

불소를 함유한 PVA 고분자 접착 테잎의 불소 유리 효과

임성욱 · 이상호 · 이난영 · 박승호

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

이 연구의 목적은 인체 안정성이 입증된 고분자제인 폴리비닐알코올(PVA, Poly vinyl alcohol)로 얇은 박막을 제조하고 NaF을 첨가하여 불소를 함유한 고분자 접착 테잎(NaF-PVA)을 개발하여 피실험자의 구강 내에 도포 후 잔류하는 불소의 농도를 측정하고자 하는 것이다. 불소바니쉬(Cavityshiled™, 0.25 ml, Group 1)와 불소를 함유한 고분자 접착 테잎(NaF-PVA, Trial product, 1 cm² × 12개, Group 2)을 각각 10명씩 치과대학 남학생의 치아(상악 12개, 순면)에 도포 후, 30분, 1시간, 2시간, 3시간, 4시간, 24시간, 48시간, 72시간 후 비자극성 전타액내 불소농도를 불소이온전극을 이용하여 측정하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 도포 후 30분과 1시간에서는 1군이 2군보다 높은 타액 내 불소농도를 보였으나 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).
2. 도포 후 2시간, 3시간, 4시간에서 2군이 1군보다 유의하게 큰 값을 보였다($p<0.05$).
3. 도포 후 24시간 이후부터는 군간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).

주요어: 불소 테잎, 불소바니쉬, 불소 이온 농도, 폴리비닐알코올, 비자극성 전타액

I. 서 론

치아우식증은 인류의 건강을 위협하는 만성질환 중 하나이며 이러한 치아 우식을 예방하기 위해 불소가 중요한 역할을 한다는 것은 널리 알려진 사실이다¹⁻³. 불소의 우식 예방기전은 명확하게 밝혀지지 않았으나 일반적으로 치아표면에 침착된 불소가 법랑질의 산에 대한 용해도를 낮추어 치면세균막에서 형성된 산에 의한 탈회를 억제하고 법랑질 초기 우식병소의 재광화를 촉진시키며 미생물의 성장을 억제하는 것으로 알려지고 있다^{2,3}.

불소의 국소도포는 고농도의 불소 화합물을 사용하여 환자의 치면에 1회 혹은 반복 도포함으로써 법랑질의 내산성을 증가시키는 치아우식 예방 술식으로 1940년대 초반부터 최근에 이르기까지 다양한 도포방법과 불소제제들을 통해 널리 사용되어 왔다⁴⁻⁶. 이중 acidulated phosphate fluoride(APF) gel과 불소바니쉬가 현재 전문가 불소도포용으로 가장 많이 쓰이는 불소제제이다. APF gel은 불화나트륨(NaF)용액을 인산으로 산

성화한 제제로⁷ 중성 불화나트륨보다 법랑질 내로의 불소흡수 효과가 우수한 것으로 인정받는다^{8,9}. 그러나 이러한 APF gel은 수용성으로 치질과 접촉시간이 짧다는 단점이 있으며 4분간의 도포시간 동안 섭취되는 불소로 인한 일시적인 오심과 구토 등의 불편감 뿐 아니라 전신적 독성의 가능성이 있다. 이외에도 산성인 APF gel이 글래스아이오노머나 복합레진과 같은 심미수복재의 표면 거칠기를 증가시킨다는 보고들도 있다^{10,11}. 따라서 이에 대한 대안으로 colophonium과 beeswax를 첨가하여 치질에 접촉되는 시간을 늘린 비수용성의 불소바니쉬¹² 사용이 제시되었다. 그러나 이러한 불소바니쉬는 제품에 따라 치은에 자극이 있거나 치아에 일시적인 착색을 일으키며 불쾌한 맛, 끈끈한 질감을 지녀 현재 사용되고 있는 불소제제 중 이상적으로 완벽한 제품은 없다고 할 수 있다. 따라서 불편감이 적고 불소를 더 효과적으로 도포할 수 있는 새로운 매개체 개발의 필요성이 대두되고 있다.

따라서 구강내에서 지속적으로 불소를 유리할 수 있는 새로

교신저자 : 이 상 호

광주광역시 동구 서석동 375 / 조선대학교 치과대학 소아치과학교실 / 062-220-3860 / shclee@chosun.ac.kr

원고접수일: 2011년 05월 10일 / 원고최종수정일: 2011년 10월 25일 / 원고채택일: 2011년 11월 10일

*이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업지원을 받아 수행된 것임(No. 2010-0021122)

운 불소전달시스템에 대한 여러 연구들이 진행되어 왔는데 Grabre 등¹³⁾은 점막용 접착성 연구에 불소를 첨가하고자 하였으며 다양한 크기의 미세소포에 불소를 첨가하여 서서히 유리 되도록 하는 연구¹⁴⁾도 진행되었다. 이외에도 한동안 수복재료에 불소를 첨가하는 분야¹⁵⁻¹⁷⁾에 관심이 집중되었는데 긴 시간 안정적으로 불소를 유리하는 측면에서 좋은 평가를 받지 못하였다. Toumba 등¹⁸⁾은 서서히 불소를 유리하는 glass를 개발하여 환자의 상악 구치 협면에 부착하는 장치를 고안하였으며 Marini 등¹⁹⁾은 hydroxyethyl methacrylate(HEMA) / methyl-methacrylate(MMA) 공중합체를 이용하여 최장 180일 동안 불소를 유리할 수 있는 장치를 고안하였다. 그러나 이러한 부착형 완속 유리 불소 전달시스템의 문제점은 용기의 파괴로 말미암아 이물감이 크고 치아로부터 자주 탈락이 된다는 점이다. 또한 불소 유리 농도를 조절하기 용이하지 않아 장기간에 걸쳐 과도한 양이 공급될 수 있는 위험성을 내포하고 있다. 따라서 현재까지는 상품화되고 있지 못한 실정이다.

최근 의학 분야에서 인체에 무해하고 자극성이 없으며 생체 친화력이 좋은 고분자에 대한 연구가 활발히 진행 중인데, 고분자 중 친수성과 생분해성이 우수한 메틸셀룰로스(methylcellulose)와 폴리비닐알코올(PVA, poly vinyl alcohol)이 약물의 제어방출에 첨가되는 대표적인 기저재로 알려져 있다. 이에 본 연구에서는 새로운 불소전달계의 일환으로 인체 안정성이 입증된 고분자제제인 PVA로 얇은 박막을 제조하고 NaF을 첨가하여 불소를 함유한 고분자 접착 테잎(NaF-PVA)을 개발하였다. 많은 연구에서 범람질 주위를 둘러싸는 액체상의 불소가 항우식 효과를 보인다는 것을 증명해왔다^{20,21)}. 비자극성 전타액내 불소농도는 주어진 시간동안 치면과 상호작용이 가능한 aqueous phase의 불소를 나타낸다고 알려져 있다. 따라서 타액내 불소농도를 조사함으로써 간접적으로 우식예방효과에 대한 정보를 얻을 수 있다²²⁾. 따라서 본 연구에서는 최근 개발된 불소를 함유한 고분자 접착 테잎의 불소 유리 능력을 평가해서 치아우식증 예방효과를 간접적으로 알아보려 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 대상의 선정

