

## Fluoride varnish와 acidulated phosphate fluoride gel이 인공우식 병소에 미치는 영향

김광현 · 한세현 · 김종철

서울대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치학연구소

### 국문초록

치아우식의 예방을 목적으로 불소가 사용되어오고 있으며, 전문가 불소도포용으로 acidulated phosphate fluoride(APF) gel이 널리 사용되고 있다. 그러나 최근에는 fluoride varnish의 사용이 점차로 늘고 있으며, 이것은 유럽과 스칸디나비아에서 널리 사용되고 있다.

본 연구의 목적은 fluoride varnish와 APF gel이 인공우식 병소에 미치는 영향을 비교연구하는 것이다. 소의 건전한 법랑질에 인공우식을 유발시킨 60개의 시편을 각 군당 20개씩, 세 군으로 나누었다. 1군은 대조군으로 어떠한 처치도 시행하지 않았다. 2군은 fluoride varnish를 도포후 1시간 후에 제거하였고, 3군은 APF gel을 도포후 1분 후에 제거하였다. 그리고 나서 생체외에서 매일 인공우식 용액에 3시간씩, 그리고 인공타액에 21시간씩 시편을 담그고 재광화/탈회 순환(remineralization/demineralization cycling)을 시행한 후 각각 5일 후와 15일 후에 미세경도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 5일 후에 미세경도를 측정한 결과 2군과 3군은 1군에 비해 통계학적으로 유의성 있게 높았다( $p < 0.05$ ). 그리고 15일 후에 측정한 결과도 2군과 3군이 1군에 비해 통계학적으로 유의성 있게 높았다( $p < 0.05$ ).
2. 5일 후 2군과 3군의 미세경도를 비교시 각 군간 유의한 차이가 없었으며, 15일 후에도 각 군간 유의한 차이가 없었다.
3. 미세경도의 변화에 있어서 2군은 5일 후와 15일 후에 유의한 차이가 없었으며, 3군에서도 유의한 차이가 없었다. 그러나, 1군은 5일 후와 15일 후에 측정한 미세경도가 유의성 있게 감소하였다( $p < 0.05$ ).

**주요어** : Fluoride varnish, APF gel, 인공우식 병소, 미세경도

### I. 서 론

1940년대 초 치아우식 예방을 위해 불소가 처음 소개된 이후 현재에 이르기까지 우식 예방을 위한 목적으로 널리 사용되어 오고 있다<sup>1,2)</sup>.

불소에 의한 우식 예방기전은 탈회에 대한 치아구조의 저항성 증가, 재광화 과정의 촉진, 미생물의 효소작용 억제, 고농도 불소로 인한 불화칼슘의 침착 등이 있다<sup>3-6)</sup>. 불소를 이용한 우식 예방법으로는 불화된 상수도수를 섭취하거나 불소 보조제를 복용하는 전신적 투여방법과 불소치약, 불소양치액, 불소젤의 도포 등과 같은 국소적 투여방법이 있다<sup>3,7)</sup>. 이 중에서 acidulated phosphate fluoride (APF) gel이 미국에서 가장 널리 사용되고 있다. APF gel에 대한 임상적 효과는 여러 문헌들<sup>8-10)</sup>을 통해 증명되고 있다. 그러나, 낮은 pH로 인한 신맛은 잘 숨겨지지 않기 때문에, 1~4분간의 불소도포가 몇몇의 아이들에게는 즐겁지 않은 경험이 되고 있다. 또한 몇몇 요소들로 인해 불소젤을 과도하게 삼킬 경우, 오심과 구토를 일으킬 수 있다. 이러한

요소들에는 불소를 도포하는 동안의 부적절한 구강 내의 흡입(suction), 구강 내에 남아있는 젤의 제거 실패, 트레이 속에 젤이 과도하게 있거나, 잘 맞지 않는 트레이를 사용한 경우 등이 포함된다<sup>11)</sup>. 부주의하게 불소도포를 한 경우 혈장내 불소농도를 증가시켜 간과 신장의 기능에 영향을 줄 수 있다<sup>12)</sup>. 따라서 영유아에게 APF gel을 사용하는 것은 비실용적이고 안전하지 못하다.

