

복합레진 표면에 대한 APF gel의 영향

육근영 · 최남기 · 양규호 · 김선미

전남대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치의학 연구소

국문초록

소아의 치아우식증을 예방하기 위한 불소의 국소도포는 소아치과 영역에서 널리 시행되고 있다. 하지만 이러한 잇점에도 불구하고 최근 수복물 표면을 거칠게 한다는 부작용에 대해 논란이 되고 있다.

이에 본 연구에서는 불소도포가 심미 수복물의 표면변화에 미치는 영향을 평가하기 위해 수종의 복합레진에 국소도포용 불소젤을 도포시킨 후 변화를 관찰하였다.

시판용 레진인 Z 250(3M ESPE, USA), Ultraseal XT®(Ultradent, USA), Filtek flow®(3M, USA), Revolution®(Kerr, USA), Denfil®(Vericom, Korea)를 이용하여 시편을 제작하고, 불소젤은 Topex®(Sultan Dental Products, Canada)을 각각 1분과 4분동안 도포시켰다. 각 제품마다 불소젤을 도포하지 않은 5개의 시편을 대조군으로 사용하였다. 그 후 이 시편들의 표면 거칠기(Ra value, μm)와 무게 차이를 측정하고 주사전자현미경을 이용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 불소젤을 도포시키지 않은 대조군에서 가장 평활한 표면을 보였으며 1분군, 4분군 순으로 표면 거칠기가 증가하였다. 그리고 Revolution을 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.

이상의 결과로 국소적 불소도포는 복합레진의 표면 거칠기에 영향을 미치며 이를 고려하여 사용한다면 4분보다는 1분간의 불소도포법을 이용하는 것을 추천할 수 있을 것으로 사료된다.

주요어 : 복합레진, 불소젤, 불소국소도포

I. 서 론

1943년 Knutson과 Armstrong¹⁾에 의해 NaF를 이용한 불소의 국소도포가 소개된 이래 국소적 불소도포는 치아우식증 예방을 위해 널리 사용되어져 왔다. 불소의 이용은 잇솔질 다음으로 치아우식 예방을 위한 효과적인 방법으로 보고되고 있으며,

이는 법랑질의 내산성이 증진되는 안정화된 결정구조를 갖게 함으로써 치아우식을 예방하는 대표적인 술식²⁻⁶⁾의 하나이다.

소아치과 영역에서의 치아우식증에 관한 예방적인 처치인 치면열구전색제는 교합면에서 잇솔질이 어려운 소와와 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^{5,6)}.

대표적 불소 제제들로는 SnF₂, NaF, APF 등을 들 수 있다.

교신저자 : 최 남 기

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

이 중에서 SnF₂는 착색을 일으키고 좋지 않은 맛으로 인한 불편감 등의 임상적 단점들로 인해 현재 거의 사용되지 않는다. 반면 APF는 NaF 용액을 인산으로 산성화시킨 제제로서, 중성인 NaF에 비해 탁월한 법랑질 내로의 불소흡수효과⁷⁻⁹⁾와 우식 억제효과¹⁰⁻¹³⁾를 나타내는 것으로 보고되고 있으며 다양한 보고가 있지만 불소도포는 1년에 2회 도포하는 방법으로 평균 26.3%의 치아우식 예방 효과가 있다고 알려져 현재 임상에서 가장 널리 사용되고 있다¹⁴⁾.

그러나 불소의 국소도포시 장점 뿐만 아니라 이로 인한 부작용에 관해서도 연구 보고가 되고 있는데 이는 크게 2가지로 대변될 수 있다. 하나는 APF 성분의 하나인 인산과 불화수소에 의한 심미수복물 표면의 부식작용에 관한 것이며, 다른 하나는 국소도포시 구강 내 잔류되어 섭취되는 불소로 인한 전신적 독성에 관한 것이다.

최근 소아치과 임상 영역에서 복합레진을 이용한 심미수복술과 함께 불소의 국소도포가 폭넓게 사용되고 있어서, 두 술식의 사용시 부작용을 최소화하기 위한 연구들이 꼭 필요하다고 할 수 있는데, Kula 등¹⁵⁾은 APF에 함유되어 있는 불화수소가 레진의 성분 중 filler에 작용하여 이를 탈락시키거나 용해시킨다는 이론에 근거하여 복합레진 수복물의 표면변화를 야기한다고 하였다. 특히 APF를 매 3~6개월마다 도포하여 주는 경우 이에 의한 심미 수복 재료의 파괴는 임상적으로 중요한 의미를 가진다고 할 수 있다.