연구 대상은 건강한 자연 치열을 지니고 구강 위생 상태가 양호한 치과대학 남학생 20명(만 22~29세)으로 선정하였다. 선정 방법은 현재 타액 분비에 영향을 미칠 수 있는 전신 질환, 예를 들어 두경부에 방사선 치료를 받고 있거나 류마티스성 관절염, 쇼그렌 증후군, 유육종증 등과 같은 자가 면역성 질환, 당뇨병(type I), 신경성 식욕부진, 영양 장애와 빈번하게 단식을 반복하는 경우 등이 없는 사람으로 선정하였다. 또한 지난 6개월 동안 타액 분비에 영향을 준다고 알려진 약물, 예를 들어 항우울제, 이뇨제, 항히스타민제와 마취제 등이나 기타의 구강건조증상을 치료하기 위해 약물을 복용한 사람은 연구 대상에서 제외하였다. 그리고 이들 연구 대상들에 대하여 비자극성 타액 분비

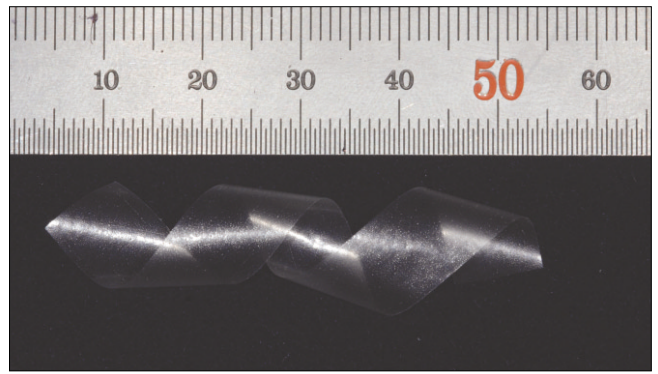


Fig. 1. NaF-PVA tape(Trial product), which is colorless and transparent.

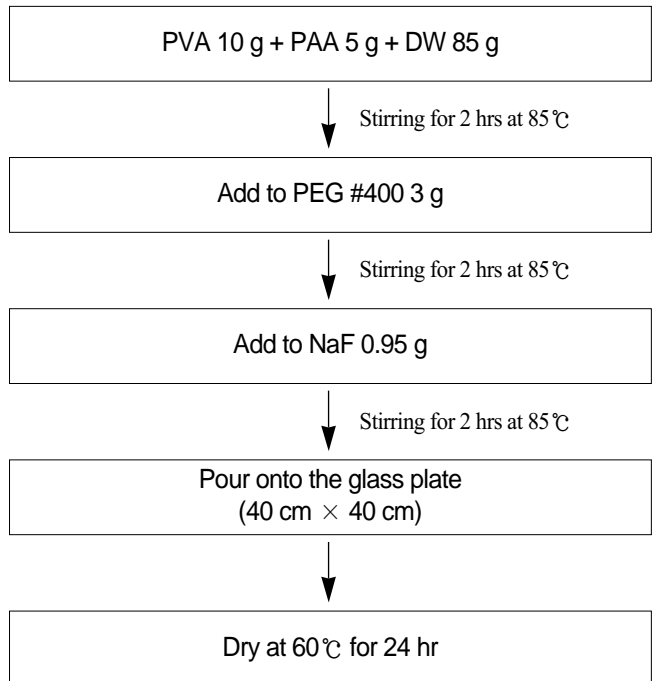


Fig. 2. The manufacturing process of NaF-PVA tape.

율을 사전에 조사하여 분당 0.1 ml 이하인 경우는 연구대상에서 제외하였다.

2. 연구 재료

이 연구에 사용한 불소를 함유한 고분자 접착 테잎(NaF-PVA)은 본 저자가 포함된 연구팀이 개발한 시제품이다(Fig. 1). 불소를 함유한 고분자 접착 테잎을 제조하기 위해서 기저재인 PVA(Oriental Chemical Industries Group, Korea) 10 g 과 PAA(polyacrylic acid) 5 g을 85 g의 증류수에 용해시킨 후 85°C에서 2시간 교반하였으며 가소제로 PEG(polyethylene glycol)을 첨가하고 85°C에서 2시간 더 교반하였다. 마지

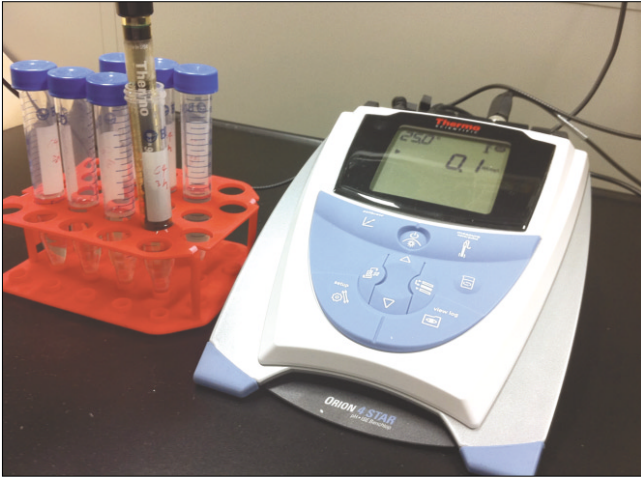


Fig. 3. Fluoride sensitive electrode(Orion 9609, Thermo Scientific, USA) and pH/ISE meter(Orion 4-star, Thermo Scientific, USA) used in this study.

막으로 0.95 g의 NaF를 첨가하고 동일한 교반과정을 거쳤다. 가교화 과정을 마친 PVA 용액을 표면이 고른 유리판(40 cm×40 cm)에 부은 후 applicator를 이용해 두께를 균일하게 만들고, 60℃에서 24시간 동안 건조하였다(Fig. 2). 대조군으로는 시판중인 불소바니쉬 Cavityshiled™(5% NaF, Omnii pharmaceuticals, USA)를 선정하였다. 불소농도 측정을 위하여 불소이온전극(Orion 9609, Thermo Scientific, USA)을 연결한 pH/ISE meter(Orion 4-star, Thermo Scientific, USA)를 사용하였다(Fig. 3).

3. 연구 방법

연구는 본 대학교의 임상 연구 윤리 위원회(Institutional Review Board, IRB)의 지침에 따라 수립하였으며, 심의 절차 과정을 통과하였다(IRB번호 : CDMDIRB-0903-328).

1) 연구 전 준비

연구 대상자들에게 연구 일주일 전부터 불소가 함유되지 않은 동일한 치약(Wiconi, Shinwha, Korea)과 동일한 잇솔(Oral-B vision, P&G, China)을 사용하여 하루 4회 동일한 방법으로 잇솔질하도록 지시하였다. 또한 전 연구 기간 동안 불소함량이 높은 식품, 예를 들어 해산물, 어패류, 녹차, 광천수 또는 광천수로 제조된 음료수 등의 섭취를 하지 않도록 사전에 교육을 실시하였다. 또한 사전 교육을 통하여 연구 대상자들로 하여금 일일 잇솔질 횟수는 3회, 잇솔질 시간은 3분, 잇솔질 방법은 회전법으로 하도록 하였다. 피실험자들은 각 연구 재료에 따라 무작위로 10명씩 2그룹으로 나누었다.