서유럽과 스칸디나비아, 캐나다에서 fluoride varnish는 전문가 불소도포용으로 널리 사용되어 오고 있다. Fluoride varnish는 사용하기 쉽고, 불소를 과도하게 섭취할 위험성 등이 없다고 하였다<sup>13)</sup>.

Fluoride varnish와 APF gel 각각에 대한 수많은 외국 문헌들이 있으나, 이 두 가지를 비교한 문헌들은 별로 많지 않고 또한 국내에서도 fluoride varnish에 대한 문헌들은 거의 없는 편이다.

이에 저자는 인공우식 병소에 각각 fluoride varnish와 APF gel을 도포한 뒤, 시간에 따른 미세경도의 변화를 측정해서 flu-

oride varnish와 APF gel이 인공우식 병소에 미치는 영향을 비교연구하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

치아우식이 없고, 마모가 적은 소의 건전한 전치를 대상 치아로 하였고, 법랑질에 균열이나 파절이 없는 치아 100개를 골라서 인공우식을 일으킨후 이중 60개를 선별하여 각 군당 20개씩, 세 군으로 나누어 사용하였다. 1군은 대조군으로 사용하였다. 2군은 0.1% 불소를 함유한 fluoride varnish(Fluor Protector®, vivadent, Liechtenstein)를 사용하였다. 3군은 1.23% 불소를 함유한 APF gel(60 second taste®, PASCAL, U.S.A.)을 사용하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 시편 제작

선택된 소의 전치를 내경이 3mm인 diamond core drill을 사용하여 원형으로 잘라낸 뒤, 아크릴릭 레진 블록에 법랑질 표면이 노출되도록 매몰시켰다. 법랑질 표면이 평면이 되도록 1000, 2400grit 탄화규소 연마지로 연마하였다.

#### 2) 인공우식 유발

0.1M lactic acid 용액에 6wt% hydroxyethyl cellulose (Aldrich, U.S.A.)를 첨가하고, 5% NaOH와 pH meter를 사용하여 pH 4.0으로 조정된 인공우식 용액을 만들어 시편을 담근고나서 37℃로 조정된 항온 수조에서 48시간동안 보관하여 인공우식을 발생시켰다.

#### 3) 인공우식 유발 후 표면미세경도 측정

인공우식이 유발된 시편을 깨끗이 수세한 후 건조시켰다. 표면미세경도는 Microhardness Tester(Shimadzu Co., Model HMV-2000 No. 33100410, Japan)를 이용하여 100g의 load를 5초간 가하는 조건으로 Vicker's Hardness Number (VHN)를 측정하였다. 측정은 시편 중심부에서 이루어지도록 하였으며, 각 시편당 4회의 측정을 시행하여 평균치를 각 시편의 미세경도로 사용하였다. 총 100개의 시편 중 표면미세경도가 55-75 사이인 60개를 선택한 후, 세 군의 표면미세경도가

Table 1. Change of microhardness during time(VHN)

Group	before cycling	5 days	15 days
1	64.04±5.65	50.35±6.29	44.49±5.39
2	63.96±5.59	65.60±7.29	63.26±9.56
3	63.91±5.55	65.58±8.33	64.22±7.55

비슷하도록 각 군당 20개씩 시편을 배분하였다.

#### 4) 불소의 적용

1군은 대조군으로서 아무런 처치도 하지 않았다. 2군은 fluoride varnish를 도포후 1시간 뒤에 scalpel로 제거하였으며, 3군은 APF gel을 도포후 1분 뒤에 수세하였다.

#### 5) 생체외에서 탈광화/탈회 순환

모든 시편들을 인공우식 용액에 담근후 37℃로 조정된 항온 수조에서 3시간동안 보관후, 시편들을 꺼내어 수돗물로 충분히 씻은후 건조시켰다. 건조한 시편들을 인공타액에 21시간동안 보관한후 꺼내어 수돗물로 세척하고나서 건조시킨후 인공우식 용액에 담귀두었다. 인공타액은 Maggio 등<sup>12)</sup>의 제작방법을 따랐다.

