Acidulated phosphate fluoride에 의한 치면열구전색제의 미세 표면 변화

연세대학교 대학원

치 의 학 과

한 윤 범

Acidulated phosphate fluoride에 의한 치면열구전색제의 미세 표면 변화

지도 최 병 재 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2008년 12월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

한 윤 범

한윤범의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2008년 12월 일

감사의 글

본 논문이 나오기까지 연구의 계획 과정부터 각 연구 단계마다 학문적인 기틀을 마련해주시고 자상하게 모든 과정을 지도해주셨던 최병재 지도 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 논문 심사 과정에서 많은 격려와 지도를 하여 주신 이제호 교수님과 최형준 교수님께도 진심으로 감사드립니다. 많은 관심과 아낌없는 격려를 해주신 손홍규 교수님과 김성오 교수님, 송제선 선생님께도 깊은 감사를 전합니다. 또한, 실험 재료와 방법을 세심하게 도와주신 치과재료학 교실의 이용근 교수님과 교실 여러분께도 깊은 감사를 드립니다.

선배로서 따뜻한 조언과 배려를 해준 정회훈 선생님, 동기로서 어려운 일 있을 때마다 힘이 되어준 이석우 선생님, 소아치과 동료로서 연구에 힘이 되주었던 소아치과 의국원 여러분께도 진심으로 감사드립니다.

항상 부족한 저를 사랑으로 감싸주시며, 응원을 보내주신 아버님과 어머님, 장인, 장모님을 비롯한 여러 가족분들, 그리고 연구를 마칠 수 있도록 항상 곁에서 힘이 되어준 사랑하는 아내 나녕이와 아들 도영이와 함께 이 조그만 결실을 나누고자 합니다.

2008년 12월

한 윤 범 드림

차 례

그림 차례 ····· iii
표 차례 ····· iv
국문 요약 ····· v

Ⅰ. 서 론 ····· 1

Ⅱ. 연구 재료 및 방법 ····· 5
1. 연구재료 ····· 5
2. 연구방법 ····· 6
가. APF gel에 의한 치면열구전색제의 무게 변화 ····· 6
나. APF gel에 의한 치면열구전색제의 표면거칠기 변화 ····· 7
다. APF gel에 의한 치면열구전색제의 표면 변화에 관한 주사
전자현미경 관찰 ····· 8
3. 통계 분석 ····· 8

Ⅲ. 연구 결과 ····· 9
1. APF gel에 의한 치면열구전색제의 무게 변화 ····· 9
2. APF gel에 의한 치면열구전색제의 표면거칠기 변화 ····· 11
3. APF gel에 의한 치면열구전색제의 표면 변화에 관한 주사
전자현미경 관찰 ····· 12

Ⅳ. 고 찰 ····· 16

Ⅴ. 결 론 ····· 24

참고문헌 ····· 26

영문요약 ····· 31

그림 차례

Figure 1. Scanning electron micrographs of filled sealant after APF gel application ····· 14

Figure 2. Scanning electron micrographs of unfilled sealant after APF gel application ····· 15

표 차례

Table 1. Materials and manufacturer ····· 5

Table 2. Sample grouping for experiment ····· 7

Table 3. Mean weight loss of each group ····· 9

Table 4. Post-Hoc test of filled sealant group for weight loss ····· 10

Table 5. Mean surface roughness values of each group ····· 11

Table 6. Post-Hoc test of filled sealant group for surface roughness ····· 12

국문요약

Acidulated phosphate fluoride에 의한 치면열구전색제의 미세 표면 변화

치면열구전색제와 불소 제재는 치아우식증을 예방하는데 그 효능이 입증되었으며, 보다 효과적으로 치아우식증을 예방하기 위해서 흔히 병용된다. 최근에는 치면열구전색제의 물리적인 성질을 개선하기 위하여 filler를 첨가하여 사용하고 있다. 그러나, 산성 불소 제재가 filler를 포함하고 있는 치면열구전색제의 표면 양상을 변화시킬 수 있으며, 이는 미생물이 서식할 조건을 형성하여 전색제의 변색 및 탈락, 이차 우식을 야기하고, 전색제의 수명을 단축시켜서 치아우식증의 예방 효과가 감소될 수 있다.

이번 연구는 산성 불소 제재인 acidulated phosphate fluoride가 치면열구전색제의 표면 구조에 미치는 영향을 평가하기 위하여, filled형과 unfilled형 치면열구전색제에 APF를 적용하지 않은 대조군과 APF를 1분, 4분, 10분 간 적용한 실험군으로 분류하여, 불소 적용 후의 무게와 표면 거칠기 변화를 측정하였고, 주사전자현미경을 이용하여 표면 구조의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Filled형 치면열구전색제에 1.23% APF gel을 1분, 4분, 10분 간 적용한 실험군에서 대조군에 비하여 무게가 감소하였고 표면 거칠기는 높아졌으며 통계학적으로 유의성이 있었다($P<0.05$). 그러나, 실험군 간의 무게 및 표면거칠기는 차이가 없었으며 통계학적으로 유의성이 없었다.

2. Unfilled형 치면열구전색제에 1.23% APF gel을 적용한 실험군과 대조군 간의 무게 및 표면거칠기는 차이가 없었다.
3. 주사전자현미경 소견에서, filled형 치면열구전색제는 대조군에 비하여 APF을 적용한 실험군에서 거친 다공성의 표면이 관찰되었다. 그러나, unfilled형 치면열구전색제는 실험군과 대조군 간의 표면 변화에 차이가 없었다.

이상의 결과로, 치아 우식증을 예방하기 위하여 산성 불소 제재와 filled형 치면열구전색제를 병용할 경우 전색제의 표면 변화를 야기할 수 있고 변색 및 탈락, 이차 우식 등이 발생할 수 있으며, 이는 치아 우식증의 예방 효과를 저하시킬 수 있으므로 불소 제재와 치면열구전색제를 병용할 경우 임상적으로 주의해야 할 것으로 사료된다.

핵심되는 말: 치면열구전색제, 불소 국소 도포, 표면 변화

Acidulated phosphate fluoride에 의한 치면열구전색제의 미세 표면 변화

<지도교수 : 최병재>

연세대학교 대학원 치의학과

한 윤 범

Ⅰ. 서 론

치아우식증은 어린이와 청소년에서 가장 흔한 구강 질환이다. 근래에는 질병의 치료보다는 예방에 대한 중요성이 강조되고 있으며, 치아우식증의 경우도 예방적인 개념이 중요시되고 있다. 소아치과 영역에서는 치아우식증의 발생을 예방하는 방법으로, 치면열구전색제와 불소를 사용하고 있으며, 치면열구전색제는 소와열구에 발생하는 초기 교합면 우식증을 예방하는데 효과적임이 입증되었고(Ripa, 1993), 불소는 평활면 우식증의 예방에 효과적임이 보고되었다(Marinho, 2008). 치면열구전색제와 불소 제재의 우식 예방 효과는 치아의 다른 면에 각각 효과적이므로, 소아치과에서 치아우식증을 예방하는데 흔히 병용되고 있다.