2) 비자극성 타액 수집 방법 교육

모든 연구 대상자들에게 비자극성 타액 수집 방법을 교육시켰다. 타액 채취시 조용히 앉아 고개를 약간 숙이고 미리 준비된 15 ml centrifuge tube(SPL, Korea)에 2분간 타액을 뱀도록 하였다. 타액을 모으는 동안 말을 하거나 혀로 구강조직을 자극하지 않도록 하였다. 실험에 들어가기 2일 전부터는 동일한 시간인 정오에 타액을 수집하여 비자극성 타액 분비율(ml/min)을 측정하였다. 그리고 실험전 비자극성 타액내 불소농도(ppm)를 측정하였다. 타액을 수집하기 전에는 항상 동일한 잇솔과 치약으로 양치하고 동일한 양의 수돗물로 헹구도록 하였다.

3) 불소 제재 도포

(1) 제1군 : Cavityshiled™ 군

실험 직전에 동일한 치약과 잇솔로 잇솔질 한 후, 상악 좌측 제1대구치부터 우측 제1대구치까지, 12개 치아의 순면에 0.25 ml의 불소바니쉬(Cavityshiled™, Omnii pharmaceuticals, USA)을 도포하였다. 제조사의 지시에 따라 도포 후, 1분간 압축공기를 이용하여 건조하였다. 도포 후, 1시간 동안 양치와 음식물 섭취를 금지하였다. 불소 도포 30분, 1시간, 2시간, 3시간, 4시간, 24시간, 48시간, 72시간 경과 후 비자극성 타액을 각각 채취하였다. 실험 당일은 잇솔질을 금지하였고, 다음날 아침부터 불소가 함유되지 않은 치약으로 잇솔질하도록 하였다.

(2) 제2군 : NaF-PVA 군

실험 직전에 1군과 동일한 방법으로 잇솔질하고 1 cm × 1 cm 크기의 NaF-PVA tape, 12매를 1군과 동일한 상악 12개의 치아 순면에 각각 도포하였다. 도포 이후 주의사항과 타액 수집 시간은 1군과 동일하였다.

4) 불소 농도 측정

모아진 타액 표본은 상온에서 보관하였으며, 15분간 3,500 rpm으로 원심분리(GPR centrifuge, Beckman®, USA)하여 상층액 0.5 ml를 취하여 미리 준비한 15 ml tube에 담고, 탈이온수(4.5 ml)와 혼합하여 10배 희석시켰다. 또한 이온세기를 일정하게 유지하고, pH를 안정화시키기 위해 TISAB II(Total Ionic Strength Adjuster Buffer II)을 타액 표본과 같은 양(5 ml) 혼합하여, 최종 타액 표본을 만들었다. 그리고 불소이온전극의 보정을 위해 10 ppm, 1 ppm, 0.1 ppm의 불소표준용액(50 ml)을 준비했다. 타액 표본과 마찬가지로 불소표준용액과 TISAB II을 1:1의 부피비로 혼합하였다. 보정할 때 사용하는 TISAB II은 표준농도에 아무 영향을 주지 않는다고 가정했다.

불소이온전극(Orion 9609, Thermo Scientific, USA)을 불소이온 측정기(Orion 4-star, Thermo Scientific, USA)에 연결하고 낮은 농도의 표준용액부터 순서대로 보정하여 기준 값을 불소이온 측정기에 입력했다. 보정이 끝나면 불소농도가 낮을 것이라 예상되는 타액 표본부터 순서대로 불소농도를 측정

했다(Fig. 3). 이렇게 함으로써 고농도의 시료를 측정할 후 저농도의 시료를 측정할 때 나타날 수 있는 이원효과(carry-over effect)를 배제하도록 하였다.

전극의 전위가 온도에 의해 변화되는 것을 방지하기 위하여 수집한 모든 타액 표본과 표준 용액을 25℃의 동일한 온도에서 측정했다. 모든 표준용액 및 타액 표본은 자석교반기를 이용하여 열을 가하지 않은 상태에서 균일하게 혼합되도록 하면서 이온 농도를 측정하였다. 불소 이온 전극은 매 2시간마다 다시 보정하였다.

5) 통계 분석

불소농도 측정은 3회씩 반복 측정하여 평균값을 택하였고 통계 분석 프로그램인 SPSS/PC + 16.0을 이용하여 처리하였다. baseline value와 불소도포 후 비자극성 전타액내 불소농도 사이의 유의차 검사로 대응표본검정 (paired sample t-test)을 시행하였다. 불소도포 후 각 시간에 따른 군 간 타액내 불소농도의 유의성 차이를 비교하기 위해 ANOVA(일원분산분석)을 시행하였다. 또한 불소 제제 도포 후 시간에 따른 타액 분비율의 변화도 불소농도와 동일한 방법으로 통계 분석을 시행하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 전 비자극성 타액 분비율과 타액 내 불소농도

본 연구에 들어가기 전 2일 동안 측정된 비자극성 타액 분비율과 타액 내 불소농도의 평균과 표준편차를 Table 1에 나타내었다. 비자극성 타액 분비율과 타액 내 불소농도 모두 두 군 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

Table 1. Salivary flow rate(ml/min) and fluoride concentration(ppm) of unstimulated human mixed saliva at pre-experimental stage(baseline)

	Salivary flow rate (ml/min)	Fluoride concentration (ppm)
Group 1(NaF-PVA)	0.351 ± 0.134	0.106 ± 0.035
Group 2(Cavityshiled™)	0.347 ± 0.134	0.100 ± 0.043
<i>p</i>	0.947	0.737

*Significantly different between groups($p<0.05$)

2. 두 종류의 불소제제 적용 후 시간에 따른 타액 내 잔류 불소농도 변화(Table 2, Fig 4)

두 종류의 불소제제 도포 후, 각 시간대별로 측정된 비자극성 전타액 내 불소농도(Table 2)를 불소제제 도포 전 비자극성 전타액내 불소농도(baseline value: 0.103 ppm)와 불소제제 도포 후 시간의 경과에 따른 비자극성 전타액내 불소농도를 비교하기 위해 대응표본검정을 시행하였다. 그 결과, 모든 군의 모든 시간대(30분~72시간)에서 baseline value보다 유의하게 높은 농도($p<0.05$)를 보였다.

시간에 흐름에 따른 불소농도의 변화를 각 군별로 비교해 보면, 30분부터 24시간까지 점차 감소하는 양상을 보인다. 1군은 42.10 ppm에서 0.38 ppm으로, 2군은 38.50 ppm에서 0.38 ppm으로 점차 감소했다. 그러나 두 군 모두 24시간 이후부터는 0.27~0.38 ppm 으로 비슷한 측정값을 보였다.