15일동안 아래의 과정을 반복하였다.

- (1) 09 : 30a.m. - 12 : 30a.m. 인공우식 용액에 보관
- (2) 12 : 30a.m. - 09 : 30a.m. 인공타액에 보관

#### 6) 표면미세경도의 측정

생체외에서 재광화/탈회 순환을 시작하고 나서, 각각 5일 후와 15일 후에 표면미세경도를 측정하였다.

#### 7) 통계처리

One-way ANOVA와 Scheffe's test를 이용하여 각 군간 미세경도 사이의 통계학적 유의성을 검사하였다. 각 군의 시간에 따른 미세경도의 변화는 paired t-test를 이용하여 통계처리하였다.

## III. 연구결과

표면미세경도를 측정한 결과는 Table 1과 Fig. 1에, 그리고 이것을 분산분석한 결과는 Table 2~4에 나타나 있다.

생체외에서 재광화/탈회 순환을 시행한지 5일 후에 표면미세경도를 측정한 결과 2군과 3군은 1군에 비해 유의성 있게 높았고(p<0.05), 15일 후에 측정한 결과도 2군과 3군은 1군에 비해 유의성 있게 높았다(p<0.05).

5일 후 2군과 3군을 비교시 각 군간에 유의한 차이가 없었으며, 15일 후에도 2군과 3군 사이에 유의한 차이가 없었다.

표면미세경도의 변화에 있어서 2군은 5일 후와 15일 후에 유의한 차이가 없었으며, 3군에서도 유의한 차이가 없었다. 그러

Table 2. Difference in microhardness between groups after 5 days

Group	1	2	3
1		*	*
2			
3			

\*: p<0.05

**Table 3.** Difference in microhardness between groups after 15 days

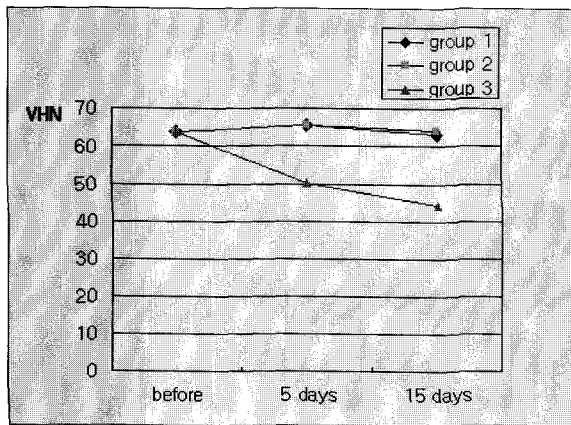
Group	1	2	3
1		*	*
2			
3			

\*: p<0.05

**Table 4.** Difference in microhardness within the group

Group	before cycling vs. 5 days	5 days vs. 15 days
1		
2		
3	*	*

\*: p<0.05



**Fig. 1.** Change of microhardness during time(VHN).

나 1군은 5일 후와 15일 후에 표면미세경도가 유의성 있게 감소하였다(p<0.05).

#### IV. 총괄 및 고찰

법랑질과 불소가 접촉하는 시간을 늘릴 수 있는, 불소를 함유한 varnish가 1960년대와 1970년대 초에 개발되었다. 1980년대에 유럽의 여러 나라에서는 fluoride varnish를 널리 사용하였다<sup>13)</sup>. 제일 먼저 나온 fluoride varnish는 1964년에 Schmidt가 Duraphat(Woelm Pharma Co., Eschwege, FRG)이라는 상품명으로 소개한 것이었다. Duraphat는 neutral colophonium base에 5%wt NaF 또는 2.26% 불소를 함유한다. 1975년에 Arends & Schuthof가 Fluor Protector라는 두 번째 fluoride varnish를 소개하였다. Fluor Protector는 polyurethane-based varnish이고, 0.1%의 불소를 함유하고 있다<sup>14)</sup>.