그리고 불소의 전신적 독작용을 최소화하기 위한 많은 연구가 이루어졌는데, 그 중의 일환으로 도포시간을 줄여서 불소의 과용으로 인한 부작용을 줄이기 위한 연구가 발표되었다. 원래 불소는 Joystone-Bechal 등⁷⁾이 APF의 국소도포시 처음 4분 동안 대부분의 법랑질내 불소 흡수가 이루어진다고 보고하여 임상적으로 4분간의 도포시간이 제시되었고, 이후 tray를 이용한 APF gel의 4분 도포법이 가장 보편적으로 사용되고 있었다. 그러나 1985년 1분 도포용 APF 제제인 Minute-Gel이 개발되면서 타 제품의 4분 도포시보다 오히려 높은 법랑질내 불소 흡수를 나타낸다¹⁶⁾고 보고된 이후 많은 1분 도포용 APF 제제들이 상품화되었다.

4분 도포법에 비해 1분 도포법은 시간을 단축시키고, 환자의 호응도를 높일 수 있으며, APF 내에 포함된 산에 의한 심미수복물 표면의 부식작용을 감소시키고, 고농도의 불소를 삼킴에

의해 발생할 수 있는 전신적 독작용을 줄일 수 있는 등의 여러 가지 장점들을 기대할 수 있다¹⁷⁾. Oral-B 사의 Minute-Gel은 4분 도포시 77.4%에 달하는 12,000 ppm의 불소흡수가 1분 내로 급속히 발생하며, 이는 치아우식 예방 효과를 나타낼 수 있는 최소한의 법랑질 표면 불소농도의 12배에 해당하는 양이라 하여 1분 도포의 타당성을 주장하였으며¹⁶⁾, ten Cate 등¹⁸⁾도 1분 도포와 4분 도포간에 법랑질내 흡수된 불소량에 유의한 차이가 없다고 보고하였다.

이에 본 연구에서는 소아치과 임상에서 널리 쓰이는 수종의 복합레진에 국소도포용 불소제제의 영향을 알아보기로 하자 복합레진 시편에 불소를 각각 1분과 4분동안 적용하여 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 실린트로 사용되는 Ultraseal XT[®]와 Flowable resin인 Filtek flow[®], Revolution[®] 그리고 Composite resin인 Z 250[®]과 Denfil[®] 5종류의 재료를 사용하였다 (Table 1).

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

2. 연구 방법

1) 시편 제작

각 시편은 두께 2mm, 내경 6mm의 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. 가시광선중합기(Coltolux, Coltene, USA)로 한 면당 20초씩 광조사한 다음 유리판과 Mylar sheet를 제거한 후 각 면에 20초씩 추가로 조사하였다. 중합이 완료

Table 1. Materials tested

Material	Composition	Manufacture
Ultraseal XT	BisGMA, Si/Ba/Al/Ca	Ultradent, USA
Revolution	BisGMA, Si/Ba/Al	Kerr, USA
Filtek flow	Bis-GMA, TEGDMA, Zr/Si	3M ESPE, USA
Denfil	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Ba/Zr/Si	Vericom, Korea
Z 250	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, Zr/Si	3M ESPE, USA

Table 2. Sample grouping for the experiment

Group	F. App. time	Sample No
I	0	5
II	1-minute	5
III	4-minute	5

된 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 도포

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 수학적으로 나타낸 평균값으로 본 연구에서는 시편 당 5회 Ra value를 측정하여 그 평균값을 채택하였다.

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 2000배의 비율로 표면을 직접 촬영하여 관찰하였다.

6. 통계학적 분석방법

각각의 불소적용 시간에 따른 무게변화와 표면 거칠기의 변화를 비교하기 위해 Kruskal-Wallis Test를 시행하였고, 불소 적용 시간 변화에 따른 무게변화와 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 Revolution을 제외한 모든 군에서 유의한 차이가 있었다($P < 0.05$)(Table 3).

모든 군에서 불소 적용을 하지 않은 대조군이 가장 평활한 면을 나타내었다(Fig. 1~5).

2. 무게의 변화

불소 적용 전후의 무게 측정시 4분간 도포시킨 군에서 다른 군에 비해 무게 감소차이를 보이나 통계학적 유의차는 없었다(Table 4).

3. 주사전자현미경적 소견

1.23% APF 에 도포시킨 후 표면 반사도의 변화 정도는 복합레진에 존재하는 filler 입자 유형에 따라 다양하였다. Z 250은 비교적 작은 $0.01\mu\text{m} \sim 3.5\mu\text{m}$ 정도의 균일한 크기의 filler로 구성되어 있으며, 4분간 도포시킨 군에서는 기질이 소실되어 filler가 더 두드러진 양상을 볼 수 있었다. Ultraseal XT는 $1.5\mu\text{m} \sim 2.0\mu\text{m}$ 의 작은 크기의 filler로 구성되어 있으며 대조군에 비해 불소 적용 군에서 filler가 더 두드러진 양상을 보이나 그 차이는 미미하였다. Filtek flow는 $0.01 \sim 6\mu\text{m}$ 의 다양한 입자로 구성되어 있으며 1분간 도포시킨 군보다 4분간 도포시킨 군에서 filler가 조금 더 두드러진 양상을 볼 수 있었다. Revolution은 $0.5 \sim 1\mu\text{m}$ 정도의 크고 불규칙하고 각진 filler로 구성되어 있었으며 Denfil은 비교적 작고 균일한 filler로 구성되어 있었다. 각각에 있어서 4분 도포군에서 대조군보다 filler의 두드러진 양상이 관찰되었다(Fig. 6-20).