치면열구전색제는 1960년 대에 최초로 소개된 후(Cueto and Buonocore, 1963), 초기 교합면 우식증의 예방을 위한 목적으로 많이 시행되었다. 성공적인 치면열구전색을 시행하기 위하여 치면열구전색제의 유지력 및 침투도

를 높이고, 인접 법랑질과의 결합력을 높여야 한다. 치면열구전색제의 유지와 법랑질 와동벽과의 결합력을 높이기 위하여 전색제와 법랑질 사이의 미세누출을 줄이는 것이 중요한데(현 등, 2001), 수복물과 와동벽 사이에 미세누출이 발생할 경우 세균, 구강액 등이 스며들 수 있으며(Kidd, 1976), 이러한 미세누출은 전색제의 변색 및 이차 우식을 야기하여, 치면열구전색제 실패의 원인이 될 수 있다.

치면열구전색제는 글래스아이오노머 시멘트와 레진 계로 나눌 수 있으며, 글래스아이오노머 시멘트 치면열구전색제는 술식상에 편의성은 있으나 미세누출이 많아 이차적인 우식의 발생과 탈락의 위험성의 증가된다는 단점이 있어(Boksman et al., 1987), 최근에는 잘 사용되지 않고 있다. 레진 치면열구전색제는 filler의 함유 여부에 따라 filled형 치면열구전색제와 unfilled형 치면열구전색제로 나눌 수 있으며, filler가 첨가된 레진 전색제의 경우 마모 저항성 및 중합 수축 감소 등과 같은 물리적인 성질이 증가될 것으로 생각되고 있다(Bowen, 1982; Silverstone, 1982).

치면열구전색제와 함께 치아우식증을 예방하는 목적으로 다양한 불소 제재가 사용되었으며, 이는 불소가 법랑질에 작용하여 내산성을 증가시켜 치아우식증을 예방한다는데 근거하고 있다(Brudevold F and Naujork R, 1973). 통상적으로 불소의 국소도포는 중성의 불소 제재와 산성 불소 제재인 acidulated phosphate fluoride(APF)를 사용하는 방법이 있다. APF는 Brudevold(1963)에 의해 1963년에 소개되었으며, 1.23%의 불소 이온을 포함하고 있고 불화수소나 orthophosphoric acid에 의해서 산화되어 있는 수소 이온 농도가 3.2-3.5 정도인 불소 제재이다. 불소의 국소도포 시 중성 불소 제재에 비하여 산성 불소 제재에서 불소의 법랑질 침착이 더 많이 이루어진다는 보고들이 발표되면서, 최근에는 APF를 이용한 불소의 국소도포가 널리 시행되고 있다.

APF는 최소 1분 이상 치아에 적용할 것이 추천되며, 최대 4분까지 적용할 수 있다. Horowitz와 Heifetz(1970)는, APF를 4분간 도포하는 것이 바람직하다고 보고하였지만, 긴 시간동안 불소를 적용하였을 때 이를 섭취하여 부작용이 발생할 위험성 때문에(Garcia Godoy and Malone, 1983), 불소 도포 시간을 최소화하려는 노력이 이루어졌다. APF를 1분 도포하는 것과 4분 도포하는 것 사이에 유의할 만한 차이가 없다는 연구들이 발표되면서, 최근에는 불소 도포의 최소 권장 시간인 1분 도포가 많이 시행되고 있다.

불소의 국소 도포와 치면열구전색제의 병용이 치아우식증을 예방하는데 효과적이라고 보고된 이후(Horowitz, 1982), 소아치과 임상에서는 치면열구전색과 APF를 이용한 불소의 국소 도포가 널리 병용되고 있다. 그러나, APF의 국소 도포에 의하여 porcelain 수복물의 표면 양상의 변화 및 무게의 감소가 야기된다고 보고된 후(Copps et al., 1984; Gau and Krause, 1973; Kula and Kula, 1995), APF가 복합레진 수복물 및 글래스아이오노머 시멘트와 같은 심미 수복물의 표면 변화도 일으킬 수 있다고 보고되었다(Yaffe and Zalkind, 1981; Kula et al., 1986; 김과 최, 1997). APF가 심미 수복 재료의 표면 구조에 영향을 주는 원인으로, APF에 함유되어 있는 불화수소나 인산이 심미 수복물의 filler에 작용하여 이를 탈락시키거나 용해시킨다는 이론에 근거하고 있다.

최근 사용되는 filled형 치면열구전색제는 적게는 10wt%이하부터 많게는 60wt%이상의 filler를 함유하고 있다. 이러한 filled형 치면열구전색제가 APF와 함께 치아 우식 예방을 목적으로 사용될 경우, 다른 filler를 포함하는 심미 수복 재료와 마찬가지로 filler의 탈락 및 용해가 일어날 수 있으며, 이는 미생물이 서식할 조건을 마련하여, 이차우식증 및 변색의 원인이 되며, 치면열구전색제의 실패를 증가시킬 수 있다.

이번 연구의 목적은 소아치과영역에서 치아우식증을 예방하는 목적으로 사용되는 APF가 치면열구전색제의 미세 표면 구조에 미치는 영향을 알아보고자, APF gel을 치면열구전색제에 적용한 후 무게 변화 및 미세 표면 거칠기의 변화를 측정하고, 주사전자현미경으로 미세 표면의 변화를 관찰하여, APF가 치면열구전색제의 미세 표면에 미치는 영향를 평가하고자 함이다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

치면열구전색제는 filled형인 Helioseal F와 unfilled형 치면열구전색제인 Concise을 사용하였다. (Table 1)

Table 1. Materials and manufacturer

Marerial	Brand	Composition	Manufacturer
Filled Sealant	Helioseal F	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA(58.6wt%) silicon dioxide, fluorosilicate glass (40.5wt%) stabilizers & catalyst (<1 wt%)	Ivoclar vivadent
Unfilled Sealant	Concise	Bis-GMA TEGDMA	3M ESPE

국소 도포용 불소 제재로는 1.23% acidulated phosphate fluoride gel (pH 3.5)인 Topex®(Sultan Dental Products, Canada)를 사용하였다.

2. 연구 방법

가. APF gel에 의한 치면열구전색제의 무게 변화

지름 10mm, 높이 2mm의 teflon mold 내에 filled형 치면열구전색제와 unfilled형 치면열구전색제를 제조사의 지시에 따라 주입한 후, celluloid strip을 댄 상태에서 두 개의 유리판으로 압력을 가한 뒤 각 면을 40초간 광중합(Curing Light XL 3000, 3M, USA)하여 각각 40개씩 총 80개의 시편을 제작하였다. 중합이 완료된 시편은 600, 1000, 1500, 2000 grit의 silicon carbide paper로 젖은 상태에서 양면을 같은 시간 동안 연마하였다. 연마 후 이물질을 제거하기 위하여, 증류수 내에서 초음파 세척기(Biosonic, Waledent, Germany)를 이용하여 5분간 세척하였으며, 실온에서 24시간 건조 후 0.1 mg 단위까지 측정 가능한 전자 저울을 이용하여 두 번씩 무게를 측정한 후 평균값을 불소 적용 전의 무게 대표값으로 하였다.

그 후, filled형 치면열구전색제 시편과 unfilled형 치면열구전색제 시편을 10개씩, 4군으로 분류하여 실험군에서는 국소 도포용 불소 제재를 1분, 4분, 10분 간 적용하였고, 대조군은 불소 제재를 적용하지 않고 증류수에 10분간 담가두었다. (Table 2)

국소 도포용 불소 제재와 증류수로 시편을 처리한 후 일정한 흐름의 tap water로 30초간 세척한 다음, 불소 제재의 완전한 제거를 위하여 5분간 초음파 세척기(Biosonic, Waledent, Germany)로 세척한 후, 실온에서 24시간 동안 건조하였다. 건조된 시편들은 전자 저울을 이용하여 다시 무게를 2회씩 측정한 후 평균값을 불소 적용 후의 무게 대표값으로 하였다.