Fluoride varnish는 몇 가지 중요한 특징들을 가지고 있다. 그것은 사용하기가 쉽고 빠르며, 환자들도 쉽게 받아들인다는 것이다. Fluoride varnish는 어린아이들, 장애인 그리고 불소젤의 도포가 어려운 환자들에게 사용될 수 있다<sup>1)</sup>. 아마도 가장 중요한 것은 아이들이나 환자들이 삼키는 불소의 양이 적다는 것이다. LeCompte와 Rubenstein<sup>15)</sup>은 불소를 삼키는 것을 줄이기 위해 불소를 도포하는동안 흡입 장치의 사용과 도포후 환자에게 철저히 뱉어내게 시키도록 권장하였다.

Fluoride varnish 중 Duraphat는 22,600ppm의 매우 높은

불소 농도를 가지고 있지만, 일반적으로 fluoride varnish는 안전하다고 받아들여진다. 그 이유는 fluoride varnish가 도포된 후 빨리 경화하고 치아에 붙어서, 갑자기 많은 양의 불소를 삼킬 위험성이 감소하기 때문이다. 또한 타액은 varnish의 경화를 촉진시키고 도포시 상대적으로 적은 양의 varnish가 필요하기 때문에 불소를 삼킬 위험성이 감소한다. Duraphat의 경우는 한 번 도포시 평균 0.3~0.5ml를 필요로 한다. 트레이를 사용하지 않고 도포시간이 빠르기 때문에 헛구역질이나 삼킬 위험이 거의 없다<sup>13,14,16)</sup>. Ekstrand 등<sup>17)</sup>은 네 명의 아이들(4세, 5세, 12세, 14세)에게 Duraphat를 도포한 후에 혈장내 불소 농도를 측정하였다. 그 결과 아이들의 혈장내 불소 농도와 신장 기능에 해로운 영향이 없다고 보고하였다. 지금까지 fluoride varnish의 심각한 부작용에 대한 보고는 없었으나, varnish에 대해 과민반응을 일으켰다는 보고가 있다. Isaksson 등<sup>18)</sup>은 Duraphat을 도포후 접촉성 구내염을 일으킨 환자와 손에 접촉성 피부염을 일으킨 치과위생사에 대해 보고하였다.

치아우식 예방을 위한 fluoride varnish의 효과에 관한 많은 문헌들이 보고되고 있다. Peyron 등<sup>19)</sup>은 fluoride varnish를 유치열을 가진 아이들에게 매년 두 번씩 도포한 결과 우식 예방 효과가 있었다고 보고하였다. 그러나 Murray 등<sup>20)</sup>은 유구치에는 우식예방 효과가 없었으나, 새로 맹출한 제1대구치에는 효과가 있었다고 보고하였다. Bravo 등<sup>21,22)</sup>은 학령기 아이들의 제1대구치에 fluoride varnish를 도포한 결과 우식예방 효과가 있었다고 보고하였다.

van Eck 등<sup>23)</sup>은 10~12세의 아이들에게 매년 한 번씩 fluoride varnish를 도포하고, 3년 후에 조사한 결과 우식 예방효과가 없는 것으로 보고하였다. Modeer 등<sup>24)</sup>은 10대들에게 fluoride varnish를 3개월마다 도포하고 나서 3년 후에 조사한 결과 우식이 유의성 있게 감소하였다고 보고하였다. Sepp와 Tolonen<sup>25)</sup>은 fluoride varnish를 1년에 두 번 도포할 때의 효과와 1년에 네 번 도포할 때의 효과를 2년간 조사한 결과 유의한 차이를 나타내지 않았다고 하였다. 결과적으로 3~6개월 간격으로 fluoride varnish를 도포해 주는 것이 우식 예방에 도움이 Fluoride varnish와 APF gel을 도포한 후 법랑질내 불소함유량, 혈장내 불소농도 및 우식예방효과를 비교한 문헌들이 보고되고 있다.