또한 Table 2와 Fig. 4에서 각 시간대별 두 군 사이의 불소농도 차이를 비교해 볼 수 있다. 불소제제 도포 30분 후와 1시간 후 측정된 값을 보면, 1군(42.10 / 9.60 ppm)이 2군

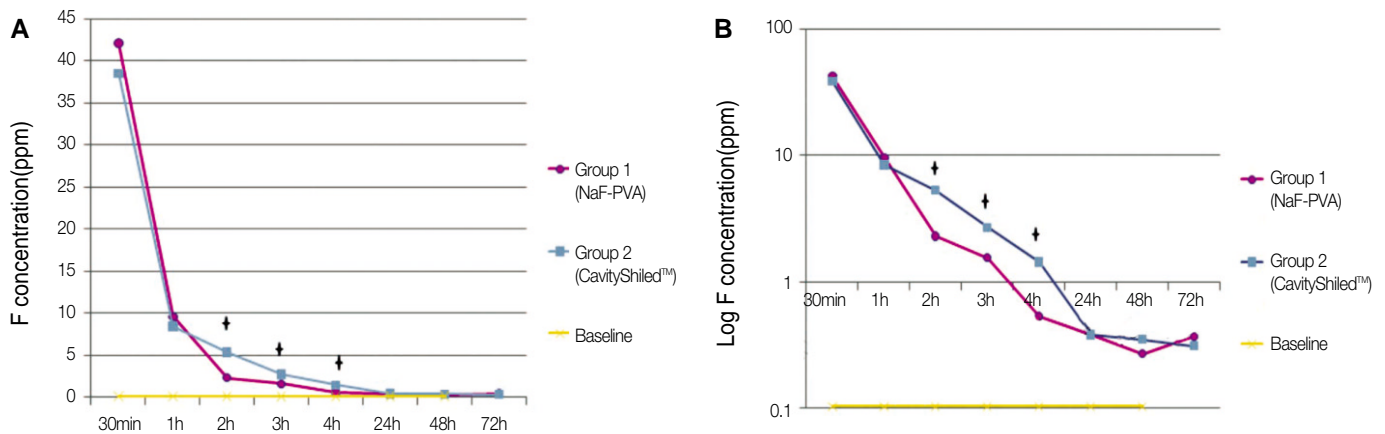


Fig. 4. Change of fluoride concentration(ppm) in unstimulated human mixed saliva according to measuring time and application methods. (A) The graph of time versus the measuring value of the concentration of fluoride. (B) The graph of time versus the logarithm of the concentration of fluoride. † : Significantly different between groups($p<0.05$)

Table 2. Fluoride concentration(ppm) of unstimulated human mixed saliva according to measuring time and application methods

Time	Group 1 (NaF-PVA)	Group 2 (Cavityshiled™)
Baseline	0.106 ± 0.035	0.100 ± 0.043
30 min	42.10 ± 20.10*	38.50 ± 25.68*
1 h	9.60 ± 7.47*	8.40 ± 6.45*
2 h	2.29 ± 1.76*	5.30 ± 2.05*
3 h	1.55 ± 0.55*	2.69 ± 0.95*
4 h	0.53 ± 0.25*	1.43 ± 0.78*
24 h	0.38 ± 0.06*	0.38 ± 0.06*
48 h	0.27 ± 0.09*	0.35 ± 0.18*
72 h	0.37 ± 0.09*	0.31 ± 0.06*

* : Significantly different from baseline($p < 0.05$)

† : Significantly different between groups($p < 0.05$)

Table 3. Salivary flow rate(ml/min) of unstimulated human mixed saliva after application of different topical fluorides

Time	Group 1 (NaF-PVA)	Group 2 (Cavityshiled™)	p-value
Baseline	0.351 ± 0.134	0.347 ± 0.134	
30 min	0.62 ± 0.39*	0.77 ± 0.37*	0.409
1 h	0.51 ± 0.32*	0.56 ± 0.23	0.646
2 h	0.61 ± 0.46	0.41 ± 0.25	0.244
3 h	0.56 ± 0.46	0.49 ± 0.29	0.658
4 h	0.51 ± 0.40	0.49 ± 0.30	0.871
24 h	0.44 ± 0.44	0.38 ± 0.24	0.710
48 h	0.56 ± 0.31	0.41 ± 0.24	0.243
72 h	0.64 ± 0.59	0.41 ± 0.14	0.257

* : Significantly different from baseline($p < 0.05$)

† : Significantly different between groups($p < 0.05$)

(38.50 / 8.40 ppm)보다 높은 불소농도를 보였다. 그러나 30분 후와 1시간 후 모두 통계검사 결과 두 군 간 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$). 도포 2시간 후에는 2군(5.30 ppm)이 1군(2.29 ppm)보다 유의하게 높은 불소농도를 보였고($p < 0.05$), 3시간 후와 4시간 후에서도 2군이 1군보다 유의하게 높은 불소농도를 보였다($p < 0.05$). 24시간부터 72시간까지는 0.27~0.38 ppm으로 두 군이 모두 비슷한 농도로 측정되었으며 유의한 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$).

3. 두 종류의 불소제제 적용 후 시간에 따른 타액 분비율의 변화

두 종류의 불소제제 도포 후, 각 시간대별로 타액 분비율을 측정해서(평균 ± 표준편차)를 Table 3에 정리했다. 불소제제 도포 전(baseline value: 0.349 ml/min)보다 불소제제 도포 후 타액분비율이 약간 더 증가했다. 제1군에서는 도포 30분 후와 1시간 후에서 baseline value보다 유의하게 높은 농도($p < 0.05$)를 보였고, 제2군에서는 도포 30분 후에서 baseline value보다 유의하게 높은 농도($p < 0.05$)를 보였다.

시간에 흐름에 따른 타액 분비율의 변화를 각 군별로 비교해 보았는데, 두 군 간 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

IV. 총괄 및 고찰

치아우식증 예방을 위한 불소의 국소적 공급 방법은 자가 불소도포법과 전문가 불소도포법으로 나뉜다. 이중 전문가 불소도포는 치과진료실에서 비교적 고농도의 불소제제를 치면에 도포하는 방법으로 Mellberg와 Ripa⁴⁾, Brudevold와 Naujork⁵⁾, Kirkegaard 등⁶⁾을 포함한 많은 학자들에 의해 그 임상적 효과가 입증된 바 있다. 이러한 불소 국소도포 술식을 위하여 최근까지 다양한 불소제제들이 개발되어 상품화되었다.