4. 무게 손실과 표면 거칠기간의 상관관계

무게손실과 표면 거칠기간의 상관관계는 나타나지 않았다(Table 5).

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

Material	Group I	Group II	Group III	P-Value
Ultraseal XT	0.149±0.006	0.170±0.007	0.175±0.009	0.007
Revolution	0.132±0.026	0.155±0.026	0.197±0.058	0.136
Filtek flow	0.191±0.014	0.257±0.035	0.338±0.034	0.002
Denfil	0.173±0.026	0.238±0.039	0.288±0.033	0.007
Z 250	0.171±0.009	0.208±0.019	0.239±0.025	0.004

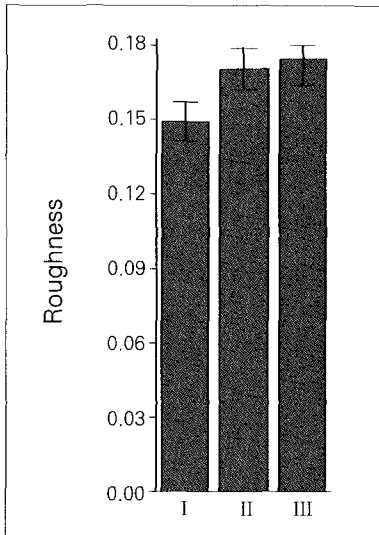


Fig. 1. Ra values(μm) of Ultraseal XT.

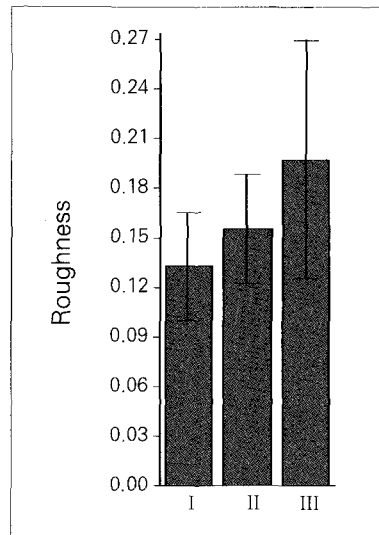


Fig. 2. Ra values(μm) of Revolution.

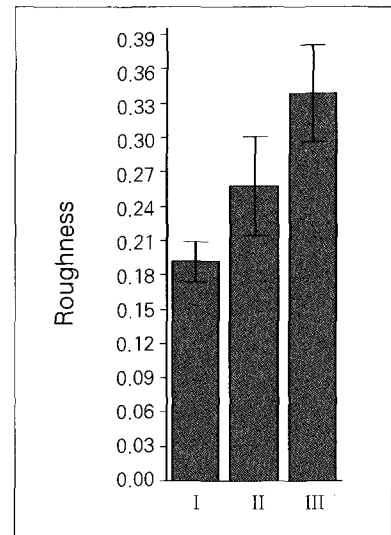


Fig. 3. Ra values(μm) of Filtek flow.

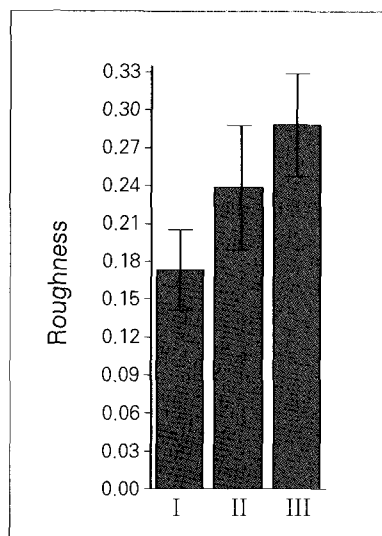


Fig. 4. Ra values(μm) of Denfil.

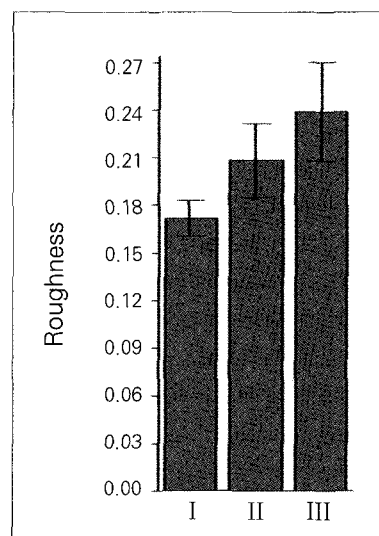


Fig. 5. Ra values(μm) of Z 250.