각 치면열구전색제 시편은 처리된 불소의 적용 시간에 따른 무게 변화의 비교를 위해 통계 처리 하였다.

Table 2. Sample grouping for experiment

Material	Group	Application time(min)	Number of samples
Filled Sealant	I (control)	0	10
	II	1	10
	III	4	10
	IV	10	10
Unfilled Sealant	V (control)	0	10
	VI	1	10
	VII	4	10
	VIII	10	10

나. APF gel에 의한 치면열구전색제의 표면거칠기 변화

무게 측정 후, 각 시편의 표면은 기계적 표면 외형투사장비인 표면조도기를 사용하여 표준화된 기준선에 대한 외형의 거칠기를 검사하였다. 표면조도기로는 Surfcorder SEF 30D(Kosaka Laboratory Ltd., Japan)를 사용하였으며, cut off 파장은 0.08 mm, 측정길이는 2.5 mm로 하였고, 측정 stylus는 2 ㎛ 였다. stylus가 달린 jig를 가로로 0.5 mm씩 평행하게 움직여 한방향에서 5번씩 Ra값을 측정하여, 그 평균값을 표면 거칠기의 대표값으로 채택하였다. Ra값은 기준 길이 안에서 컴퓨터에 의해 계산된 중심선으로부터 표면 거칠기를 수학적으로 나타낸 평균값이다.

각 치면열구전색제는 처리된 불소의 적용 시간에 따른 표면 거칠기의 변화를 비교하기 위해 통계 처리 하였다.

다. APF gel에 의한 치면열구전색제의 표면 변화에 관한 주사전자 현미경 관찰

국소 도포용 APF gel에 의한 치면열구전색제의 표면 변화를 관찰하기 위해, 각 군의 시편을 백금 피복한 다음 field emission scanning electron microscope(model S 3000N, Hitachi, Japan)을 이용하여 가속 전압 20kVp 하에 1000배, 2000배의 배율로 관찰하였다.

3. 통계분석

수합된 모든 실험 결과들은 SAS Ver 9.1(SAS Inc., North Carolina)을 이용하여 통계분석 하였다. One-way ANOVA($p<0.05$)를 이용하여 APF 적용 시간에 따른 각 군의 무게 및 표면 거칠기의 변화를 비교하고, 사후 검증을 위하여 Scheffe's test($p<0.05$)를 사용하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. APF gel에 의한 치면열구전색제의 무게 변화

치면열구전색제의 종류와 불소 적용 시간에 따른 무게는 APF gel을 적용한 후, filled형 치면열구전색제에서 감소하였고 통계학적으로 유의성이 있었지만(Table 3; one-way ANOVA, $p<0.0001$), unfilled형 치면열구전색제는 무게의 차이가 없었다(Table 3; one-way ANOVA, $p=0.9158$).

Table 3. Mean weight loss of each group (unit : mg)

Material	Group	Mean weight before experiment	Mean weight after experiment	Defference ± S.D.	P-Value
Filled sealant	I	205.040	204.925	0.115 ± 0.1857	<0.0001*
	II	204.280	203.510	0.770 ± 0.3874	
	III	205.835	205.065	0.770 ± 0.2761	
	IV	197.575	196.865	0.710 ± 0.2942	
Unfilled sealant	V	164.705	164.725	-0.020 ± 0.3020	0.9258
	VI	165.620	165.610	0.010 ± 0.1926	
	VII	165.440	165.395	0.045 ±0.1571	
	VIII	164.030	164.035	-0.005 ± 0.2166	

* statistically significant at $P<0.05$ (using one-way ANOVA)

ANOVA 분석을 통하여 그룹 간의 유의성 있는 차이를 보인 filled형 치면열구전색제 그룹을 각 군 간의 비교를 위하여 Scheffe's test를 사용하여 사후 검증하였고, 대조군인 불소를 적용하지 않은 I군과 실험군인 불소를 적용한 II, III, IV군 사이에 유의할 만한 차이를 보인 반면, 실험군인 II, III, IV군 사이에는 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. (Table 4)

Table 4. Post-Hoc test of filled sealant group for weight loss

Weight comparison (group)	Difference between means (unit : mg)	P-Value
I - II	-0.6550	<0.0001*
I - III	-0.6550	<0.0001*
I - IV	-0.5950	0.001*
II - III	0.0000	0.999
II - IV	0.0600	0.976
III - IV	0.0600	0.976

* statistically significant at P<0.05 (using Scheffe's test)

2. APF gel에 의한 치면열구전색제의 표면거칠기 변화

치면열구전색제의 종류와 불소 적용 시간에 따른 표면 거칠기의 변화를 비교하기 위한 one-way ANOVA의 결과, APF gel 적용 후, filled형 치면열구전색제에서는 대조군에 비하여 표면 거칠기 값이 증가하였고, 통계학적으로 유의성이 있었다(Table 5; p=0.0005). 그러나, unfilled형 치면열구전색제에서는 불소의 적용에 따른 그룹 간에 차이를 보이지 않았다(Table 5; p=0.9769).

Table 5. Mean surface roughness values of each group (unit : ㎛)

Material	Group	Mean Ra value ± S.D.	P-Value
Filled sealant	I	0.0862 ± 0.02049	0.0005*
	II	0.1348 ± 0.02477	
	III	0.1356 ± 0.03342	
	IV	0.1394 ± 0.03479	
Unfilled sealant	V	0.1035 ± 0.01213	0.9769
	VI	0.1052 ± 0.01489	
	VII	0.1063 ± 0.01784	
	VIII	0.1051 ± 0.01112	

* statistically significant at P<0.05 (using one-way ANOVA)

ANOVA 분석을 통하여 그룹 간의 유의성 있는 차이를 보인 filled형 치면열구전색제 그룹에서, 각 군 간의 비교를 위하여 Scheffe's test를 사용하여 사후 검증하였다. 그 결과, 실험군과 대조군 사이에는 표면 거칠기 변

화에 통계적으로 유의성이 있었고($p<0.05$), 불소를 1분, 4분, 10분 간 적용한 실험군 사이에는 통계학적으로유의할 만한 차이가 없었다($p>0.05$). (Table 6)

Table 6. Post-Hoc test of filled sealant group for surface roughness

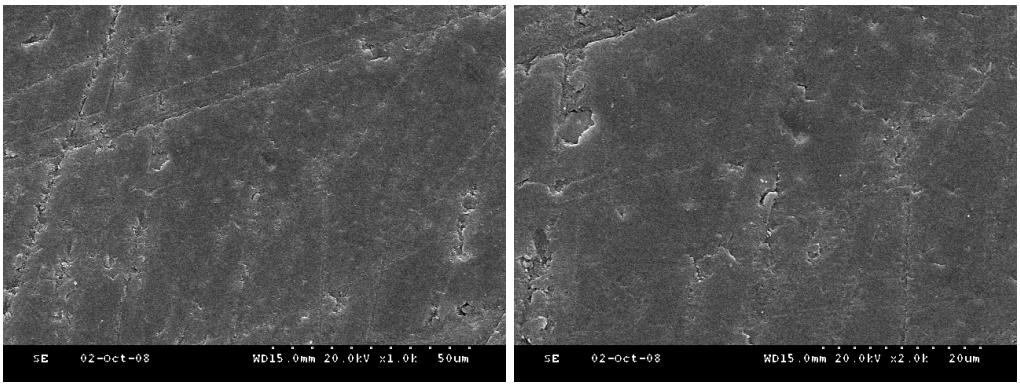
Surface roughness comparison (group)	Difference between means (unit : ㎛)	P-Value
I - II	-0.0486	0.007*
I - III	-0.0494	0.006*
I - IV	-0.0532	0.003*
II - III	-0.0007	0.999
II - IV	-0.0045	0.989
III - IV	-0.0038	0.993

