증가시키는 것을 고려해서 소아치과에서 APF gel을 이용한 불소 국소 도포 시 효과가 비슷하다면 시간을 더 줄여서 도포하는 것이 효율적인 것으로 사료된다.

V. 결 론

네 종류의 복합레진 Solitaire 2[®], Metafil CX[®], Composan LCM[®], Charmseal[®]을 이용하여 시편을 제작하고, 이를 1분군과 4분군으로 나눠 불소도포를 시행하였다. 이 시편들은 도포 전후 무게차이와 표면 거칠기(Ra value, μm)를 측정하고, 주사전자현미경 관찰을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 불소젤을 도포시키지 않은 대조군에서 가장 평활한 표면을 보였으며 1분군, 4분군 순으로 표면 거칠기가 증가하였다. 그리고 Composan LCM[®]을 제외한 모든 제품에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).
2. 국소도포용 불소젤을 도포한 각 레진 시편의 무게 차이를 비교한 결과 대조군, 1분군, 4분군 간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).
3. 주사전자현미경 관찰시 불소젤에 도포시킨 실험군은 대조군에 비해 거친 표면을 나타냈다.

참고문헌

1. Brudevold F, Naujork R : Caries-preventive fluoride treatment of the individual. Caries Res, 12:52-64, 1973.
2. Bryant S, Retif DH, Bradley EL, et al. : The effect of topical fluoride treatment on enamel fluoride uptake and the tensile bond strength of an orthodontic

- bonding resin. Am J Orthod, 87:294-302, 1985.
3. Horowitz HS, Heifetz SB : The current status of topical fluorides in preventive dentistry. J Am Dent Assoc, 81:166-177, 1970.
 4. Kirkegaard E : *In vitro* fluoride uptake in human dental enamel from fluoride solutions. Caries Res, 11:16-23, 1997.
 5. Stephen HY, Eilly WS, Faiez N : Time dependence of enamel fluoride acquisition from APF gels : *In vivo* study. Pediatric Dentistry, 10(3):173-177, 1988.
 6. 이광희 : 불소와 칼슘의 법랑질 재광화 효과에 대한 생체의 연구. 대한소아치과학회지, 31:624-629, 2004.
 7. 김광현, 한세현, 김종철 : Fluoride varnish와 acidulated phosphate fluoride gel이 인공우식 병소에 미치는 영향. 대한소아치과학회지, 28:159-165, 2001.
 8. Brudevold F, Savory A, Gardner DE, et al. : A study of acidulated fluoride solution-I. Arch Oral Biol, 8:167-177, 1963.
 9. Ekstrand J, Koch G, Lindgren LE, et al. : Pharmacokinetics of fluoride gels in children and adults. Caries Res, 15:213-220, 1981.
 10. Joyston-Bechal S, Duckworth R, Braden M : The mechanism of uptake of ¹⁸F by enamel from sodium fluoride and acidulated phosphate fluoride solutions labelled with ¹⁸F. Archs oral Biol, 18:1077-1089, 1973.
 11. Stephen HY, Eilly WS, Yiu, et al. : Evaluation of the use of topical fluoride gel. Caries Res, 27:29-34, 1993.
 12. Oral-B Laboratories Minute-Gel™ (advertisement). A.S.D.C. J Dent Child, 52:415, 1985.
 13. Yaffe A, Zalkind M : The effect of topical application of fluoride on composite resin restorations. J Prosth Dent, 45(1):59-62, 1981.
 14. Kula K, Nelson S, Thompson V : *In vitro* effect of APF gel on three composite resins. J Dent Res, 62(7):846-849, 1983.
 15. Kula KS, Webb L, Kula TJ : Effects of topical fluorides on composite resin surface and weight. Pediatr Dent, 17(1):41-46, 1995
 16. Knutson JW, Armstrong WD : The effect of topically applied sodium fluoride on dental caries experience : Report of grindings for the first study year. Public Health Rep, 58:1701, 1943.
 17. Mellberg JR, Ripa LW : Fluoride in Preventive Dentistry : Theory and clinical applications. Quintessence Publishing Co, 181-214, 1983.
 18. Congleton JB, Cranshaw MA, Bawden JW : The diffusion of fluoride ion from acidulated phosphate fluoride topical products. J Dent Child, 29:133-136, 1978.
 19. Kajaderet KC, Uhland R, Ophaug R, et al. : Topical fluoride in orthodontic bonding. Angle-Orthod, 57(1):70-76, 1987.
 20. Bryan ET, Williams JE : The carious effectiveness of phosphate-fluoride gel administered annually to school children : The results of the first year. J Public Health Dent, 28:182-185, 1968.
 21. Horowitz HS, Doyle J : The effect on dental caries of topically applied acidulated phosphate-fluoride : Results after three years. J Am Dent Assoc, 82:359-365, 1971.
 22. Cobb HB, Rozier RG, Bawden JW : A clinical study of the caries preventive effects of an APF solution and an APF thixotropic gel. Pediatr Dent, 2:263-266, 1980.
 23. Hagen PP, Bowden JW : The caries-preventive effects of full and half-strength topical acidulated phosphate fluoride. Pediatr Dent, 7:185-191, 1985.
 24. Le Compte EJ, Whiford GM : Pharmacokinetics of fluoride from APF gel and fluoride tablets in children. J Dent Res, 61:469-472, 1982.
 25. Schissel E, Melnick D, Ripa L : *In vitro* effect of topical fluorides on porcelain surfaces. J Dent Res, 59:495, 1980.
 26. Sposetti V, Shen C, Levin A : The effect of topical fluoride application on porcelain restorations. J Prosthet Dent, 55:677-682, 1986.
 27. Katherine Kula, Leland Webb, Theodore Kula : Effect of 1-and 4-minutes of topical fluorides on a composite resin. Pediatr Dent, 18:24-28, 1996.
 28. Ten Cate JM, Simons YM, van Strijp AJ, et al. : Relation between enamel fluoride retention and time of topical application : an *in vivo* study. J Dent Res, 67:114, 1988.