Table 4. Mean weight of 5 composite resins

Material	(mg)					
	Group I		Group II		Group III	zGroup III
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Ultraseal XT	97.76±5.46	97.58±5.47	103.63±5.04	103.58±5.04	101.51±4.28	101.50±4.27
Revolution	93.81±19.99	93.63±2.76	97.09±3.17	97.02±3.18	97.61±2.09	97.60±2.09
Filtek flow	105.72±7.33	105.51±7.32	106.98±3.67	106.97±2.24	103.99±5.76	103.99±5.76
Denfil	128.04±4.80	127.83±4.65	124.46±2.24	124.42±4.20	124.76±8.60	124.75±8.61
Z 250	126.22±7.52	126.11±7.48	132.99±7.79	132.97±7.80	130.35±6.12	130.39±6.12

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

weight loss surface roughness	Ultraseal XT	Revolution	Filtek flow	Denfil	Z 250
Ultraseal XT	r=-0.29237 p=0.2903				
Revolution		r=0.44089 p=0.1000			
Filtek flow			r=0.33150 p=0.2274		
Denfil				r=0.35715 p=0.1913	
Z 250					r=-0.21269 p=0.4466

IV. 총괄 및 고찰

불소는 법랑질의 산에 대한 용해도를 감소시키고 결정구조를 안정화시키며^{6,19,20)} 재석회화를 촉진시키고^{21,23)} 세균활성을 억제시키는^{21,24)} 등의 다양한 기전으로 우식억제 작용을 한다.^{21,25)}

일반적으로 불소의 법랑질내 침투기전은 법랑질 소주공간내로 침투한 불소와 법랑질 결정들 사이의 상호작용으로 이루어지는 확산 과정으로 해석된다.^{7,23)} 불소 도포의 초기에는 법랑질 무기물의 용해와 함께 거의 동시에 법랑질 표면 위로 불소의 풍부한 반응산물이 재침착되는 표면의 흡착 과정이 진행된다.^{7,23)} 이렇게 불소 도포 후 법랑질 표면에 불화칼슘이 형성되는데 이러한 산물은 부분적으로 또는 완전히 법랑질 내의 interprismatic spaces와 다른 공간들을 채우게 되어²⁶⁾ 재광화가 일어나게 된다. 그리고 불소이온은 치아 우식원의 침입시 치아 플라그의 pH가 6.0이하로 떨어질 때까지 용액속에 남아있게 된다. 이때 방출된 이온은 탈광화된 결절로 들어가 재광화되어 탈광화를 방지한다. 재광화된 부위는 대개 예전 상태 이상으로 광광함량을 증가시키게 되어 불소이온의 존재만으로 재광화량은 증가하게 된다.²⁷⁾

불소의 국소도포시 불소의 법랑질 내 침착이 중성일 때보다 산성의 조건하에서 더 많이 이루어진다는 보고들이 발표되면서 그 중 인산과 불화수소를 이용한 APF가 1960년대 Brudevold 등²⁸⁾에 의해 소개되었는데, APF 내에 존재하는 해리되지 않은

불화수소는 불화나트륨 내에 존재하는 F나 HF2보다 훨씬 더 쉽게 법랑질 내에 결정 공간과 그 외의 미세 경로를 통하여 확산되는 특징을 보인다고 하였다.

현재 APF를 이용한 전문가 불소도포방법이 광범위하게 사용되고 있는데, 효과적인 치아우식증 예방을 위하여 3~6개월에 한번씩 도포해 주는 것이 권장된다.^{29,30)} 치아 우식위험도에 따라 환자를 분류시 우식 위험이 낮은 환자는 연 2회 1.23%의 APF가 필요하고, 우식 위험이 높은 환자는 연 4회씩 국소적인 불소도포가 치아 우식 진행을 억제하기 위해 필요하다.¹⁷⁾ 교정 환자 및 치아 우식 유발성이 높은 식품을 섭취하는 사람 또는 일상적인 구강위생관리가 안되는 환자는 대개 치아우식위험성이 높은 환자로 간주되기 때문에 불소도포의 대상이 된다. 치아 우식위험이 낮은 환자도 국소적인 불소도포로, 치태의 산 생성을 감소시키고, 치태의 침착을 감소시켜 치태 내 미생물 총(microflora)의 생태환경을 바꿔 결과적으로 치아 우식병소를 예방하는데 도움을 준다.³¹⁾ 치아우식은 박테리아의 기계적인 제거를 통해 예방할 수도 있지만, 불소의 적용과 위생적인 구강 관리 프로그램을 통해서도 줄여 줄 수 있다.³¹⁾

이상의 여러 가지 치아 우식 예방의 장점에도 불구하고 APF가 레진 수복물의 표면에 변화를 일으킨다는 연구들이 보고되었다.^{45,18)} Filler 입자의 분해를 일으키는 1.23% APF gel의 성분은 불화수소와 인산으로 이들은 오래전부터 유리를 부식시키는데 사용되어 왔다. 인산은 더 높은 온도에서 유리를 분해시키