* statistically significant at $P<0.05$ (using Scheffe's test)

3. APF gel에 의한 치면열구전색제의 표면 변화에 관한 주사 전자현미경 관찰

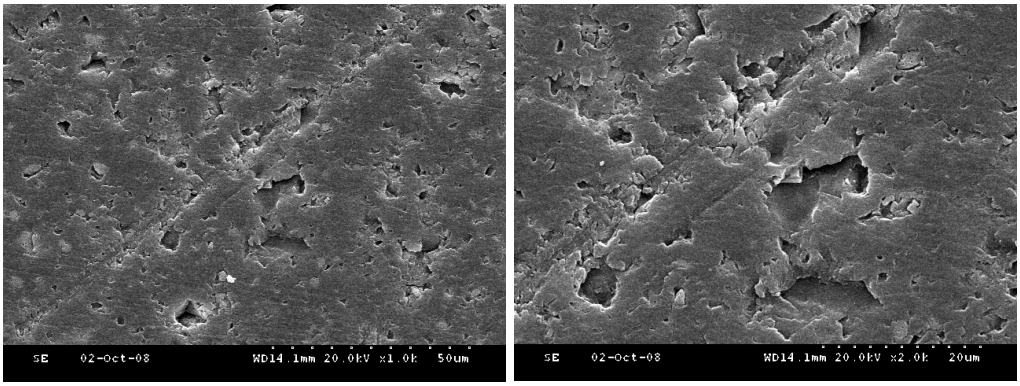
주사전자현미경으로 각 군의 시편의 표면을 관찰한 결과, filled형 치면열구전색제에서는 대조군에 비하여 APF gel을 1분, 4분, 10분 간 적용한 실험군에서 표면 변화가 현저하였다. 실험군에서는 치면열구전색제의 표면에 존재하였던 filler 입자가 탈락되거나 소실된 양상이 관찰되었고, 탈락된

filler 입자의 크기는 약 1-10㎛로 다양하였다. 그러나, APF gel의 적용 시간에 따른 차이는 1분, 4분, 10분 간 적용하였을 때, 적용 시간에 따른 표면 변화의 차이가 관찰되지 않았다(Fig. 1). Unfilled형 치면열구전색제에서는 대조군에 비하여 APF gel을 1분, 4분, 10분 간 적용한 실험군에서 특이할 만한 표면 변화가 관찰되지 않았다(Fig. 2).



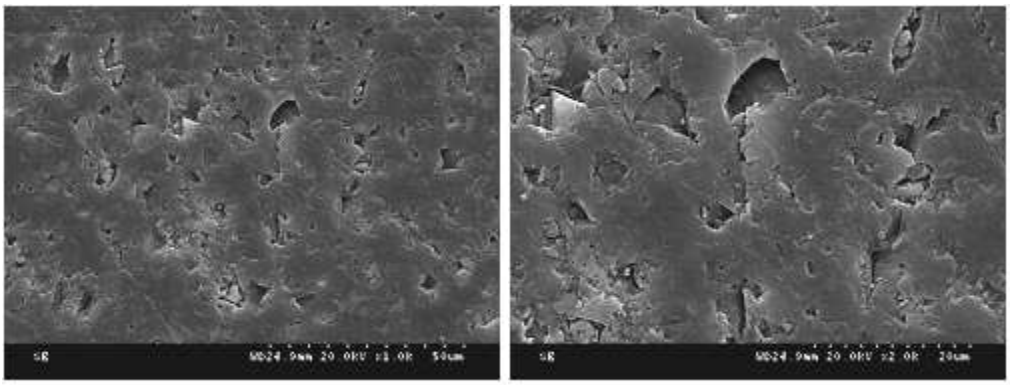
(x 1000) (x 2000)

(a) - control



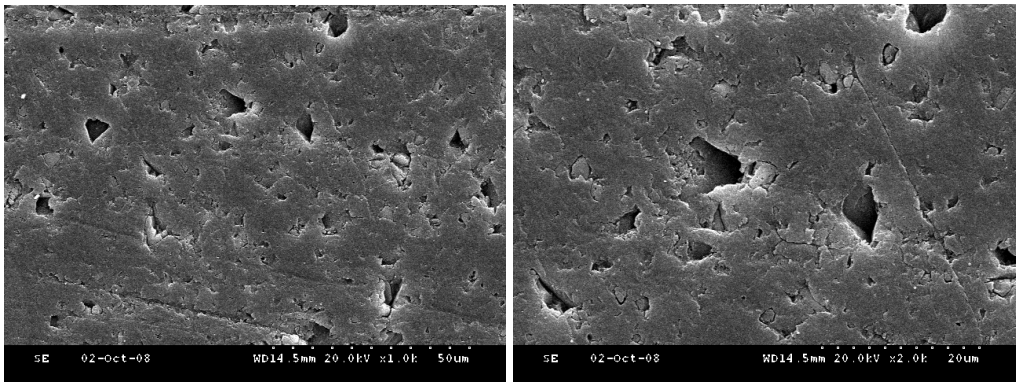
(x 1000) (x 2000)

(b) - APF 1 min application



(x 1000) (x 2000)

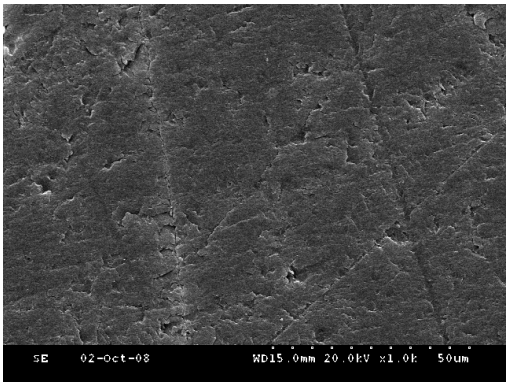
(c) - APF 4 min application



(x 1000) (x 2000)

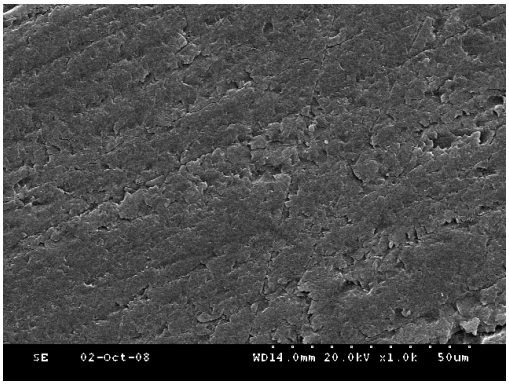
(d) - APF 10 min application

Fig. 1. Scanning electron micrographs of filled sealant after APF gel application; control group(a), APF gel 1-min(b), APF gel 4-min(c), APF gel 10-min(d)