한편 불소 국소도포시의 장점뿐만 아니라 그로인한 전신적

부작용에 관해서도 연구가 진행되어왔다. 불소의 전신적 부작용은 소량을 장기간 섭취함에 의해 유발되는 만성 부작용과 과량을 일시에 섭취함에 의해 유발되는 급성 부작용으로 나눌 수 있는데, 불소 국소도포를 위해 임상에서 사용되는 불소 화합물은 모두 고농도의 불소를 함유하고 있으므로 부주의한 연하시에는 이러한 급성 부작용의 가능성이 있다²³⁾. 실제로 Beal과 Rock²⁴⁾, Spoerke 등²⁵⁾, Duxbury 등²⁶⁾은 APF gel 도포 과정에서 오심, 구토, 복통 등의 불소 급성 중독 증상이 나타났음을 보고하였으며, Ekstrand 등²⁷⁾을 위시한 여러 학자들은 불소 국소도포 후 혈장과 소변 내 급격한 불소 농도의 증가가 나타남을 보고한 바 있다^{28,29)}. 또한 다양한 임상 연구와 동물 연구 결과 위 점막의 손상, 일시적인 뇨 농축 기능장애, 혈장과 조직 내 cAMP level의 변화, 반상치 등의 여러 가지 부작용들이 보고되어²⁹⁾ 불소 국소도포 술식의 안전성에 대한 재검토가 필요함을 시사해 주었다. 그러므로 불소 국소도포 과정에서 구강내 잔류되어 섭취되는 불소량을 조사하기 위한 연구들과 이를 최소화하기 위한 노력들이 함께 이루어져 왔는데, Ekstrand 등²⁷⁾이 적용된 불소량의 76%가 전신적으로 흡수되었다고 발표한 이래로 다양한 도포방법을 통해 대략 7-46%가 흡수되었다고 발표되었다³⁰⁾.

불소의 전신적 섭취를 줄이기 위한 방법으로 도포 시간의 감소³¹⁾와 불소제제의 물리적 형태를 변화시키기 위한 여러 가지 방법³²⁻³⁴⁾이 시도되어 왔다. 본 연구실에서는 불소제제의 물리적 형태를 변화시키는 방법의 일환으로 불소를 함유한 고분자 접착 테이프(NaF-PVA tape)을 개발해왔다. NaF-PVA tape은 무색투명하여 심미적이고, 불쾌한 맛이 없으며 표면이 매끈하여 끈적거리는 느낌이 없다. 구강 내에서 타액에 용해되어 미생물에 의해 생분해되고 생체적합성이 우수하고, 구강 내 도포시 치면을 건조시킬 필요가 없어 시술과정이 간편하다. 또한 현재 시판중인 불소바니쉬(Cavityshiled™ ; 유치열기용 0.25 ml (F=22,600 ppm), 혼합/영구치열기용 0.4 ml(F=36,160 ppm))와 비교시 더 적은 양의 불소를 포함한다. 하나의 치아에

적용하는 NaF-PVA tape 1 cm²에는 1,080 ppm의 불소가 함유되어 있다. 이번 연구에서 1군에는 Cavityshiled™ 유치열기 용 0.25 ml를 도포하고, 2군에는 1 cm²의 NaF-PVA tape, 12매를 도포했다. Cavityshiled™는 22,600 ppm의 불소를 포함하고, NaF-PVA tape는 12,960 ppm의 불소를 포함한다. NaF-PVA tape는 Cavityshiled™보다 약 절반 정도의 불소를 포함하지만, 불소제제 도포 후 비자극성 타액내 불소 농도를 측정하였을 때, 2, 3, 4시간 후를 제외한 나머지 시간대(30분, 1, 24, 48, 72시간 후)에서 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2, Fig. 4). 이는 2009년에 박 등³⁵⁾의 연구에서 개발한 SCMC-T-5(methylcellulose 기저제에 NaF를 분사하여 제작)와 비교시 더 우수한 결과를 보여주는 것이다. 박 등³⁵⁾은 SCMC-T-5와 Cavityshiled™를 비교한 연구 결과를 발표하였는데, 불소제제 도포 1시간 후 비자극성 타액내 불소이온 농도가 각각 SCMC-T-5(1.09 ppm), Cavityshiled™(16.49 ppm)으로 SCMC-T-5가 훨씬 낮은 수치를 나타냈다. 3시간 후 측정된 비자극성 타액내 불소 농도에서도 SCMC-T-5(0.72 ppm), Cavityshiled™(10.14 ppm)로 훨씬 낮은 수치를 나타냈다. 그러나 이번에 개발한 NaF-PVA tape는 Cavityshiled™와 유의한 정도의 비자극성 타액내 불소 농도가 측정되어, SCMC-T-5보다 더 우수한 우식예방 효과를 나타낸다고 할 수 있다.

불소제제 도포 후 30분과 1시간 후에서 NaF-PVA tape과 Cavityshiled™의 불소 유리 효과 사이에 유의한 차이가 없었으나, 2, 3, 4시간 후에는 Cavityshiled™의 불소 유리 효과가 NaF-PVA tape보다 유의하게 높게 나타난 이유는 NaF-PVA tape과 치아 사이의 접착력이 지속되는 시간이 Cavityshiled™ 보다 짧기 때문으로 생각된다.

불소의 항우식효과를 측정하기 위한 여러 방법 중 타액내 불소농도를 측정하는 방법은 주어진 시간동안 치면과 상호작용이 가능한 수용성 불소농도를 측정하는 방법이다. 타액은 물이 99% 이상을 차지하며 무기질의 총량은 2.5 g/l 가량 된다. 타액내 무기성분으로 가장 많이 존재하는 이온은 나트륨과 칼륨이며 불소는 0.1 ppm 정도로 혈장과 비슷한 농도라고 알려져 있다³⁶⁾. 타액내 불소농도를 조사한 문헌을 살펴보면 Opydo-Szymaczek 등³⁷⁾은 타액내 불소농도를 약 0.07~0.08 ppm 라고 했으며, Duckworth 등³⁸⁾은 7명의 성인을 대상으로 한 연구에서 혼합 타액내 평균불소농도를 약 $0.4 \pm 0.005 \mu\text{mol/l}$ (약 0.08 ppm)라고 보고했다. Oliveby 등³⁹⁾은 고농도의 불소가 함유된 식수(1.2 ppm)를 음용하는 그룹에서는 타액내 불소 농도가 $0.87 \pm 0.047 \mu\text{mol/l}$ (약 0.09 ppm), 저농도의 불소가 함유된 식수(0.1 ppm)를 음용하는 그룹에서는 $0.32 \pm 0.013 \mu\text{mol/l}$ (약 0.06 ppm)라고 보고했다. 국내에서는 권 등⁴⁰⁾이 타액내 평균 불소농도를 $0.36 \mu\text{mol/l}$ (약 0.07 ppm)라고 보고했고, 박 등³⁵⁾이 $0.149 \pm 0.040 \text{ ppm}$ 라고 보고한 바 있다. 본 연구에서 연구 시작 2일 전부터 측정된 비자극성 전타액내 불소농도(baseline value)는 $0.103 \pm 0.040 \text{ ppm}$ 으로 이전 연구와 비슷한 정도로 측정되었다.