는 반면 불화수소는 구강 내 온도에서 유리를 부식시키므로 구강 내 환경에서는 불화수소가 인산보다 더 파괴적이다. 복합레진의 강도를 증가시키기 위해 첨가된 quartz, silica 등의 filler 들은 모두 유리와 유사한 재료로써^{32,33)} 위의 결과를 통해 불화수소로 인한 레진에 대한 부작용을 예견할 수 있다. 특히 APF를 매 3~6개월마다 도포하여 주는 경우 이에 의한 심미 수복 재료의 파괴는 임상적으로 중요한 의미를 가진다고 할 수 있다. 불화수소가 복합레진에 미치는 영향에 대해 Sposetti 등³⁴⁾은 레진 내 유리성분의 구성요소인 silicon dioxide가 불화수소와 반응하여 수용성의 fluorosilicate를 생성하여 거친 표면을 생성한다고 보고하였다. 그리고 Kula 등¹⁵⁾은 filler가 다른 세 가지의 복합레진을 대상으로 APF의 국소도포 후 복합레진 표면 변화의 주사전자현미경 관찰과 무게 측정을 시행한 결과 모든 군에서 레진 무게의 감소가 유의성 있게 나타났으며 표면이 거칠어지고 filler가 빠져나간 기포들이 현저히 증가하였음을 보고하였다. 본 연구에서는 그러나 Kula 등¹⁵⁾의 연구와 달리 확인한 표면 거칠기의 증가가 나타나지 않았으며 무게 감소 면에서도 유의한 차이를 보이지 않았다. 그리고 주사전자현미경적 관찰시 1분 도포 그룹은 대조군과 거의 차이가 없었으나 4분 도포 그룹에서 복합레진의 filler가 더 두드러진 양상을 보였다. Kula 등¹⁵⁾의 연구와 달리 표면 변화가 현저히 나타나지 않은 것은 복합레진의 발전으로 인한 개선된 물성으로 인한 것이라 하였다.

불소도포 시간은 최상의 치아 우식 방지와 불소 사용 제한이라는 두가지 상황을 다 고려해야 한다. 1985년 Oral-B사에서 1분도포로 타제품의 4분 도포시보다 우수한 불소흡수를 나타낸다고 주장하며¹⁶⁾ Minute-Gel이라는 1분 도포용 APF gel을 상품화 한 이후 1분 도포법과 4분 도포법의 효과에 관한 논란이 현재까지 지속되고 있다³⁵⁾.

불소 적용시간이 4분에 비해 1분 도포시 불소 섭취의 잠재성이 줄고, 심미수복물의 산부식에 대한 부작용이 감소하며 시술 시간을 줄여 환자의 협력을 개선할 수 있는 장점 등이 고려되어 1분 도포법이 주장되고 있다. Ten Cate 등¹⁸⁾은 법랑질 생검법을 통하여 법랑질내 흡수된 불소량을 측정하였는데 1분 도포와 4분 도포간에 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 반면 Wei 등²³⁾의 연구에서는 1분 도포에 비해 4분 도포를 시행한 경우에서 2배가 넘는 불소 흡수량의 증가를 보여 Minute-Gel의 효과에 대한 주장을 반박하기도 하였다.

본 연구에서 APF gel의 1분 도포 군보다 4분 도포 군에서 표면 거칠기의 증가양상을 볼 때 계속적인 불소 국소도포에 의한 APF gel의 산성분이 심미 수복 재료의 filler와 기질에 시간이 지남에 따라 더 많이 작용하여 부작용을 증가시키는 것을 고려해서 어린이의 APF gel을 이용한 불소 국소도포시 효과가 비슷하다면 시간을 더 줄여서 도포하는 것이 효율적인 것으로 판단된다.

본 연구의 결과를 볼 때 임상적으로 국소도포용 1.23% APF gel은 filler 입자의 소실이나 분해를 촉진시킬 수 있다고 생각된다.

V. 결 론

다섯 종류의 복합레진 Z 250, Ultraseal XT, Filtek flow, Revolution, Denfil을 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. 불소젤에 도포시키지 않은 대조군에서 가장 평활한 표면을 보였으며 1분군, 4분군 순으로 표면 거칠기가 증가하였다. 그리고 Revolution을 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.