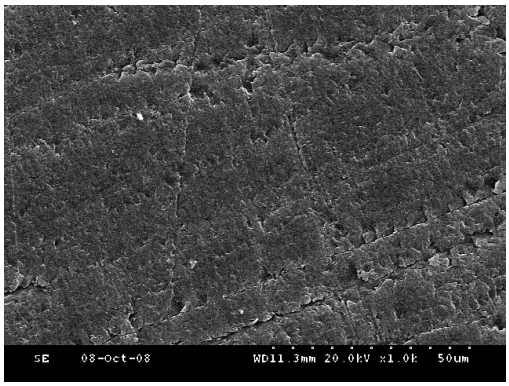
(x 1000)

(a) - control



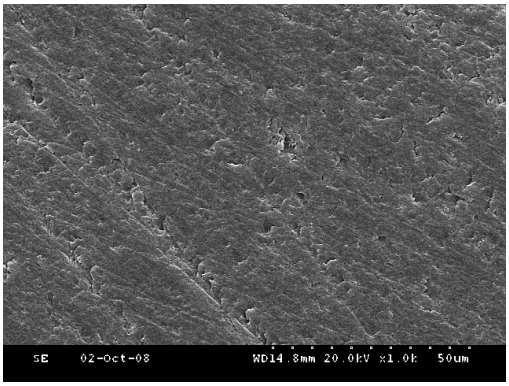
(x 1000)

(b) - APF 1 min application



(x 1000)

(c) - APF 4 min application



(x 1000)

(d) - APF 10 min application

Fig. 2. Scanning electron micrographs of unfilled sealant after APF gel application; control group(a), APF gel 1-min(b), APF gel 4-min(c), APF gel 10-min(d)

Ⅳ. 고 찰

1943년 Knutson과 Armstrong에 의해 중성의 불소 제재인 불화나트륨이 소개된 이래로(Knutson and Armstorong, 1943), 국소 도포용 불소 제재로 불화나트륨, 불화주석, acidulated phosphate fluoride 등의 불소 제재가 치아우식증을 예방하기 위하여 널리 사용되어 왔다. 불소의 국소 도포 시, 법랑질의 표면은 불화 칼슘을 포함하는 소립체에 의하여 덮이게 되며, 이 불화 칼슘 소립체는 중성의 타액 내에서 이차 인산 이온 및 단백질로 구성되는 표면막으로 둘러쌓여 안정화된다(Rolla G and Saxegaard E, 1990). 이 표면막은 우식이 진행되는 낮은 수소 이온 농도에서 이차 인산 이온이 일차 인산으로 변환되면서 표면막이 파괴되며, 그 안에 존재하는 칼슘과 불소는 배출되어 법랑질의 용해를 막아 우식의 예방에 기여한 후, 다시 수소 이온 농도가 높아지면 불화 칼슘이 이차 인산과 단백질로 구성된 표면막에 의해서 안정화되어 우식을 예방하는 효과가 있다.

Brudevold(1963)가 1963년에 산성 불소 제재인 APF를 소개한 이래로, 중성의 불소 제재보다 산성의 불소 제재에서 불소의 법랑질 침착이 더 많이 이루어진다는 연구결과들이 보고되었다. 이는 APF내에 존재하는 미해리 불화수소가 불화나트륨에 존재하는 불소 이온이나 불화 수소보다 훨씬 더 쉽게 법랑질 내에 존재하는 결정 공간과 미세 경로를 통하여 확산되기 때문이다. 또한, 불소의 국소 도포시 법랑질 표면에 형성되는 불화 칼슘 소립체가 중성 불소 제재에서 법랑질 표면에 부분적으로 형성되는 것과 비교해서, 산성 불소 제재에서는 법랑질 표면에 연속적으로 형성되어 우식 효과가 더 우수하게 된다(William AB and Theodore E, 2003). 이러한 이유로 APF를 이용한 전문가 불소 도포 방법이 임상에서 널리 사용되고 있고, 효과적인 치아 우식을 예방하기 위하여 3-6개월에 한 번씩 도포해 주는

것이 권장되고 있다(Ekstrand J et al., 1981; Lecompte EJ and Whitfold GM, 1987).

산성 불소 제재인 APF가 중성 불소 제재보다 우식 예방 효과는 우수하지만, 다양한 심미 수복 재료의 표면 변화를 일으킬 수 있다는 연구들이 보고되었다. Porcelain 수복물에 APF를 적용할 경우 표면에 변화를 일으키고 착색의 원인이 될 수 있다는 연구들이 발표되었고, 이는 APF의 구성 성분 중 하나인 불화 수소가 porcelain의 glass 성분을 부식시켜 기질과 glass 입자를 분리시킨다는 이론에 근거하고 있다(Shissel E et al, 1980; Wunderlich RC and Yaman P, 1988). 또한, 1.23%의 APF gel이나 양치액으로 인하여 복합 레진의 표면 변화를 일으킬 수 있다는 많은 연구가 있다(Yaffee A and Zalkind M, 1981; Kula K et al., 1983). 이에 대해, Sposetti 등(1986)은 APF의 구성 성분인 불화수소가 복합 레진의 filler로 많이 사용되는 레진 내 glass 성분인 silicon dioxide와 반응하여 수용성의 fluorosilicate를 형성하기 때문이라고 보고하였다. 또한, glass 입자는 산에 의해 부식될 수 있는데, 이는 APF내에 인산 등의 산이 포함되어 있어 복합 레진을 포함한 심미 수복 재료의 filler로 사용되는 glass 성분을 부식시켜 심미 수복 재료의 표면 변화를 일으킬 수 있다. APF가 치면열구전색제의 표면 변화를 일으킬 수 있는지에 대하여, Kula 등(1992)은 1.23% APF에 의해 filled형 치면열구전색제의 표면에 변화를 일으킬 수 있는 반면, unfilled형 치면열구전색제에는 특이할 만한 표면 변화가 없다고 보고하였고, 이는 APF가 filler를 포함하는 전색제의 표면에 영향을 줄 수 있음을 시사하였지만 불소를 적용한 시간을 동일하게하여, APF의 적용 시간에 따른 전색제의 표면 변화를 관찰하는데 한계가 있다.

치면열구전색제는 filler의 함량에 따라 unfilled형과 filled형 치면열구전색제로 분류된다. 전통적으로 unfilled형 치면열구전색제가 흐름성이 좋아 열

구 침투도가 높고, 이로 인하여 미세누출 및 유지율이 높아질 수 있다고 생각되어 치면열구전색제로 선호되어왔다. 그러나, unfilled형 치면열구전색제에서 중합 수축율, 열팽창 계수, 마모 저항성 등의 물리적인 성질이 떨어져 전색제의 실패가 발생하면서, 이를 보완하기 위하여 filler를 첨가한 filled형 치면열구전색제가 소개되었다. 치면열구전색제에 filler를 첨가함에 따라 물리적인 성질은 개선되었지만(Bowen, 1982; Silverstone, 1982), 흐름성이 떨어져 filled형 전색제가 미세 누출의 증가 및 유지율이 떨어질 것이라는 주장이 대두되었으며, 이를 증명하기 위하여 많은 연구에서 filled형 전색제와 unfilled형 전색제 간의 열구침투도, 유지율, 미세누출 정도를 비교하였고 많은 상반된 결과가 보고되었다. Rock 등(1990)은 filled형 치면열구전색제보다 unfilled형 치면열구전색제의 유지율이 높음을 보고하였고, Hatibovic-Kofman 등(1998)은 unfilled형 치면열구전색제가 미세 누출에 있어서 더 우수하다고 보고하였다. 그러나, Waggoner와 Siegal(1996), Simonsen(2002)은 filled, unfilled형 치면열구전색제 간에 열구 침투도, 미세누출도, 유지율에 있어서 차이가 없다고 하였으며, 김 등(2005)도 산부식만을 사용하여 치면열구전색을 시행한 군과 기계적 삭제 방법을 이용한 군 모두에서 unfilled형 치면열구전색제가 filled형 치면열구전색제에 비해 열구 침투도 및 미세 누출에 있어서 우수하지 않음을 보고하였다. 현재는 unfilled형과 filled형 치면열구전색제 간에 열구 침투도, 미세누출도, 유지력 간에 큰 차이가 없다고 받아들여지고 있다.