타액 내에서 불소는 이온 형태와 결합 형태로 존재한다. 그러나 많은 연구자들은 타액 내 대부분의 불소가 이온 형태이며 결합 형태로 존재하는 불소도 산이나 chelating agent에 의해 쉽게 이온화된다고 하였다^{32,41)}. 불소 이온 농도를 측정하는 방법은 isotachopheresis⁴²⁾, ion chromatography⁴³⁾, gas chromatography⁴⁴⁾ 등 다양한 방법이 있는데 Frant와 Ross⁴⁵⁾에 의해 개발된 불소이온전극을 이용하는 방법이 그 간편성과 정확성에 의해 널리 사용되고 있다^{46,47)}. 불소이온전극은 불소이온 농도자체에 반응하는 것이 아니라 활동도에 반응하므로 완충이 필요하고⁴⁵⁾ 측정한계가 10^{-6} M (0.02 ppm)정도이기 때문에 이보다 높은 농도로 농축시키는 것이 정확성을 높인다. 또한 선택적 확산법을 이용하면 타액 내 미생물과 유기물에 의한 방어를 제거할 수 있다⁴⁸⁾. 본 연구에서는 불소제제 도포 전, 후의 비자극성 전타액내 불소농도 측정에 불소이온전극과 불소이온 측정기를 사용하였다. 불소제제 도포 후 수집한 타액을 10배 희석한 타액 표본과 불소제제 도포 전 비자극성 전타액(타액 양이 충분하여 희석하지 않음)에서 측정된 불소농도 모두 측정한계치인 0.02 ppm 이상이었다.

이번 연구에 사용한 타액은 비자극성 전타액이다. 타액 내 불소농도를 측정하는 대부분의 연구에서 비자극성 타액을 사용한다. Yao와 Gron⁴⁹⁾은 자극성 타액을 연구에 사용하는 것은 부적절하다고 하였는데, 자극성 타액을 사용하면 타액의 흐름에 계속 자극을 주게 되고 결과적으로 불소의 제거율이 증가되며, 이것은 인공적으로 낮은 불소농도를 만들어내기 때문이라고 설명했다. 그러나 Shannon⁵⁰⁾은 타액 내 불소농도 간에 어떠한 연관관계도 존재하지 않는다고 하였으며 자극성 타액을 사용하였다. 이번 연구에서는 대부분의 연구에서와 마찬가지로 비자극성 전타액을 사용하였다.

Duckworth 등³⁸⁾은 수집한 타액을 연구에 사용하기 전에 1시간 놔둔 후 측정된 값과 6500 g으로 30분간 원심분리 한 것을 서로 비교하였는데 큰 차이가 없다고 했다. 그는 그 원인을 추출 가능한 불소가 대부분 타액내 불순물과 결합되어 있지 않기 때문이라고 설명했다. 그러나 이는 불소가 타액 내에서 특정물질과 결합되어있다고 주장한 Yao와 Gron⁴⁹⁾의 연구 결과와 일치하지 않는다. 하지만 이들은 gum이나 paraffin wax를 씹은 후 자극성 타액을 수집하여 연구하였기 때문에 이 과정에서 치태 등의 불순물이 포함되었을 것으로 사료된다. Bosch⁵¹⁾의 연구에서는 원심 분리 후 추출한 상층액 속의 불소 함량이 표본 전체의 불소 함량보다 적게 측정되었다. 그는 후자가 치태에 의해 오염되었기 때문이라고 했다. 본 연구에서는 불소제제 도포 후 수집한 비자극성 전타액 표본에 불소제제로 인한 이물질(PVA 및 Cavityshiled™ 잔사)이 혼재되어 있었으므로 15분간 3500 rpm으로 원심 분리하고 상층액 0.5 ml를 취하여 불소농도를 측정하였다.

Duckworth 등³⁸⁾에 의하면 불소제제 적용 후 구강내 불소량의 감소는 두 단계로 이루어진다고 한다. 40-80분 내에 일어나는 급속한 초기감소와 몇 시간을 두고 일어나는 두 번째 감소이다. 유사하게 본 연구에서도 불소도포 30분 후와 1시간 후에서

급속한 초기 감소가 일어났고, 2시간 이후부터 서서히 감소하였다. 외인성 불소가 구강 내에 적용된 후 일시적으로 불소농도가 상승되고 점차 감소하는 과정을 oral fluoride clearance라고 부른다⁵²⁾. 이것은 타액 분비율⁵³⁾ 및 불소가 치태, 구강점막, 법랑질로 확산되는 것⁵⁴⁾ 등에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 또한 불소제제 적용 1시간 이후부터는 시간의 경과에 따라 지연된 감소를 보이는데, 이는 고농도의 불소 적용시 불소가 구강내 어딘가에 저장이 되며 이것이 서서히 방출됨을 의미한다⁵²⁾. 불소의 저장고는 법랑질이나 치태일 수도 있고, 혀나 뺨 같은 연조직이 될 수도 있다. 불소의 주요 저장형태는 불화칼슘(CaF₂)이다. Leach⁵⁵⁾는 불소농도가 4 mmol/l 이상일 때 법랑질, 상아질과 반응하여 불화칼슘이 형성된다고 하였고, Dowes 등⁵²⁾은 4 mmol/l 이하의 농도에서는 아주 작은 양의 불화인회석이 만들어진다고 하였다. Lagerlof 등⁵⁶⁾에 따르면 불화칼슘이 인의 존재하에서 치아표면에 불화인회석을 형성하는데 약 1주일일이 소요되고 그 과정 중 많은 양의 불화칼슘이 구강 밖으로 씻겨 나간다고 하였다. 이와 같이 불화칼슘이 natural slow-release device로 작용하므로 구강 내에서 fluoride clearance는 상당히 복잡하다.

타액 분비율과 타액 내 불소 이온 농도는 밀접한 관련이 있기 때문에 현재 타액 분비에 영향을 미칠 수 있는 전신 질환이 없고, 지난 6개월 동안 타액 분비에 영향을 준다고 알려진 약물을 복용한 사람과 비자극성 타액 분비율이 분당 0.1 ml 이하인 경우는 연구 대상에서 제외하였다. 연구 전 측정된 비자극성 타액 분비율은 1군(0.351 ± 0.134 ml/min)과 2군(0.347 ± 0.134 ml/min) 모두 일반적으로 알려진 정상인의 평균 비자극성 타액분비율 (0.3~0.4 ml/min)과 비교할 때⁵⁷⁾, 이 범위를 벗어나지 않았으며, 두 군간 유의한 차이는 없었다. 불소제제 도포 후 두 군 모두 약간 증가된 타액 분비율을 보였으나, 군간 유의성은 없었다.

PVA는 합성고분자의 일종이면서 “물에 녹는” 독특한 성질을 가지고 있다. PVA는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로 된 합성수지이며, 염소(Cl), 질소(N), 유황(S) 등의 성분은 포함되어 있지 않아서 극히 유해성이 낮은 재료이다. PVA는 유연한 분자사슬을 가지는 선형 결정성 고분자로 필름이나 섬유로의 형성이 용이하다. 높은 인장강도, 압축강도, 내마모성, 유연성 등의 뛰어난 역학적 성질을 지니고, 용해도와 내화학성이 우수하여 다른 고분자와 잘 혼합되므로 그 응용범위가 매우 광범위하며 인체 장기 대체용 하이드로겔, 약물전달시스템(Drug Delivery System, DDS), 항암제, 생체센서(biosensor), 지혈제, 생체반응기(bioreactor) 등 의료용 재료로 널리 적용되고 있다⁵⁸⁻⁶⁰⁾. 본 저자가 포함된 연구팀이 개발한 불소를 함유한 고분자 접착 테잎은 무색투명하여 심미적이고, 불쾌한 맛이 없으며 표면이 매끈하여 끈적거리는 느낌이 없고, 구강 내에서 타액에 용해되어 미생물에 의해 생분해되고 생체적합성이 우수하다. 또한 구강내 도포시 치면을 건조시킬 필요가 없어 시술과정이 간편하다. 이번에 개발된 제품은 기본 PVA의 추가적인 화학적 개질을 시도하지 않은 시제품이다. 그러나 PVA는 화학적으로 여러

방식의 개질이 가능한 재료이다. 가교반응을 통해 구강내 타액에 녹는 시간 및 온도를 조절 할 수 있으며, 기계적인 물성의 개선이 가능하다. 앞으로 고분자 접착 테잎의 치아와 닿는 면에 끈적끈적 한 성분을 추가하여 치면에 더 오랫동안 유지되도록 하고, 타액 내에서 녹아서 분해되는 시간이 연장시키고, 테잎에 포함되는 불소의 함량을 증가시키는 등의 방법으로 구강내 잔류되는 불소량이 증가시킬 수 있다.