이상의 결과로 국소적 불소도포는 복합레진의 표면 거칠기에 영향을 미치며 이를 고려하여 사용한다면 4분보다는 1분간의 불소도포법을 이용하는 것을 추천할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Knutson JW, Armstrong WD : The effect of topically applied sodium fluoride on dental caries experience : Report of findings for the first study year. Public Health Rep, 58:1701, 1943.
2. Mellberg JR, Ripa LW : Fluoride in Preventive Dentistry : Theory and clinical applications. Quintessence Publishing Co, 181-214, 1983.
3. Brudevold F, Naujork R : Caries-preventive fluoride treatment of the individual. Caries Res, 12:52-64, 1973.
4. 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.
5. Horowitz HS, Heifetz SB : The current status of topical fluorides in preventive dentistry. J Am Dent Assoc, 81:166-177, 1970.
6. Kirkegaard E : *In vitro* fluoride uptake in human dental enamel from various fluoride solutions. Caries Res, 11:16-23, 1977.
7. Joyston-Bechal S, Duckworth R, Braden M : The mechanism of uptake of ^{18}F by enamel from sodium fluoride and acidulated phosphate fluoride solutions labelled with ^{18}F . Archs oral Biol, 18:1077-1089, 1973.

8. Congleton JB, Cranshaw MA, Bawden JW : The diffusion of fluoride ion from acidulated phosphate fluoride topical products. *J Dent Child*, 29:133-136, 1978.
9. Kajaderet KC, Uhland R, Ophaug R, *et al.* : Topical fluoride in orthodontic bonding. *Angle Orthod*, 57(1):70-76, 1987.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Hagen PP, Bowden JW : The caries-preventive effects of full and half-strength topical acidulated phosphate fluoride. *Pediatr Dent*, 7:185-191, 1985.
14. Wei, SHY, Yiu, *et al.* : Evaluation of the use of topical fluoride gel. *Caries Res*, 27:29-34, 1993.
15. Kula K, Nelson S, Thompson V : *In vitro* effect of APF gel on three composite resins. *J Dent Res*, 62(7):846-849, 1983.
16. Oral-B Laboratories Minute-Gel™ (advertisement). *ASDC J Dent Child*, 52:415, 1985.
17. Garcia-Godoy, F Hicks, MJ Flaitz, *et al.* : Acidulated phosphate fluoride treatment and formation of caries-like lesions in enamel: Effect of application time. *J Clinic Ped Dent*, 19:2, 1995.
18. 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.
19. Murray JJ : Fluorides in caries prevention : Wright. Bristol, 183, 1976.
20. White DJ, Nancollas GH : Physical and chemical considerations of the role of firmly and loosely bound fluoride in caries prevention. *J Dent Res*, 69:587-594, 1990.
21. Featherstone JDB, Glana R, Shariati M, *et al.* : Dependence of *in vitro* demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. *J Dent Res*, 69:620-625, 1990.
22. Ten Cate JM, Arends J : Remineralization of artificial enamel lesion *in vitro*. *Caries Res*, 11:277-286, 1977.
23. Wei, SHY, Lau, *et al.* : Time dependence of enamel fluoride acquisition from APF gels : *In vivo* study. *Pediatr Dent*, 10(3):173-177, 1988.
24. Wefel JS : Effects of fluoride on caries development and progression using intra-oral models. *J Dent Res*, 69:626-633, 1990.
25. Dyer JR, Shannon IL : MFP versus stannous fluoride mouth-rinses for prevention of decalcification in orthodontic patients. *J Dent Child*, 19-21, 1982.
26. Kochavi D, Gedalia I, Anaise J : Effect of conditioning with fluoride and phosphoric acid on enamel surfaces as evaluated by scanning electron microscopy and fluoride incorporation. *J Dent Res*, 54(2):304-309, 1975.
27. Wilkins, Esther M : Clinical practice of the dental hygienist. 8th ed. / Esther M. Wilkins 8th. 1999.
28. Brudevold F, Savory A, Gardner DE, *et al.* : A study of acidulated fluoride solution-I. *Arch Oral Biol*, 8:167-177, 1963.
29. Ekstrand J, Koch G, Lindgren LE, *et al.* : Pharmacokinetics of fluoride gels in children and adults. *Caries Res*, 15:213-220, 1981.
30. Le Compte EJ, Whiford GM : Pharmacokinetics of fluoride from APFn gel and fluoride tablets in children. *J Dent Res*, 61:469-472, 1982.
31. Axellson P : An introduction to risk prediction and preventive dentistry. 1:77-97, 2000.
32. Yaffe A, Zalkind M : The effect of topical application of fluoride on composite resin restorations. *J Prosth Dent*, 45(1):59-62, 1981.
33. Roch WP : Recent advances in the use of topical fluoride preresparation. *Dent Pract*, 21:519, 1971.
34. Sposetti V, Shen C, Levin A : The effect of topical fluoride application on porcelain restorations. *J Prosthet Dent*, 55:677-682, 1986.
35. Kula K, Webb L, Kula T : Effect of 1-and 4-minutes of topical fluorides on a composite resin. *Pediatr Dent*, 18:24-28, 1996.