본 실험에서는 APF gel을 적용한 후 치면열구전색제의 표면 변화를 알아보기 위하여, APF gel를 적용한 후의 치면열구전색제의 무게 및 표면 거칠기의 변화를 측정하였다. 본 연구에서 표면 거칠기를 나타내는 값으로 Ra(산술 평균 거칠기)를 표면 조도기로 측정하였다. Ra는 표면의 거칠기를 표현하는 대표적인 수치로, 치과용 재료 및 금속의 거칠기를 측정하는데 흔히

사용된다. Ra는 측정 길이 내의 표면 거칠기의 평균값을 나타내는 지표로 이는 한 부위만의 표면 거칠기 값이 아닌, 측정 길이 내의 표면 거칠기의 평균값을 나타낸다. 본 연구에서는 한 시편 당 측정 부위를 달리하여 5번 측정 후, 그 평균값을 시편의 표면 거칠기의 대표값으로 채택하였다. APF가 치면열구전색제의 표면에 있는 filler에 작용하여, filler의 탈락이나 용해를 일으킬 경우, 탈락된 filler 입자에 의하여, 무게의 감소와 표면 거칠기가 증가될 수 있다. APF에 의한 치면열구전색제의 무게 및 표면 거칠기 변화에 관한 본 실험에서 unfilled형 치면열구전색제에서는 대조군(V군)과 APF gel을 1분(VI군), 4분(VII군), 10분(VIII군) 간 적용한 실험군 사이에 무게 및 표면 거칠기 변화에 통계학적으로 유의할 만한 차이가 보이지 않았다. 그러나, filled형 치면열구전색제에서는 대조군(I)에 비하여 APF gel을 1분(II), 4분(III), 10분(IV) 간 적용한 실험군에서 무게가 감소하였고, 표면 거칠기는 높아졌으며, 이는 통계학적으로 유의성이 있었다. 본 연구의 결과는, APF 적용 시 복합레진과 글래스 아이오노머의 무게 변화를 일으킨다는 선행 연구 결과와 일치하며(Yaffe and Zalkind, 1981; Kula et al., 1986; 김과 최, 1997), filled형 치면열구전색제의 무게는 APF gel에 의해서 감소하지만 unfilled형 치면열구전색제의 무게 감소는 일어나지 않는다는 선행 연구 결과와 일치한다(Kula K et al., 1992). 또한, APF gel을 적용 후 복합레진의 표면 거칠기가 증가하였다는 이전의 연구 결과와 일치하고(Kula K et al., 1985), APF gel 적용 후 filled형 치면열구전색제의 표면 거칠기가 증가하였다는 Kula 등(1992)의 연구 결과와 일치한다. Filled형 전색제에서 APF gel을 적용한 후 무게와 표면 거칠기의 변화가 일어난 것은 APF가 전색제의 filler에 작용하여 filler의 탈락이나 용해를 야기했을 것으로 사료된다. 본 연구에 사용된 filled형 치면열구전색제의 filler는 APF gel에 포함된 불화 수소와 반응할 수 있는 silicon dioxide가 절반 정도 포함되어 있으며, filled형

전색제에 APF 적용 후 불화 수소와 silicon dioxide의 반응이 일어나 무게의 감소가 일어난 것으로 사료된다. 또한, McLean 등(1985)은 phosphoric acid에 의한 산부식 과정 중 Ca, Al, Si이 유리됨을 보고하였다. APF gel은 구성 요소로 phosphoric acid를 포함하고 있으며, 이는 filled형 치면열구전색제와 복합 레진에 filler로 많이 사용되고 있는 Al, Si 등과 반응하여 filler의 탈락이나 용해를 일으킬 수 있다. 본 연구에서 사용된 filled형 치면열구전색제는 silicon dioxide 외에도 filler로 fluorosilicate glass를 포함하며, APF gel에 포함된 phosphoric acid가 glass에 직접적인 영향을 미쳐 glass 입자의 표면을 부식시킬 뿐만 아니라, Si 이온의 탈락에도 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. filler 입자의 함유량과 크기, APF와의 반응 속도에 따라서도 무게 및 표면 거칠기 변화에 영향을 미칠 수 있는데, filler가 많이 함유되고, filler 입자의 크기가 클수록, 또한 APF와 filler와의 반응 속도가 클수록 APF에 의해서 더 많은 filler의 소실이 일어날 수 있으며, 더 많은 무게 감소 및 표면 거칠기의 증가가 관찰될 것으로 사료된다.

본 연구에서 Unfilled형 치면열구전색제에서 APF gel 적용 후, 무게 및 표면 거칠기에 유의할 만한 차이가 없다는 점은, filler 외의 전색제의 기질에는 APF gel이 특이할 만한 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. Bowen과 Cleek(1972)은 불소 이온이 복합 레진의 해중합을 일으킬 수 있다고 보고하였고, 특히 레진 기질과 filler 사이의 계면에서 해중합이 일어남을 주장하였다. 본 연구의 결과에서도, 주된 무게 감소와 표면 거칠기 증가의 원인은 filler와 APF의 반응에 의한 filler의 탈락이라고 사료되며, 기질에는 APF gel에 의한 특이할 만한 변화가 없음을 주사 전자 현미경을 통한 소견에서 알 수 있다. 그러므로, APF gel에 의해서 filled형 치면열구전색제의 filler 또는 filler-matrix 경계가 주된 영향을 받으며 기질에는 특이할 만한 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