V. 결 론

이 연구는 PVA 기저재를 이용하여 제작한 불소를 함유한 고분자 접착 테잎(NaF-PVA)의 불소 유리 능력을 평가하기 위해 시행되었다. 피실험자의 구강내에 불소제제로 NaF-PVA(1군)와 Cavityshiled™(2군)을 도포하여 30분, 1시간, 2시간, 3시간, 4시간, 24시간, 48시간, 72시간 경과 후 타액내 불소농도를 원심분리방법과 불소이온전극을 이용하여 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 도포 후 72시간까지 두 군 모두 baseline value보다 유의하게 높은 타액 내 불소농도를 보였다($p < 0.05$).
2. 도포 후 30분과 1시간에서는 1군이 2군보다 높은 타액 내 불소농도를 보였으나 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).
3. 도포 후 2시간, 3시간, 4시간에서 2군이 1군보다 유의하게 큰 값을 보였다($p < 0.05$).
4. 도포 후 24시간 이후부터는 군간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

이상의 결과를 종합하여 보면 NaF-PVA tape은 Cavityshiled™보다 약 1/2 정도의 불소양을 함유하지만, 거의 유사한 불소유리능력을 보인다고 할 수 있다. 향후 NaF-PVA tape의 불소함량을 조정하고 치면과의 접착성을 향상시키고, 구강 내에서 용해되는 시간을 지연시키기 위한 추가적인 연구를 시행한다면 보다 우수한 항우식제제로 개발이 가능할 것이다.

참고문헌

1. Knuston JW, Armstrong W : The effect of topically applied sodium fluoride on dental caries experience. *Publ Health Rep*, 58:1701-1715, 1943.
2. Arends J, Nelson DGA, Dijkman AG et al. : Effect of various fluorides on enamel structure and chemistry. *Cariology today*, 245-258, 1984.
3. Ten Cate JM : In vitro studies on effects of fluoride on de- and remineralization. *J Dent Res*, 69:614-619, 1990.
4. Mellberg JR, Ripa LW : Fluoride in preventive Dentistry : Theory clinical applications. Chicago : Quintessence Publishing CO, 181-214, 1983.
5. Brudevold F, Naujork R : Caries-preventive fluoride treatment of the individual. *Caries Res*, 12:52-64,

- 1973.
6. Kirkegaard E : In vitro Fluoride uptake in human dental enamel from various fluoride solution. *Caries Res*, 11:16-23, 1977.
 7. Mellberg JR, Nicholson CR, Trubman A : The acquisition of fluoride by tooth enamel in vivo from self-applied APF gel and prophylaxis paste. *Caries Res*, 7:173-178, 1973.
 8. Cobb B, Roizer G, Bawden JW : A clinical study of the caries APF solution and thixotropic gel. *Pediatr Dent*, 2:263-266, 1980.
 9. Hicks MJ, Flaitz CM, Garcia-Godoy F : Root-surface caries formation: effect of in vitro APF treatment. *J Am Dent Assoc*, 129:449-453, 1998.
 10. Adair SM : Current fluoride therapy in dentistry for children. *Current Opinion Dent*, 1:583-591, 1991.
 11. 최원혁, 김은정, 김현정 등 : APF gel이 심미수복재료의 표면에 미치는 영향. *대한소아치과학회지*, 33:281-289, 2006.
 12. Beltran-Aguilar ED, Goldstein JW, Lockwood SA : Fluoride varnishes. A review of their clinical use, cariostatic mechanism, efficacy and safety. *J Am Dent Assoc*, 131:589-596, 2000.
 13. Grabe P, Ellefsen B, Birkhed D, et al. : Oral retention of fluoride from a mucosa adhesive paste (Orabase) supplemented with NaF-a pilot study. *Oral Health Prev Dent Dent*, 3:195-200, 2005.
 14. Wu H, Zhang ZX, Zhao HP, et al. : Preparation of sodium fluoride-loaded gelatin microspheres, characterization and cariostatic studies. *J Microencapsul*, 21:889-903, 2004.
 15. De Moor RJ, Verbeeck RM : Effect of encapsulation on the fluoride release from conventional glass ionomers. *Dent Mater*, 18:370-375, 2002.
 16. Creanor SL, Al-Harthy NS, Gilmour WH, et al. : Fluoride release from orthodontic cements-effect of specimen surface area and depth. *J Dent*, 31:25-32, 2003.
 17. Todd MA, Staley RN, Kanellis MJ, et al. : Effect of a fluoride varnish on demineralization adjacent to orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 116:159-167, 1999.
 18. Toumba KJ, Curson ME : A clinical trial of a slow-releasing fluoride device on children. *Caries Res*, 39:195-200, 2005.
 19. Marini I, Checchi L, Vecchiet F, et al. : Intraoral fluoride releasing device: a new clinical therapy for dentine sensitivity. *J Periodontol*. 71:90-5, 2000.
 20. Arends J, Tem Cate JM : Tooth mineralization. *J Cryst Growth*, 53:135-147, 1981.
 21. Margolis HC, Moreno EC, Murphy BJ : Effect of low levels of fluoride in solution on enamel demineralization in vitro. *J Dent Res*, 65:23-29, 1986.
 22. Oliveby A, Ekstrand J, Lagerlof F : Effect of salivary flow rate on salivary fluoride clearance after use of fluoride-containing chewing gum. *Caries Res*, 21:393-201, 1987.
 23. Newbrun E : Topical fluoride therapy : Discussion of some aspects of toxicology, safety and efficacy. *J Dent Res*, 67:114, 1988.
 24. Beal JF, Rock WP : Fluoride gels. a laboratory and clinical investigation. *Br Dent J*, 140:307-310, 1976.
 25. Spoerke DG, Bennett DL, Gullekson DJK : Toxicity related to acute low dose sodium fluoride ingestion. *J Family Pract*, 10:139-140, 1980.
 26. Duxbury AJ, Leach FN, Duxabury JT : Acute fluoride toxicity. *Br Dent J*, 153:64-66, 1982.
 27. Ekstrand J, Koch G, Lindgren LE : Pharmacokinetics of fluoride gels in children and adult. *Caries Res*, 15:213-220, 1981.
 28. Lecompte EJ, Doyle TE : Oral fluoride retention following various topical application technique in children. *J Dent Res*, 61:1397-1400, 1982.
 29. Whiteford GM, Allmann DW, Shahed AR : Topical fluorides : Effects on physiologic and biochemical process. *J Dent Res*, 66:1072-1078, 1987.
 30. Wei SHY, Hattab FN : Enamel fluoride uptake from a new APF foam. *Pediatr Dent*, 10:111-114, 1988.
 31. Kula KS, Webb L, Kula TJ : Effect of 1- and 4-minute treatments of topical fluorides on a composite resin. *Pediatr Dent*, 18:24-28, 1996.
 32. Toumba KJ, Curson ME : A clinical trial of a slow-releasing fluoride device on children. *Caries Res*, 39:195-200, 2005.
 33. Bottenberg P, Cleymaet R, de Muyenck C, et al. : Comparison of salivary fluoride concentration after administration of a bioadhesive slow-release tablet and a conventional fluoride tablet. *J Pharm Pharmacol*, 44:684-686, 1992.
 34. Gaffar A, Hunter CM, Mirajkar YR : Applications of polymers in dentifrice and mouthrinses. *J Clin Dent*, 13:138-148, 2002.
 35. 박승효, 이상호, 이난영 : 불소 테일 적용 후 시간변화에 따른 타액 내 불소농도. *대한소아치과학회지*, 36:377-386,