불소를 도포한 후 법랑질의 불소함유량을 비교한 문헌들을 보면, Arends와 Schuthof<sup>26)</sup>, Retief 등<sup>27)</sup>은 fluoride varnish

와 APF gel을 법랑질에 도포한 후 법랑질의 불소 함유량을 측정된 결과, fluoride varnish가 APF gel을 도포한 경우보다 법랑질의 불소함유량이 유의성 있게 높았다고 하였다. 법랑질의 불소 흡수는 법랑질과 불소가 접촉하는 시간이 길어질수록 증가한다. Arends와 Schuthof<sup>26)</sup>은 APF gel을 도포후 법랑질 표면은 높은 불소 농도를 유지하지만 곧 쉽게 씻겨서 제거된다는 것을 관찰하여 보고하였다. 이것은 APF gel이 법랑질과 접촉하는 시간이 짧다는 것을 의미한다. 따라서 fluoride varnish보다 불소 흡수량이 적은 이유중의 하나일 것으로 생각된다. 하지만 법랑질내 불소함유량과 우식경험 사이에 중요한 상관관계가 없다는 보고들이 있다<sup>28-31)</sup>. Retief 등<sup>29)</sup>과 Nasir 등<sup>30)</sup>은 치아우식 경험과 법랑질내 불소농도 사이에 상관관계가 없다는 것은 법랑질의 불소흡수를 제외한 다른 기전에 의해 불소가 우식을 억제한다는 것을 의미한다고 하였다.

혈장내 불소농도를 비교해 보면, Ekstrand와 Koch<sup>32)</sup>은 1.23% APF gel을 개인 tray에 5ml를 담아서 성인의 구강 내에 4분간 적용시킨후 혈장내 불소농도는 적용 30분 후에 가장 높았으며 안정기 농도의 50배에 이르렀고 14시간 후에도 안정기 농도의 10배에 달했다고 보고하였다. Ekstrand 등<sup>17)</sup>은 fluoride varnish를 도포하고 나서, 2시간 후에 혈장내 불소농도가 가장 높았고, 이것은 안정기 농도의 5~6배에 달했다고 보고하였다. 그리고나서 점차로 혈장내 불소농도가 감소했다고 보고하였다. 이러한 자료들은 fluoride varnish와 APF gel 모두 혈장내 불소 농도는 독성 용량(toxic dose)이하지만 varnish가 상대적으로 더 안전하다는 것을 의미한다.

Fluoride varnish와 APF gel의 우식예방효과를 비교한 문헌을 보면, Sepp 등<sup>33)</sup>은 12~13세의 아이들을 두 군으로 나누어서 각각 varnish와 APF gel을 매년 두 번씩 도포하였다. 그리고 3년 후에 임상효과를 비교한 결과 두 치료군 사이에 중요한 차이가 없었다고 하였다.

인공우식 병소의 재광화를 평가하는 방법으로는 microradiography<sup>34)</sup>, 미세경도 측정<sup>35)</sup>, 편광현미경 관찰<sup>36)</sup>, CLSM(con-focal laser scanning microradiography)<sup>34)</sup> 및 EPMA(elec-tron probe microanalysis)<sup>37)</sup> 등이 있으며, 본 연구에서도 미세경도 측정을 통하여 표면의 경도를 관찰하였다.

미세경도 측정방법은 광물의 양적인 변화들을 평가하는데 유용한 방법이다. 법랑질 표면에서 광물의 변화는 미세경도의 변화와 관련이 있다. 즉, 우식병소의 탈회는 법랑질 표면미세경도의 감소와 관련이 있다<sup>38)</sup>.

본 연구에서는 구강내 환경에 근접하게 실험을 하기 위해 재광화/탈회 순환을 시행하였다. 매일 인공우식 용액에 3시간씩, 인공타액에 21시간씩 보관하였다. 자연병소와 유사하며 재현성이 높은 인공우식 병소를 만들기 위해 본 연구에서는 lactic acid에 hydroxyethyl cellulose를 첨가하여 만든 인공우식 용액을 사용하였다. Groeneveld 등<sup>39)</sup>은 hydroxyethyl cellulose system을 사용하여 만든 인공우식은 비교적 건전한 표층과 탈회가 진행되는 표층하부로 구성되어 있어서 자연우식 상태와

유사하며, 법랑질 외형에 평행하고 거의 균일한 깊이를 가진 병소를 유발시킬 수 있어서 동일한 조건하에서 재현성이 높았다고 하였다. 본 연구에서 사용한 인공타액은 Maggio 등<sup>12)</sup>의 제작방법을 따랐으며, Maggio 등은 그들이 제작한 인공타액에 우식 치아를 보관시 대부분의 우식병소에서 재광화가 일어났다고 보고하였다.

