

각종 불소처리 이후 시간변화에 따른 타액내 불소농도 변화에 관한 연구

박수진 · 김형두 · 김종철

서울대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치학연구소

Abstract

A STUDY ON THE CHANGE OF SALIVARY FLUORIDE CONCENTRATION WITH TIME AFTER VARIOUS TOPICAL FLUORIDE TREATMENTS

Soo-Jin Park, D.D.S., Hyung-Doo Kim, D.D.S., Ph.D., Chong-Chul Kim, D.D.S., Ph.D.

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

Several alternatives for increasing the fluoride concentration in the mouth, such as water fluoridation, ingestion of fluoride supplements, fluoride paste, fluoride mouthrinse, application of fluoride gel are available. There is an impressive body of evidence that the topically delivered fluorides are clinically effective in inhibiting the progression of dental caries.

Recent studies on the cariostatic action of fluoride have indicated the importance of fluoride in the fluid environment of the teeth. The fluoride levels in unstimulated whole saliva can be considered indicative of F in the aqueous phase available for interaction with the tooth surface at a given time. The retention of F in the mouth after topical fluoride treatment is considered to be an important factor in the clinical efficacy of F.

The aim of this study was to determine the elevation and clearance of fluoride in whole saliva after the following topical fluoride treatments using HMDS-diffusion technique and fluoride ion electrode.

The obtained results were as follow:

1. Average salivary fluoride concentration in the unstimulated whole saliva was $0.0152 \text{ ppm} \pm 0.0091 \text{ ppm}$. Unstimulated salivary flow rate was between $0.34 - 0.36 \text{ ml/min}$ and there was no statistically significant difference among the groups ($p > 0.05$).
2. Except for the immediate time after treatment, fluoride levels followed as $\text{APF gel} > \text{neutral gel} > \text{F-}$

rinse)F-paste. There was no statistical difference between the salivary F concentration of F-paste group and that of control group after 2 hours. In case of F-rinse group, after 3 hours the concentration had dropped to baseline value. But there was statistically significant difference among the F concentraion of F gel groups and that of control group($p < 0.05$).

3. The mean AUC_{0-120min} values were followed as neutral gel)APF gel)F-rinse)F-paste, and the values of the two former groups were significantly higher than those of the two latter groups($p < 0.05$).

Key word : Salivary fluoride, Topical fluoride treatment

I. 서 론

전타액(whole saliva)-구강내에 있는 복합액(combined fluid)-은 이하선, 악하선, 설하선과 소타액에서 분비된 순수한 타액성분과 장액성 누출액(serous transudate), 세포(상피세포, 백혈구 등), 미생물, 음식 등과 같은 외원성 요소로 구성된 물과 같은 액체이다¹⁾. 타액은 물이 99%이상을 차지하며 무기질의 총량은 2.5g/l 가량 된다. 타액의 성분은 각 타액선마다 다르고, 혼합타액을 구성하는 각 타액선의 분비량에 따라 그 성분은 상당한 차이를 나타내며 개인차도 매우 크다. 타액내 무기성분으로 가장 많이 존재하는 이온은 나트륨과 칼륨이며 불소는 0.1ppm 정도로 혈장과 비슷한 농도라고 알려져있다. 타액내 불소농도를 조사한 문헌을 살펴보면, Gron 등²⁾과 Shannon³⁾은 타액내 불소농도를 약 1 μ mol/L라고 했으며, Duckworth 등⁴⁾은 7명의 성인을 대상으로 한 연구에서 혼합타액내 평균불소농도를 0.4 \pm 0.005 μ mol/L라고 보고했고, Bruun 등⁵⁾은 0.02-0.05ppm이라고 했으며, Heintze와 Petersson⁶⁾은 타액내 정상불소 농도를 0.01 - 0.03ppm이라고 보고한 바 있다. Bruun과 Thylstrup은 상수도 불화지역 거주자를 대상으로 타액내 평균불소농도를 조사했는데 2.31ppm F의 식수지 거주자는 0.032 \pm 0.004ppm, 0.36ppm F의 식수지 거주자는 0.017 \pm 0.004ppm이었다⁷⁾. 국내에서는 권 등이 타액내 평균 불소농도를 0.36 μ mol/L라고 조사한 바 있다⁸⁾.

타액은 구강점막의 건조를 방지함으로써 점막세포를 보호하고 표면에 대해 윤활작용을 하며, 면역

단백질과 같은 물질을 함유하여 항세균작용을 갖고 있는 것으로 알려져있다. 또 치아표면의 수산화인회석(hydroxyapatite)와 타액내의 이온들이 치환되거나 새로운 결정체를 형성함으로써 산에 대한 치아 표면의 저항성을 높여준다. 이와같이 타액은 끊임없이 구강내를 흐르며 구강내 조직을 적셔주어 구강환경을 조절하는 대표적인 요소이다¹⁾.