- 2009.
36. 이종훈, 김중수 : 구강생리학, 신광출판사, 서울, 175-201, 1989.
 37. Opydo-Szymaczek J, Opydo J : Salivary Fluoride concentrations and fluoride ingestion following application of preparations containing high concentration of fluoride. *Biol Trace Elem Res*, 137:159-167, 2010.
 38. Duckworth RM, Morgan SN, Murray AM : Fluoride in saliva and plaque following use of fluoride-containing mouthwashes. *J Dent Res*, 66:1730-1734, 1987.
 39. Oliveby A, Twetman, Ekstrand J : Diurnal fluoride concentration in whole saliva in children living in a high- and a low-fluoride area. *Caries Res*, 24:44-47, 1990.
 40. 권호근, 김백일, 이영희, 김권수 등 : 불소치약 사용후 시간 변화에 따른 구강내 타액의 불소농도변화에 관한 연구. *대한구강보건학회지*, 20:555-567, 1996.
 41. Jenkin GN, Edgar WM : Distribution and forms of fluoride in saliva and plaque. *Caries Res*, 11:226-242, 1977.
 42. Zero DT, Fu J, Espeland MA : Comparison of fluoride concentrations in unstimulated whole saliva following use of a fluoride dentifrice and a fluoride rinse. *J Dent Res*, 67:1257-1262, 1988.
 43. Lindahl CB : Fluoride and monofluorophosphate analysis. *Caries Res*, 17:9-20, 1983.
 44. Retief DH, Summerlin DJ, Harris BE : An evaluation of three procedures for fluoride analysis. *Caries Res*, 19:248-254, 1985.
 45. Front MS, Ross JW Jr : Use of total ionic strength adjustment buffer for electrode determination of fluoride in water supplies. *Anal Chem*, 40:1169-1171, 1968.
 46. Edelstein BL, Cottrel D : Comparison of colorimeter and electrode analysis of water fluoride. *Pediatr Dent*, 14:47-49, 1992.
 47. Weinberger SJ, John DW, Wright GZ : A comparison of two systems for measuring water fluoride ion level. *Clin Prev Dent*, 11:19-22, 1989.
 48. Saravana KR, Vijayalakshmi R : Nanotechnology in dentistry. *Indian J Dent Res*, 17:62-65, 2006.
 49. Yao K, Gron P : Fluoride concentration in duct saliva and in whole saliva. *Caries Res*, 4:321-331, 1970.
 50. Shannon IL : Biochemistry of fluoride in saliva. *Caries Res*, 11:206-225, 1977.
 51. Ten Bosch JJ, Booi M : A quantitative comparison of methods measuring fluoride in solutions or in enamel. *J Dent Res*, 71:945-948, 1992.
 52. Dowes C, Weatherell JA : Kinetics of fluoride in the oral fluids. *J Dent Res*, 69:638-644, 1990.
 53. Heintze ULF, Petersson LG : Accumulation and clearance of fluoride in human mixed saliva after different topical fluoride treatments. *Swed Dent J*, 3:141-148, 1979.
 54. Zero DT, Roubertas RF, Fu J, et al. : Fluoride concentrations in plaque, whole saliva, and ductal saliva after application of home-use topical fluorides. *J Dent Res*, 71:1768-1775, 1992.
 55. Leach SA : Reactions of fluoride with posed enamel and dentine. Report of a chemical study over a range of concentrations of sodium fluoride. *Br Dent J*, 106:133-142, 1959.
 56. Lagerlof F, Saxegaaed E, Barkvoll P, et al. : Effect of inorganic orthophosphate and pyrophosphate on dissolution of calcium fluoride in water. *J Dent Res*, 67:447-449, 1988.
 57. Sreebny LM : Xerostomia: diagnosis, management and clinical complications. 2nd edition. British Dental Association, London, 43-6, 1996.
 58. C.A Finch, Ploy(vinylalcohol), 2nd edition, NewYork, Wiley, 1992.
 59. Shafee EE, Naguib HF : Water sorption in cross-linked poly(vinyl alcohol) networks. *Polymer*, 44:1647-1653, 2003.
 60. Korsmeyer RW, Peppas NA : Effect of the morphology of hydrophilic polymeric matrices on the diffusion and release of water soluble drugs, *J Membr Sci*, 9:211-227, 1981.

Abstract

THE FLUORIDE RELEASING EFFECT OF PVA FLUORIDE-POLYMER ADHESIVE TAPE

Sung ok Im, Sang Ho Lee, Nan Young Lee, Seung Hyo Park

Department of Pediatric Dentistry, Collage of Dentistry, Chosun University

The purpose of this study is to investigate the residual fluoride concentration of polymer adhesive tape in oral cavity which is made by spraying NaF on PVA base and to compare with Fluoride varnish(Cavityshiled™). Experimental groups were divided into two according to application methods: Group 1(NaF-PVA tape) and Group 2(Cavityshiled™). Topical fluoride was applied to 20 healthy adults aged from 25 to 30. Fluoride concentration in unstimulated whole saliva was measured by fluoride-sensitive electrode for 72 hours.

1. Until 72 hours after application in every group, significantly higher fluoride concentration was shown in saliva than baseline value($p < 0.05$).
2. At 2, 3 and 4 hours after application, Group 2 revealed significantly higher fluoride concentration than Group 1($p < 0.05$).
3. At 24, 48 and 72 hours after application, there was no significance($p > 0.05$).

Although the residual fluoride concentration of saliva and the amount of fluoride of NaF-PVA tape are lower than those of Cavityshield™, NaF-PVA tape is considered to be more effective since it showed almost the same result as Cavityshield™. Therefore, NaF-PVA tape is expected to be a great fluoride application material.

Key words : Fluoride tape, Fluoride varnish, Fluoride-ion concentration, Poly vinyl alcohol(PVA), Unstimulated saliva