Explanation of Figures

Fig. 4. SEM of Solitaire 2[®] surface(×4000)

Fig. 5. SEM of Solitaire 2[®] on 1-minute exposed to 1.23% APF gel(×4000)

Fig. 6. SEM of Solitaire 2[®] on 4-minute exposed to 1.23% APF gel(×4000)

Solitaire 2[®] contained relatively large filler.

Fillers were more marked in the 4 minutes-immersion group due to deterioration of matrix than the 1 minutes-immersion group

Fig. 7. SEM of Metafil CX[®] surface(×4000)

Fig. 8. SEM of Metafil CX[®] on 1-minute exposed to 1.23% APF gel(×4000)

Fig. 9. SEM of Metafil CX[®] on 4-minute exposed to 1.23% APF gel(×4000)

Metafil CX[®] contained relatively small filler.

Voids were more marked in topical fluoride application group than control group

Fig. 10. SEM of Composan LCM[®] surface(×4000)

Fig. 11. SEM of Composan LCM[®] on 1-minute exposed to 1.23% APF gel(×4000)

Fig. 12. SEM of Composan LCM[®] on 4-minute exposed to 1.23% APF gel(×4000)

Composan LCM[®] contained various sized filler.

Fillers were more marked in the 4 minutes-immersion group due to deterioration of matrix than the 1 minutes-immersion group

Fig. 13. SEM of Charmseal[®] surface(×4000)

Fig. 14. SEM of Charmseal[®] on 1-minute exposed to 1.23% APF gel(×4000)

Fig. 15. SEM of Charmseal[®] on 4-minute exposed to 1.23% APF gel(×4000)

Charmseal[®] contained relatively small filler.