본 연구에서 표면미세경도를 측정한 결과 생체외에서 재광화/탈회 순환을 시행한지 5일 후에 fluoride varnish를 도포한 2군과 APF gel을 도포한 3군은 대조군인 1군에 비해 표면미세경도가 유의성 있게 높았고, 15일 후에도 2군과 3군이 1군에 비해 유의성 있게 높은 것으로 나타났다. 따라서, 2군과 3군은 인공우식 병소의 탈회가 억제되었다는 것을 의미한다. 5일 후에 2군과 3군의 표면미세경도를 비교시 유의한 차이가 없었으며, 15일 후에도 2군과 3군 사이에 유의한 차이가 없었다. 이것은 2군과 3군에서 인공우식 병소의 탈회가 억제된 효과가 비슷하다는 것을 의미한다. 표면미세경도의 변화에 있어서 2군은 5일 후와 15일 후에 유의한 차이가 없었으며, 3군에서도 유의한 차이가 없었다. 그러나, 1군은 5일 후와 15일 후에 측정된 표면미세경도가 유의성 있게 감소하였는데 이것은 인공타액에 의한 재광화 작용보다 인공우식 용액에 의한 탈회 작용이 더 많이 일어났다는 것을 의미한다.

Fluoride varnish의 우식 예방효과에 대한 많은 보고들이 있었으며, 본 연구에서도 varnish의 우식병소에 대한 효과가 APF gel과 비슷한 것으로 확인되었다. 앞으로 다른 방법을 통해서도 fluoride varnish와 APF gel의 우식병소에 대한 효과를 비교평가하는 것이 필요하리라 생각되며, 더 안전하며 더 효과적인 불소도포제에 대한 연구와 개발이 이루어져야 하겠다.

## V. 결 론

저자는 소의 건전한 전치에 인공우식을 유발하여 세 군으로 나누었다. 1군은 대조군으로 어떠한 처지도 시행하지 않았다. 2군은 fluoride varnish를 도포하였고, 3군은 APF gel을 도포하였다. 그리고나서 생체외에서 재광화/탈회 순환을 시행한 후 각각 5일 후와 15일 후에 표면미세경도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 5일 후에 표면미세경도를 측정한 결과 2군과 3군은 1군에 비해 통계학적으로 유의성 있게 높았다(p<0.05). 그리고 15일 후에 측정된 결과도 2군과 3군이 1군에 비해 통계학적으로 유의성 있게 높았다(p<0.05).
2. 5일 후 2군과 3군의 표면미세경도를 비교시 각 군간 유의한 차이가 없었으며, 15일 후에도 각 군간 유의한 차이가 없었다.
3. 표면미세경도의 변화에 있어서 2군은 5일 후와 15일 후에 유의한 차이가 없었으며, 3군에서도 유의한 차이가 없었다. 그러나, 1군은 5일 후와 15일 후에 측정된 표면미세경도가 유의성 있게 감소하였다(p<0.05).