Explanation of figures

- Fig. 6. SEM of Ultraseal XT surface($\times 2000$).
- Fig. 7. SEM of Ultraseal XT on 1-minute exposed to 1.23% APF gel($\times 2000$).
- Fig. 8. SEM of Ultraseal XT on 4-minutes exposed to 1.23% APF gel($\times 2000$).
- Fig. 9. SEM of Revolution surface($\times 2000$).
- Fig. 10. SEM of Revolution on 1-minute exposed to 1.23% APF gel($\times 2000$).
- Fig. 11. SEM of Revolution on 4-minutes exposed to 1.23% APF gel($\times 2000$).
- Fig. 12. SEM of Filtek flow surface($\times 2000$).
- Fig. 13. SEM of Filtek flow on 1-minute exposed to 1.23% APF gel($\times 2000$).
- Fig. 14. SEM of Filtek flow on 4-minutes exposed to 1.23% APF gel($\times 2000$).
- Fig. 15. SEM of Denfil surface($\times 2000$).
- Fig. 16. SEM of Denfil on 1-minute exposed to 1.23% APF gel($\times 2000$).
- Fig. 17. SEM of Denfil on 4-minutes exposed to 1.23% APF gel($\times 2000$).
- Fig. 18. SEM of Z 250 surface($\times 2000$).
- Fig. 19. SEM of Z 250 on 1-minute exposed to 1.23% APF gel($\times 2000$).
- Fig. 20. SEM of Z 250 on 4-minutes exposed to 1.23% APF gel($\times 2000$).