불소에 의한 우식 예방기전에 대해서는 아직도 논란이 계속되고 있으나, 탈회에 대한 치아구조의 저항성 증가, 재광화과정의 촉진, 치태세균막의 우식 유발능의 감소 등이 일반적으로 받아들여지고 있다⁹⁾. 최근의 연구에서 불소의 항우식효과는 치아주위의 액체환경(fluid environment)속에서 불소의 중요성을 지적하고 있다^{10,12)}. 비자극성 전타액내 불소농도는 주어진 시간동안 치면과 상호작용이 가능한 aqueous phase의 불소를 나타낸다고 한다¹³⁾. 따라서 타액내의 불소 농도를 조사함으로써 간접적으로 우식예방효과에 대한 정보를 얻을 수 있다. 구강내의 불소 농도를 증가시키는 여러 방법에는 불화된 상수도를 섭취하거나 불소보조제를 복용하는 전신적 투여방법과 불소치약, 불소양치액, 불소젤의 도포와 같은 국소적 투여방법이 있다¹⁴⁾. 그동안 다양한 delivery system을 통한 국소 불소제제가 임상적으로 우식증을 예방하는데 도움이 된다는 사실이 확인되었다¹⁵⁻¹⁷⁾. 치과의사는 우식증예방을 위해 환자에게 여러 불소 국소도포방법 중 한 가지를 추천하기에 앞서 이들 각 방법이 타액내 불소농도를 증가시키는데 얼마나 효과적인지 알 필요가 있다.

불소의 국소도포 후 타액내 불소농도에 관한 많은

연구가 있어왔으나 다른 방법을 사용, 그것을 비교한 글은 별로 많지않다. 이에 저자는 현재 국내에서 많이 쓰이고 있는 서로다른 4가지의 불소제제를 사용하고 난 뒤 시간변화에 따라 타액내 불소농도를 측정, 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 실험대상의 선정

전신적으로 건강하며 타액분비율에 영향을 줄 수 있는 어떠한 투약도 없는 만 25 - 30세의 남녀 각 4명씩을 실험대상으로 삼았다. 이들은 상수도수 비불화지역에 거주하며 도포제제가 구강내 잔류할 확률이 커지게 하는 어떠한 구강내 장착물도 없으며 건강한 구강상태를 보였다. 비자극성 타액분비율을 사전에 조사하여 분당 0.1ml이하인 경우는 연구대상에서 제외시켰다.

2. 실험재료

불소치약(덴타큐, 엘지화학) : 0.22% NaF

불소양치액(치카치카불화나트륨양치액, 삼일제약) : 0.05% NaF

불소젤(Swirl™, BIOMEDICA CONCEPTS) : 2.0% NaF

불소젤(Flura-gel 60™, Cadco dental products) : 1.23% NaF

3. 연구방법

가. 실험대상자들에게 실험에 들어가기 일주일 전부터 불소가 함유되지 않은 동일한 치약과 동일한 칫솔을 사용토록 지시하였다. 또한 이때부터 전 실험기간을 통하여 불소함량이 높은 식품의 섭취를 하지않도록 사전에 교육을 실시하였다.

나. 모든 실험대상자들에게 비자극성타액 수집방법을 교육한다. 타액 채취시 조용히 앉아 고개를 약간 숙인채 2분간 타액을 모은 뒤 미리 준비된 플라스크 병에 뱉도록 한다. 타액을 모으는 시간동안 가능한 한 말하거나 입을 열거나 혀로 구강조직을 자

극하지 않는다. 일주일간 매일 1회씩 하루중 동일한 시간에 타액을 수집한 뒤 이를 측정하여 baseline value로 삼는다. 타액을 수집하기 전에 항상 불소가 함유되지않은 치약을 사용하여 칫솔질한 후 수도물로 가볍게 양치하도록 한다. 각 실험은 각각 일주일의 간격을 두고 시행한다.

다. 제1군- 불소치약군

실험대상자들에게 불소치약을 1ml정도 이용하여 1분간 평소의 칫솔질 습관과 동일하게 칫솔질하도록 지시한다. 칫솔질 후 20ml의 증류수를 이용하여 두 번에 나누어 양치하도록 하고 총 양치시간이 10초가 되도록 하였다. 칫솔질을 시행하고 양치한 뒤 즉시 흘러나오는 비자극성타액 3ml를 수집하여 0분으로 하고, 칫솔질 후 15분, 30분, 45분, 60분, 90분, 120분에 흘러나오는 타액을 모아 타액내 불소농도 측정에 이용하였다. 실험이 종료될 때까지 약 2시간 동안 음식물과 기타 음료의 섭취를 피하도록 지시하였다.