## 참고문헌

1. Bawden JW : Fluoride varnish : A useful new tool for public health dentistry. *J Public Health Dent* 58:266-269, 1998.
2. Clark DC : A review on fluoride varnishes : An alternative topical fluoride treatment. *Community Dent Oral Epidemiol* 10:117-123, 1998.
3. 대한소아치과학회 : 소아·청소년치과학. 신흥인더내셔널. 99-108, 1999.
4. Pinkham JR : Infancy through adolescence(2nd ed.). W.B.Saunders company. Philadelphia. 192-205, 1994.
5. Margolis HC, Moreno EC : Physicochemical perspectives on the cariostatic mechanism of systemic and topical fluoride. *J Dent Res* 69(Spec Iss):606-613, 1990.
6. Harris NO, Garcia-Godoy F : Primary preventive dentistry(5th ed.). Appleton & Lange. Stanford, Connecticut. 199-206, 1999.
7. 김종배, 최유진, 백대일, 신승철 : 예방치과학. 고문사. 서울 107-123, 1990.
8. Cobb B, Rozier G, 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.
9. Bijella MFTB, Bijella VT, Lopes ES, Bastos JR : Comparison of dental prophylaxis and tooth brushing prior to topical APF applications. *Community Dent Oral Epidemiol* 13:208-211, 1985.
10. Clark DC, Hanley JA, Stamm JW, Weinstein PL : An empirically based system to estimate the effectiveness of caries-preventive agents. *Caries Res* 19:83-95, 1985.
11. Whitford GM : The physiological and toxicological characteristics of fluoride. *J Dent Res* 69(Spec Iss) :539-549, 1990.
12. Maggio JJ, Hausmann EM, Allen K, Potts TV : A model for dentinal caries progression by digital subtraction radiography. *J Prosthetic Dent* 64:727-732, 1990.
13. Beltran-Aguila ED, Goldstein JW, Lockwood SA : Fluoride varnish. *JADA* 131:589-596, 2000.
14. Petersson LG : Fluoride mouthrinses and fluoride varnish. *Caries Res* 27(suppl 1):35-42, 1993.
15. LeCompte EJ, Rubenstein LK : Oral fluoride retention with thixotropic and APF gels and foam-lined and unlined trays. *J Dent Res* 63:69-70, 1984.
16. Blinkhorn A, Davies R : Using fluoride varnish in the practice. *Br Dent J* 185:280-281, 1998.
17. Ekstrand J, Koch G, Petersson LG : Plasma fluoride concentration and urinary fluoride excretion in children following application of the fluoride-containing varnish Duraphat. *Caries Res* 14:185-189, 1980.
18. Isaksson M, Bruze M, Bjorkner B, Niklasson B : Contact allergy to Duraphat. *Scan J Dent Res* 101:49-51, 1993.
19. Peyron M, Matsson L, Birkhed D : Progression of approximal caries in primary molars and the effect of Duraphat treatment. *Scan J Dent Res* 100:314-318, 1992.
20. Murray JJ, Winter GB, Hurst CP : Duraphat fluoride varnish. A 2-year clinical trial in 5-year-old children. *Br Dent J* 143:11-17, 1977.
21. Bravo M, Baca P, Llodra JC, Osorio E : A 24-month study comparing sealant and fluoride varnish in caries reduction on different permanent first molar surfaces. *J Public Health Dent* 57:184-186, 1997.
22. Bravo M, Garcia-Anllo I, Baca P, Llodra JC : A 48-month survival analysis comparing sealant(Delton) with fluoride varnish(Duraphat) in 6- to 8-year-old children. *Community Dent Oral Epidemiol* 25:247-250, 1997.
23. van Eck AA, Theuns HM, Groeneveld A : Effect of annual application of polyurethane lacquer containing silane-fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol* 12:230-232, 1984.
24. Modeer T, Twetman S, Bergstrand F : Three-year study of the effect of fluoride varnish (Duraphat) on proximal caries progression in teenagers. *Scan J Dent Res* 92:400-407, 1984.
25. Sepp L, Tolonen T : Caries preventive effect of fluoride varnish application performed two or four times a year. *Scan J Dent Res* 98:102-105, 1990.
26. Arends J, Schuthof J : Fluoride content in human enamel after fluoride application and washing-An in vitro study. *Caries Res* 9:363-372, 1975.
27. Retief DH, Sorvas PG, Bradley EL, et al. : In vitro fluoride uptake, distribution and retention by human enamel after 1- and 24-hour application of various topical fluoride agent. *J Dent Res* 59:573-582, 1980.
28. Richards A, Larsen MJ, Fejerskov O, Thulstrup A : Fluoride content of buccal surface and its relation to dental caries in children. *Arch Oral Biol* 22:425-428,