FIGURES

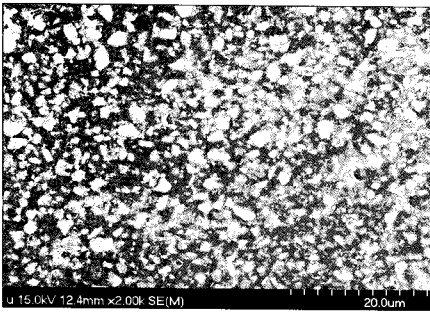


Fig. 6

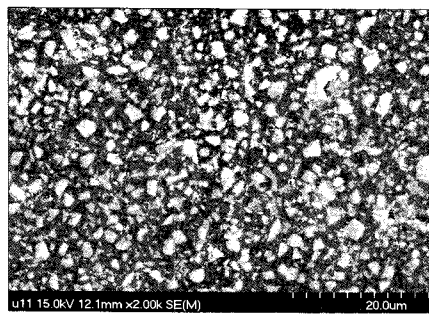


Fig. 7

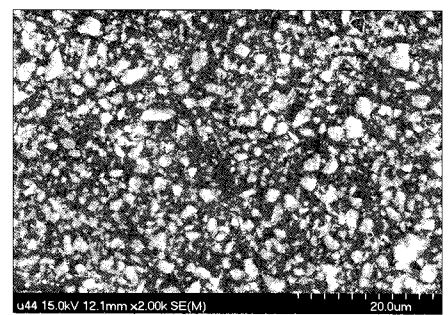


Fig. 8

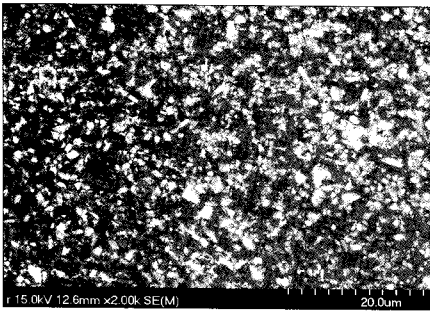


Fig. 9

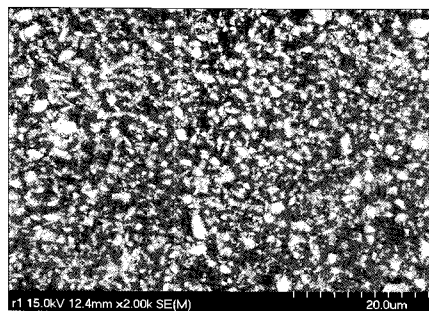


Fig. 10

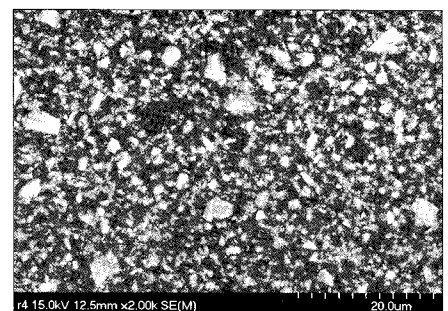


Fig. 11

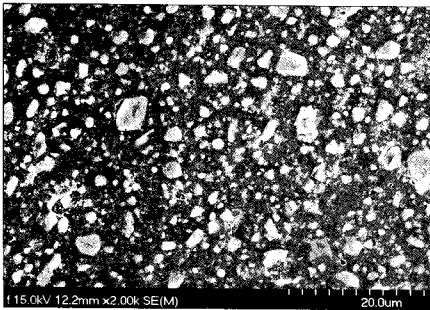


Fig. 12

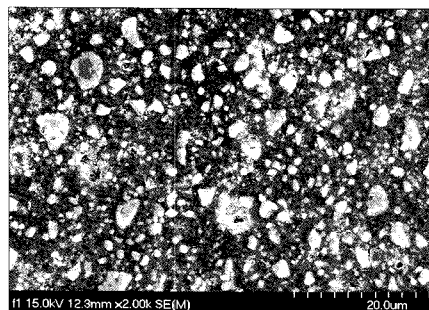


Fig. 13

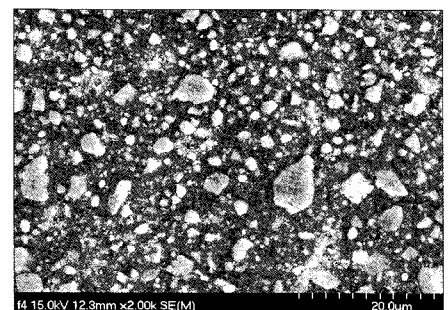


Fig. 14

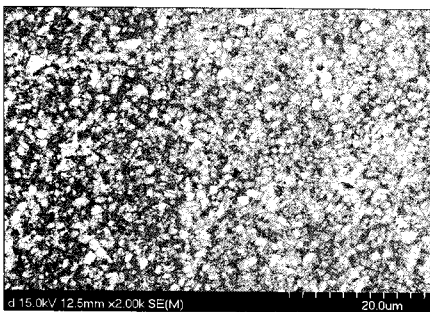


Fig. 15

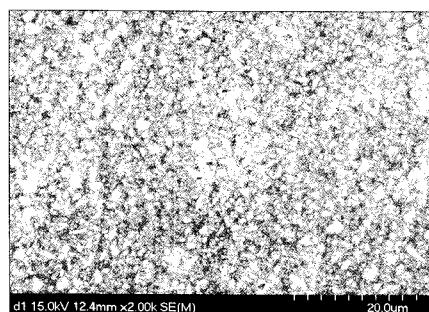


Fig. 16

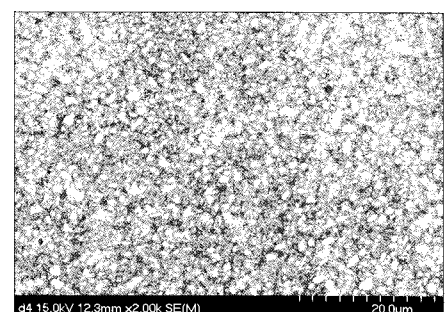


Fig. 17

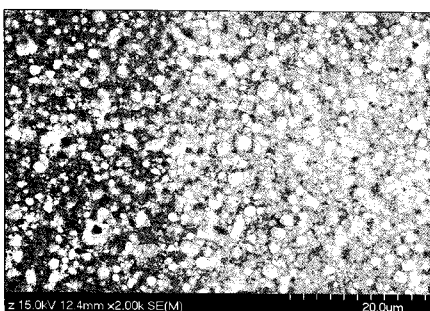


Fig. 18

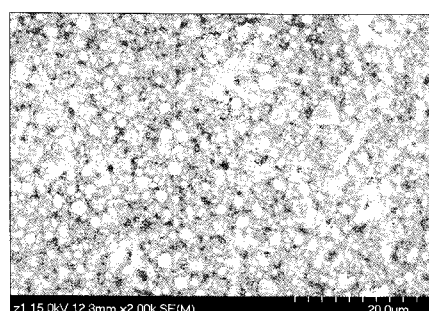


Fig. 19

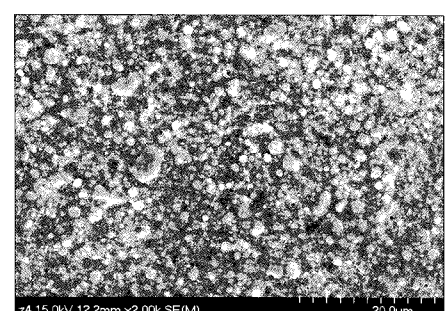


Fig. 20

Abstract

EFFECT OF APF GEL ON THE SURFACE OF COMPOSITE RESIN

Gun-Yeung Yuk, Nam-Ki Choi, Kyu-Ho Yang, Seon-Mi Kim

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University and Dental Research Institute

Topical fluoride application for children is a widely performed procedure in the field of pediatric dentistry to prevent dental caries. However, it is recently recognized as having some unwanted effects on several esthetic restorative materials as it roughens the surface of the restorative materials.

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

Composite resins(Z 250[®], Ultraseal XT[®], Filtek flow[®], Revolution[®], Denfil[®]) in topical fluoride agents were immersed and their surface roughness, weight loss and SEM were evaluated.

The results were as follows:

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

Key words : Composite resin, APF gel, Topical fluoride application