라. 제2군- 불소양치액군

위의 실험과 동일하게 실시하되 불소양치액 10ml를 1분간 양치하도록 한다. 양치액을 뱉어내고 구강내 잔류된 양치액을 3회 더 뱉어낸 뒤 즉시 흘러나오는 타액을 모으고 이후 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180분에 각각 타액을 수집한다.

마. 제3군- neutral gel군

악궁에 맞는 기성품 tray를 사용하여 총 5ml의 젤을 상,하악 tray에 골고루 담은 다음 4분간 물고 있도록 한다. 4분경과 후 tray를 제거하고 구강내 잔존한 젤을 모아 3회 뱉어내며 4개의 거즈로 잔류된 젤을 최대한 닦아내도록 지시한다. 즉시 흘러나오는 타액을 모아 0분으로 하고 이후 15, 30, 45, 60, 90, 120분, 3, 4, 5, 6시간 경과후 각각 비자극성타액을 채취한다. 이때 젤 도포 후 첫 30분까지는 제조사의 지시대로 타액을 삼키지 않도록 주시시켰다.

바. 제4군- APF gel군

3군과 동일하며 단 구강내 적용시간은 1분으로 제한한다.

사. 대조군- 아무 불소 처치 없이 각 시간별로 타액을 채취하여 대조군으로 삼았다.

Ⅲ. 연구성적

아. 모아진 타액은 Whitford¹⁸⁾에 의해 변형된 HMDS를 이용한 확산방법^{19,20)}에 따라 처리했으며 분석방법은 다음과 같다. 시료 1ml과 DDW 2ml를 nonwetable polystyrene petri dish에 넣은 뒤 petri dish 뚜껑의 안쪽 가장자리에 바셀린을 lining 하여 밀폐시킬 준비를 해준다. 작은 전기인두로 1 - 2mm의 구멍을 만든 뚜껑의 내면에 0.05N NaOH 50 μ 를 5개의 분리된 방울로 놓이게 한 후 뚜껑을 덮는다. 미리 만들어 둔 HMDS로 포화된 3N H₂SO₄ 1ml를 이 구멍을 통해 넣은 뒤 즉시 바셀린으로 구멍을 막는다. 밀폐된 petri dish를 천천히 원을 그리듯이 움직여 용액이 잘 섞이도록 하며 실온에서 12 - 16시간 확산시킨다. 확산시킨 뒤 petri dish 뚜껑을 분리하여 5개의 NaOH 방울에 0.15N acetic acid 25 μ 를 첨가하고 여기에 DDW를 합쳐 총 100 μ 가 되도록 한 뒤 이것을 pH/Ion/Conductivity Meter (Model 50, Fisher Scientific)에 불소이온전극 (Orion, 96-09)으로 mV를 측정하고 표준화된 curve를 이용하여 ppm으로 환산한다.

자. 표준용액의 제조 및 standard curve calibration

1000 ppm 불소표준용액을 적절히 희석하여 100, 10, 1, 0.1, 0.05, 0.01, 0.005, 0.001 ppm의 불소용액을 제작한 뒤 표본과 동일하게 처리하여 불소이온전극하에서 standard curve를 그린다.(F concentration vs mV)

차. 불소농도 계측은 3회씩 반복측정하여 평균값을 택하였고 통계는 개인용 컴퓨터에서 SPSS/PC+를 이용하여 처리하였다.

1. Baseline value

평균값은 0.0152 ppm이며 표준편차는 0.0091 ppm이었다.

2. 비자극성 타액 분비율은 대조군에서 0.34 ml/min, 불소치약군이 0.36ml/min, 불소양치액군이 0.35ml/min, neutral gel군이 0.36ml/min, APF gel군이 0.36ml/min으로 각 군간에 통계적 유의차는 없었다.