APF의 치면열구전색제에 대한 표면 변화를 관찰한 선행 연구에서, 전색제에 APF을 동일한 시간동안 적용하여(Kula K 등, 1992), 불소 적용 시간에 따른 표면 변화를 관찰하는 데 한계가 있다. APF의 적용 시간에 따른 치면열구전색제의 표면 변화의 차이를 관찰하는 것은 치면열구전색제와 APF를 병용 시 매우 중요하다. 이는 APF와 filler간의 반응 속도를 밝힐 수 있으며, 이를 통하여 APF가 치아우식증을 예방하면서 동시에 치면열구전색제의 표면 변화를 최소화할 수 있는 APF 적용 시간을 알 수 있기 때문이다. APF gel을 적용한 시간에 따른 치면열구전색제의 무게 및 표면 변화를 관찰하기 위하여 본 연구에서는 Unfilled과 Filled형 치면열구전색제 시편을 APF gel에 1분, 4분, 10분 간 적용하였다. 적용 시간에 대한 기준은 APF gel의 최소 권장 시간과 최대 권장 시간에 따른 전색제의 표면 변화의 차이를 알아보기 위하여, 최소 권장 시간인 1분을 적용한 군과 최대 권장 시간인 4분을 적용한 군으로 설정하였다. 10분 간 시편에 APF gel을 적용한 군은 과도하게 불소를 적용하는 경우를 재현하기 위함이며, 대조군으로는 APF gel을 적용하지 않고 증류수에 담가둔 시편을 사용하였다. 본 연구의 결과, filled형 치면열구전색제에 APF gel을 1분(II군), 4분(III군), 10분(IV) 간 적용한 실험군 간에 무게 및 표면 거칠기의 변화는 통계학적으로 유의성이 없었다. 이는 APF gel에 의하여 1분 이내에 filled형 전색제 의 filler가 반응한 것으로 생각할 수 있다. 이를 통하여, 본 연구에 사용된 Filled형 전색제의 filler는 APF와 반응 속도가 매우 빠른 것을 알 수 있다. 주사전자현미경 소견에서도 Filled형 전색제에 APF gel을 1분, 4분, 10분 간 적용한 실험군에서 대조군에 비하여 거친 다공성의 표면이 관찰되었지만, 실험군 간에 표면의 거칠기 및 다공 구조가 적용 시간에 비례하여 증가하지 않은 것은 본 연구에서 사용한 filled형 치면열구전색제의 경우, APF의 최소 권장 시간인 1분을 적용하더라도 전색제 표면에 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다.

그러나, 본 연구의 결과를 모든 치면열구전색제에 일반화하기에는 한계가 있다. 이는 치면열구전색제마다 포함된 filler의 입자의 종류나 크기가 다르고, 이로 인하여 불소와 반응하여 소실되는 filler의 양과 탈락 속도가 다를 수 있기 때문이다. Filled형 치면열구전색제에 첨가되는 filler의 양은 10%이하의 filler를 포함하는 전색제에서부터 60%이상의 filler를 포함하는 전색제에 이르기까지 다양하며, 크기도 수㎛ - 수 십㎛에 이르기까지 다양하다. filler의 종류도 전색제마다 다양하여, Ba, Li, Al, Si 등이 각각 다른 비율로 포함되어 있다. Kula 등(1992)은 다른 filler 입자를 포함하고 있는 filled형 치면열구전색제를 APF gel을 적용하여 표면 거칠기를 비교한 결과, filler의 종류에 따라서 불소에 의한 표면 거칠기에 차이가 있음을 보고하였다. 또한, 김과 최(1997)도 복합 레진에서 filler 입자의 종류에 따라, 불소 적용 후 무게 변화에 차이가 있을 수 있음을 보고하였다. 그러나, 육 등(2006)은 APF gel을 적용한 후, 치면열구전색제와 복합 레진 사이에 특별한 무게나 표면 거칠기의 변화를 관찰하지 못했다고 보고하였는데, 이는 이전의 연구와 달리 육 등(2006)의 연구에서 사용한 치면열구전색제와 복합레진에 포함된 filler 입자의 크기는 작은 양상이었고(0.01-6㎛), 이로 인하여 filler가 소실되어도 무게나 표면 거칠기의 변화가 다른 선행 연구나 본 연구에 비하여 적게 관찰될 수 있다. 본 연구에 사용한 filled형 치면열구전색제는 filler로 silicon dioxide와 fluorosilicate가 40.5wt% 포함되어 있었으며, 그 크기는 주사 전자현미경학적 소견에서 1-10㎛였다. 이는 육 등(2006)의 연구에 사용된 전색제보다 filler 입자의 크기가 큰 양상이었고, 이로 인하여 APF에 의한 무게의 감소나 표면 거칠기의 증가가 용이하였을 것으로 사료된다. 그러므로, 대부분의 치면열구전색제는 glass를 기본으로 하는 filler를 포함하여 불소 제재에 포함된 불화 수소나 인산에 의해서 무게의 감소 및 표면 거칠기가 증가할 수 있으나, 그 정도는 filler 입자의

크기나 종류에 따라 달라질 수 있다고 사료된다. 이를 입증하기 위해서는, 다른 종류와 크기의 filler를 포함하는 수 종의 filled형 치면열구전색제를 불소 제재에 적용하여 이를 비교해보는 연구가 필요하리라 사료된다.

또한, 본 연구는 in vitro 연구로 한계점이 있다. Kula 등(1992)은 타액이 APF의 filler에 대한 작용을 완충할 수 있다고 하였으며, 이로 인해 filler의 소실이 감소될 수 있는 가능성에 대하여 언급하였다. 이에 대하여, 추가적인 in vivo 연구를 통하여 타액이 filler를 포함하는 심미 수복 재료의 표면에 미치는 산성 불소 제재의 영향에 임상적으로 유의하게 작용하는지를 알아보기 위한 추가적인 연구가 필요하리라 사료된다.

Ⅴ. 결 론

소아치과 영역에서 치아우식증의 예방을 목적으로 사용되는 acidulated phosphate fluoride (APF)와 치면열구전색제는 그 효과가 우수하여 임상에서 널리 병용하여 사용하고 있지만, APF가 치면열구전색제의 표면 구조에 변화를 일으킨다면 미생물이 서식할 조건을 마련하고 이차 우식이나 변색 등으로 전색제의 수명을 단축시키는 원인이 될 수 있다. 이에 저자는 APF gel이 filled형과 unfilled형 치면열구전색제의 표면 구조에 미치는 영향을 평가하기 위하여, filled형과 unfilled형 치면열구전색제에 불소를 적용하지 않은 대조군과 APF gel을 1분, 4분, 10분 간 적용한 실험군으로 분류하여 불소 적용 후의 무게와 표면 거칠기 값을 측정하였고, 주사전자현미경을 이용하여 표면 구조의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Filled형 치면열구전색제에 1.23% APF gel을 1분, 4분, 10분 간 적용한 실험군에서 대조군에 비하여 무게가 감소하였고 표면 거칠기는 높아졌으며 통계학적으로 유의성이 있었다($P<0.05$). 그러나, 실험군 간의 무게 및 표면거칠기는 차이가 없었다.
2. Unfilled형 치면열구전색제에 1.23% APF gel을 1분, 4분, 10분 간 적용한 실험군과 대조군 간에 무게 및 표면거칠기는 차이가 없었다.
3. 주사전자현미경으로 관찰하였을 때, APF을 적용한 실험군에서 filled형 치면열구전색제는 대조군에 비하여 거칠은 다공성의 표면을 보였다. 그러나, unfilled형 치면열구전색제는 실험군과 대조군 간에 표면 변화는 차이가 없었다.

이상의 결과로, 치아 우식증을 예방하기 위하여 산성 불소 제재와 filled 형 치면열구전색제를 병용할 경우 전색제의 표면 변화를 야기할 수 있고 변색 및 탈락, 이차 우식 등이 발생할 수 있으며, 이는 치아 우식증의 예방 효과를 저하시킬 수 있으므로 불소 제재와 치면열구전색제를 병용할 경우 임상적으로 주의해야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

김은영, 최병재 : 불소 제재가 심미 수복 재료의 표면 구조에 미치는 영향. 대한소아치과학회지, 24:436-448, 1997.

김지연, 이제호, 박기태, 김성오, 최병재, 손흥규 : 기계적 삭제방법을 이용한 치면열구전색제의 열구 침투도 및 미세누출. 대한소아치과학회지, 32:164-173, 2005.

육근영, 최남기, 양규호, 김선미 : 복합레진 표면에 대한 APF gel의 영향. 대한소아치과학회지, 33:43-52,2006.