Voids were more marked in topical fluoride application group than control group

사진부도

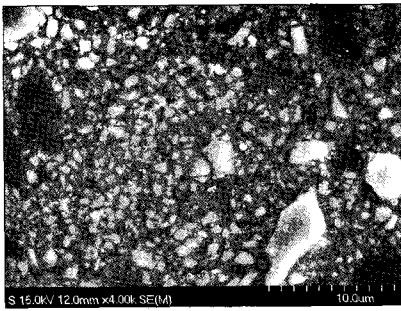


Fig. 4

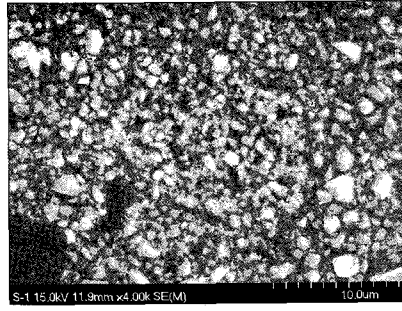


Fig. 5

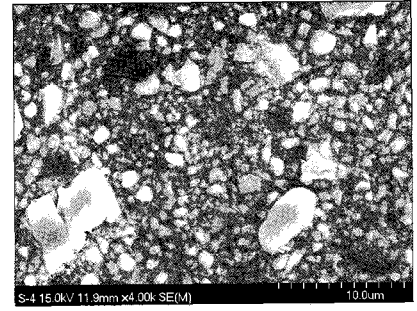


Fig. 6

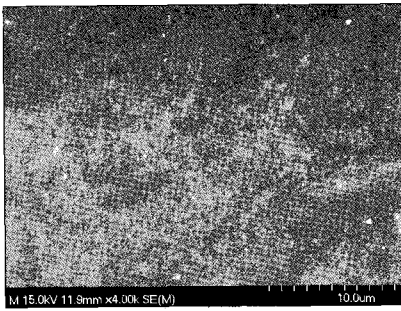


Fig. 7

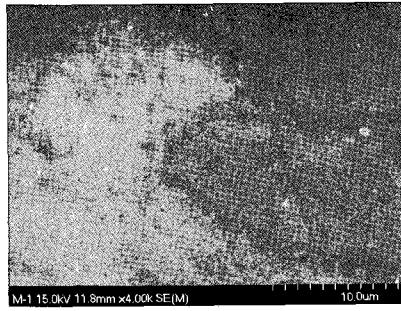


Fig. 8

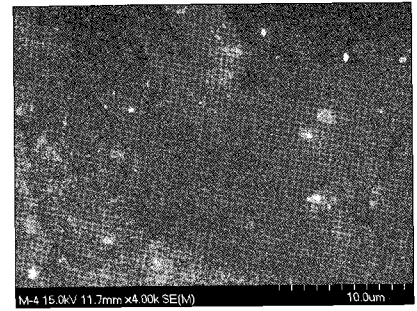


Fig. 9

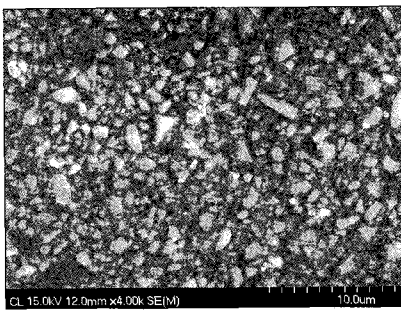


Fig. 10

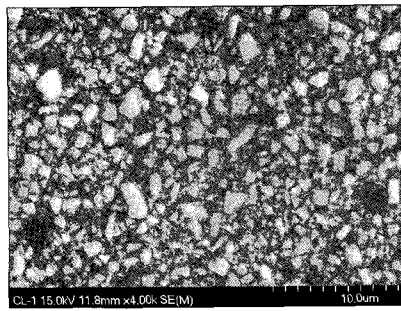


Fig. 11

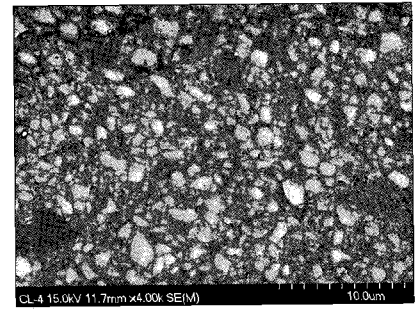


Fig. 12

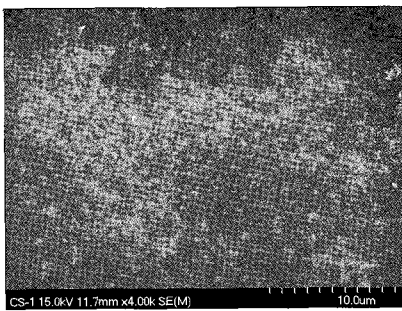


Fig. 13

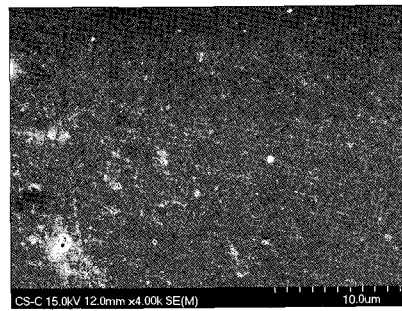


Fig. 14

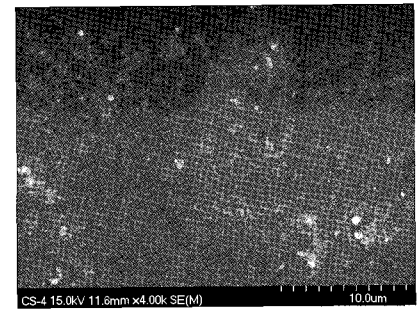


Fig. 15

Abstract

EFFECT OF ACIDULATED PHOSPHATE FLUORIDE ON
THE SURFACE OF COMPOSITE RESIN

Kyu-Ho Yang, Geun-Young Yook, Nam-Ki Choi, Sun-Mi Kim

*Department of Pediatric Dentistry, Chonnam National University School of Dentistry,
Dental Research Institute and Second Stage of BK21*

Composite resin restorations are widely used to restore decayed teeth or preventive restoration in children. Children often receive topical fluoride treatments on a semiannual basis. However there is concern that topical acidulated phosphate fluorides (APF) may cause deterioration of composite resins.

The aim of this study was to evaluate the surface changes in composite resins due to topical fluoride application.

Composite resins(Solitaire 2®, Metafil CX®, Composan LCM®, Charmseal®) in topical fluoride agents were immersed and their surface roughness, weight loss and SEM findings were evaluated.

The results were as follows :

1. The 4 minutes-immersion group showed more roughened surface than 1 minute-immersion group and the control group showed the smoothest surface among all the materials, and there was statistically significant difference between the groups except the Composan LCM®(P<0.05).
2. There was no significant difference between the 1 minute-immersion group and 4 minutes-immersion group in weight loss(P>0.05).
3. The experimental group treated with topical fluoride gel showed generally more roughened surface than control group in the SEM findings.

Key words : Composite resin, Topical fluoride application, Acidulated phosphate fluorides(APF), Surface roughness