- 1977.
29. Retief DH, Harris BE, Bradley EL : Relationship between enamel fluoride concentration and dental caries experience. *Caries Res* 21:68-78, 1987.
  30. Nasir H-I, Retief DH, Jamison HC : Relationship between fluoride concentration and dental caries in a selected population. *Community Dent Oral Epidemiol* 13:65-67, 1985.
  31. Grobler SR, van Wyk CW, Kotze D : Relationship between enamel fluoride levels, degree of fluorosis and caries experience in communities with a nearly optimal and a high fluoride level in the drinking water. *Caries Res* 20:284-288, 1986.
  32. Ekstrand J, Koch G : Systemic fluoride absorption following fluoride gel application. *J Dent Res* 59:1067, 1980.
  33. Sepp L, Leppanen T, Hausen H : Fluoride varnish versus acidulated phosphate fluoride gel : A 3-year clinical trial. *Caries Res* 29:327-330, 1995.
  34. Gonzalez-Cabezas C, Fontana M, Dunipace AJ, et al. : Measurement of enamel remineralization using microradiography and confocal microscopy. *Caries Res* 32:385-392, 1998.
  35. Arends J, Schuthof J, Jongebloed WG : Microhardness indentations on artificial white spot lesions. *Caries Res* 13:290-297, 1979.
  36. Marinelli CB, Donly KJ, Wefel JS, et al. : An in vitro comparison of three fluoride regimens on enamel remineralization. *Caries Res* 31:418-422, 1997.
  37. 윤현두, 김재곤, 백병주 : 불소농도가 인공우식 법랑질의 재석회화에 미치는 영향. *대한소아치과학회지* 23:238-260, 1996.
  38. White DJ, Chen WC, Nancollas GH : Kinetic and physical aspects of enamel remineralization -A constant composition study. *Caries Res* 22:11-19, 1988.
  39. Groeneveld A, Purdell-Lewis DJ, Arends J : Influence of the mineral content of enamel on caries-like lesions produced in hydroxyethylcellulose buffer solution. *Caries Res* 9:127-138, 1975.

Abstract

THE EFFECT OF FLUORIDE VARNISH AND  
ACIDULATED PHOSPHATE FLUORIDE GEL ON ARTIFICIAL CARIES LESION

Kwang-Hyon Kim, D.D.S., Se-Hyun Hahn, M.S.D., Ph.D., Chong-Chul Kim, M.S.D., Ph.D.

*Department of Pediatric Dentistry and Dental Research Institute  
College of Dentistry, Seoul National University*

Fluoride has been used widely for the prevention of dental caries. Many dental professionals applied acidulated phosphate fluoride (APF) gel for the purpose of prevention of dental caries in recent years. However, the topical application of fluoride varnish is growing and getting much recognition in many parts of Europe and Scandinavia.

The main purpose of this study was to compare the effect of fluoride varnish and acidulated phosphate fluoride gel on artificial caries lesion. The artificial caries lesion was caused on the sound bovine enamel and divided 60 specimens into three groups each containing twenty for the purpose of study. No application was done on group 1, which acted as control group. Group 2 was treated with the topical application of fluoride varnish and removed after 1 hour. Group 3 was treated with APF gel and removed after a minute. The cycle of remineralization/demineralization went on in vitro and the microhardness was measured for each group after 5 and 15 days.

The following results were obtained:

1. According to the results after 5 days, the microhardness of groups 2 and 3 were significantly higher than group 1, the control group ( $p < 0.05$ ). Similar results were also noticed after 15 days ( $p < 0.05$ ).
2. In comparison of microhardness between groups 2 and 3 after 5 days, there were no significant differences between them. The results after 15 days were also similar.
3. Much difference in microhardness wasn't present in groups 2 and 3 after 5 and 15 days. However, the microhardness of the group 1 dropped significantly in the result of 15 days and 5 days ( $p < 0.05$ ).

**Key words** : Fluoride varnish, APF gel, Artificial caries lesion, Microhardness