현홍근, 김정욱, 이상훈 : 법랑질 표면처리방법에 따른 치면열구전색제의 미세누출에 관한 비교연구. 대한소아치과학회지, 28:512-521, 2001.

Boksman L, Gratton DR, McCutcheon EM, et al : Clinical evaluation of a glassionomer cement as a fissure sealant. Quintessence Int, 18:707-709, 1987.

Bowen RL : Composite and sealant resins - past, present and future. Pediatr Dent, 4:10-15, 1982.

Bowen RL, Cleek GW : A new series of x-ray opaque reinforcing fillers for composite materials. J Dent Res, 51:177-182, 1972.

Brudevold F, Savory A, Gardner DE, et al. : A study of acidulated fluoride solutions I. Arch Oral Biol, 8:167-177, 1963.

Brudevold F, Naujork R : Caries preventive fluoride treatment of the individual. Caries Res, 12:52-64, 1973.

Copps D, Lacy AM, Curtis T, Carma JE : Effect of topical fluorides on five low fusing dental porcelain. J Prosthet Dent, 52:340-343, 1984.

Cueto EI, Buonocore MG : Sealing of pits and fissures with an adhesive resin : its use in caries prevention. JADA, 75:121-128, 1967.

Ekstrand J, Koch G, Lindgren LE, Petersson LG : Parmacokinetics of fluoride gels in children and adults. Caries Res, 15:213-220, 1981.

Garcia Godoy F, Malone WF : The effect of acid etching on two glass ionomer lining cements. Quintessence Int, 17:621-623, 1983.

Gau D, Krause E : Etching effect of topical fluorides on dental porcelains: a preliminary study. J Can Dent Assoc, 39:410-415, 1973.

Hatibovic-Kofman S, Wright GZ, Braverman I : Microleakage of sealants after conventional, bur, and air0abrasion preparation of pits and fissures. Pediatr Dent, 20:173-178, 1998.

Horowitz HS, Heifetz SB : The current status of topical fluoride in preventive dentistry - Reports of council and bureaus. JADA, 81:166-167, 1970.

Horowitz HS : The potential of fluorides and sealants to deal with problems of dental decay. Pediatr Dent, 4:286-295, 1982.

Kidd EA : Microleakage : a review. J Dent, 4:199-206, 1976.

Knutson JW, Armstrong WD : The effect of topically applied sodium fluoride on dental caries experience. I. Reporting of grindings for the first study year. Public Health Rep, 58:1701, 1943.

Kula K, Nelson S, Thompson V : in vitro effects of APF gel on three composite resins. J Dent Res, 62:846-849, 1983.

Kula K, Nelson S, Kula T, et al. : In vitro effect of 1.2% APF gel on the surfaces of composite resins with defferent filler particle. J Prosthet Dent, 56:161-169, 1985.

Kula K, Nelson S, Kula T, Thomson V : In vitro effect of acidulated phosphate fluoride gel on the surface of composites with different filler particles. J Prosthet Dent, 56:161-169, 1986.

Kula K, Thompson V, Kula T, Nelson S, Selvaggi R, Liao R : In vitro effect of topical fluoride on sealant materials. J Esthet Dent, 4:121-127, 1992.

Kula K, Kula T : The effect of topical APF foam and other fluorides on veneer porcelain surfaces. Pediatr Dent, 17:356-361, 1995.

Lecompte EJ, Whitfold GM : Pharmacokinetics of fluoride from APF gel and fluoride tablets in children. J Dent Res, 61:469-472, 1982.

Marinho VC : Evidence based effectiveness of topical fluorides. Adv Dent Res, 20:3-7, 2008.

McLean JW et al. : The use of glass-ionomer cements in bonding composite resins to dentine. Br Dent J, 158:410-414, 1985.

Ripa LW : Sealants revisited : an update of the effectiveness of pit and fissure sealants. Caries Res, 27(suppl 1):77-82, 1993.

Rock WP, Weatherill S, Anderson RJ : Retention of three fissure sealant resins. The effects of etching agent and curing method. Results over 3 years. Br Dent J, 168:323-235, 1990.

Rolla G, Saxegaard E : Critical evaluation of the composition and use of topical fluoride with emphasis on the role of calcium fluoride in caries inhibition. J Dent Res, 69:780-785, 1990.

Schissel E, Melnick D, Ripa L : In vitro effect of topical fluorides on porcelain surfaces. J Dent Res, 59:495, 1980.

Silverstone LM : The use of pit and fissure sealants in dentistry, present status and future developments. Pediatr Dent, 4:16-21, 1982.

Simonsen RJ : Pit and fissure sealant : review of the literature. Pediatr Dent, 24:393-414, 2002.

Sposetti V, Shen C, Levin A : The effect of topical fluoride application on porcelain restorations. J Prosthet Dent, 55:677-682, 1986.

Waggoner WF, Siegal M : Pit and fissure sealant application : Updating the technique. J Am Dent Assoc, 127:351-161, 1996.

Wunderlich RC, Yaman P : In vitro effect of topical fluoride on dental porcelain. J Prosthet Dent, 55:385-388, 1988.

Yaffe A, Zalkind M : The effect of topical application of fluoride on composite resin restorations. J Prosthet Dent, 45:59-62, 1981.

Abstract

Changes in the microsurface of sealant caused by Acidulated phosphate fluoride

Yoon Beum Han

Department of Pediatric Dentistry
The Graduate School, Yonsei University
(Directed by Professor Byung Jai Choi, D.D.S., Ph.D.)

Sealants and topical fluorides are known for their preventive effects of dental caries, and they are frequently used together to enhance the effects of caries prevention. Recently, filler particles have been included to improve the physical properties of sealants. However, application of acidic fluorides, such as acidulated phosphate fluoride(APF), to filled sealant may cause changes on the microsurface of sealant, resulting in conditions favorable for bacterial inhalation. These surface changes may lead to discoloration, secondary dental caries, or even dropout of sealant, decreasing its longevity and reducing its preventive effectiveness.

The purpose of this study was to evaluate the changes on the microsurface of sealant caused by the application of acidulated phosphate fluoride. Filled sealant and unfilled sealant were used, and each was divided into control group and three experimental groups. Three experimental groups of filled sealant and unfilled sealant specimens were immersed in APF gel for 1, 4, and 10 minutes, respectively, while the

control groups were not immersed. Then, weight loss of each specimen and changes on the surface roughness were measured, and each specimen was examined under the scanning electron microscope. The results of this study were as follows:

1. In filled sealant groups, there was significant weight loss and increased surface roughness in experimental groups, which were immersed in APF gel for 1, 4, and 10 minutes, compared to the control group($P<0.05$). However, there was no statistical difference among the experimental groups.
2. In unfilled sealant groups, there was no significant difference in weight loss and surface roughness between the control group and experimental groups after the application of APF.
3. Under the scanning electron microscope, more rough and porous surface was observed in the experimental groups of the filled sealant compared to its control group. In contrast, the surface of the control and experimental groups of unfilled sealant presented similar roughness and porosity.

Based on these results, we could conclude that combined use of filled sealant and acidic topical fluorides may cause changes on the microsurface of sealant, which can lead to discoloration or dropout of sealant and secondary dental caries, decreasing their preventive effects

of dental caries. Therefore, special cares need to be given in clinics, when sealant and acidic fluoride are to be used together for preventive purpose.

Keywords : Sealants, Topical fluoride application, Surface changes