3. 각종 불소처치후 타액내 평균 불소농도 변화 (Table 1~4, Fig 1)

비자극성 타액내 불소농도는 불소처치 직후 불소치약군에서 3.9563ppm, 불소양치액군이 6.925ppm, neutral gel군이 70.875ppm, APF gel군이 32.7593ppm을 각각 나타내었으며 시간이 지남에 따라 급격히 감소하는 양상을 보였다. 불소처치 직후를 제외하고는 모든 구간에서 타액내 불소농도는 APF gel군>neutral gel군>불소양치액군>불소치약군의 순이었다. 120분 경과시 불소치약군은 대조군과 비교시 통계적 유의차를 보이지 않았고, 불소양치액군은 대조군과 불소치약군에 비해 유의성있게 높은 값을 나타내었다(p<0.05). 180분이 경과한 뒤 불소양치액군의 타액내 불소농도도 대조군의 그것과 통계적 유의차가 없는 것으로 나타났다. 그러나, 6시간 경과후 측정된 APF gel군의 타액내 불소농도가 대조군과 neutral gel군에 비해, neutral gel군이 대조군에 비해 유의성있게 높게 유지되었다. (p<0.05)

Table 1. Fluoride concentration(ppm) of unstimulated human mixed whole saliva after different topical fluoride treatments.

	0min	15min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min	300min	360min
control	0.0202	0.0138	0.0093	0.0077	0.0065	0.0079	0.0117	0.0109	0.0084	0.0088	0.0078
F-paste	3.9563	0.4180	0.1154	0.0603	0.0331	0.0150	0.0086				
F-rinse	9.6250	1.1938	0.3401	0.1824	0.1093	0.0761	0.0356	0.0112			
Neutral gel	70.8750	7.9688	3.2250	1.5031	1.1188	0.7919	0.5833	0.4194	0.3100	0.2091	0.1441
APF gel	32.7563	10.0375	4.5313	2.6288	1.7775	1.3138	0.9275	0.6544	0.5031	0.3725	0.2775

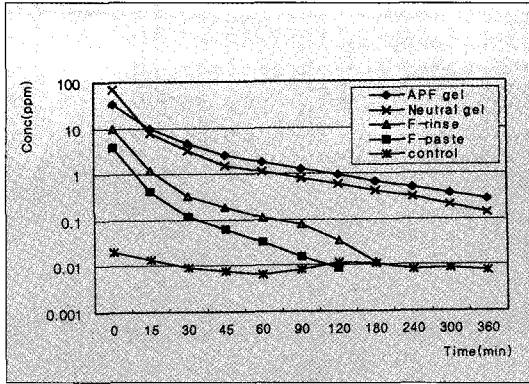


Fig 1. Fluoride concentration(ppm) of unstimulated human mixed whole saliva after different topical fluoride treatments.

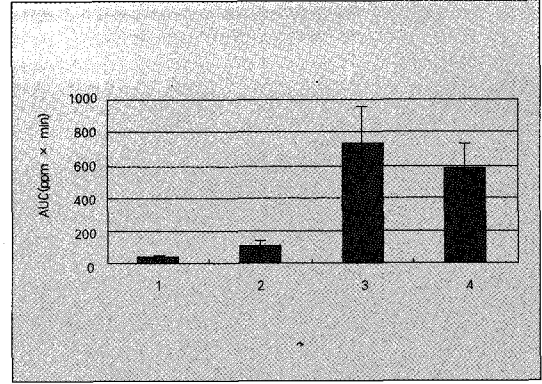


Fig 2. Mean area under the curve(AUC0-120min) for different fluoride treatments
1 = F-paste, 2 = F-rinse,
3 = neutral gel, 4 = APF gel

Table 2. Comparison of F concentration at 120min (*:p(0.05))

	control	F-paste	F-rinse
control			
F-paste	-		
F-rinse	*	*	

Table 4. Comparison of F concentration at 6 hours (*:p(0.05))

	control	neutral gel	APF gel
control			
neutral gel	*		
APF gel	*	*	

Table 3. Comparison of F concentration at 180min (*:p(0.05))

	control	F-rinse	neutral gel	APF gel
control				
F-rinse	-			
neutral gel	*	*		
APF gel	*	*	*	

Table 5. Comparison of AUC measurement between different F treatment(*:p(0.05))

	F-paste	F-rinse	neutral gel	APF gel
F-paste				
F-rinse	-			
neutral gel	*	*		
APF gel	*	*	*	

4. mean AUC0-120min value (Fig. 2, Table 5) 불소제제 사용직후부터 120분 경과 후까지 타액 내 잔류불소량(AUC0-120min)은 neutral gel군 > APF gel군 > 불소양치액군 > 불소치약군의 순이었고, 불소치약군과 불소양치액군간에는 통계적 유의차가 없었으며, neutral gel군과 APF gel군은 불소치약군과 불소양치액군에 비해 유의성있게 높았다 (p(0.05)).

IV. 총괄 및 고안

타액내 불소 연구는 두 가지 형태로 시행되어왔다. 첫째는 1회의 불소치치 후 시간 변화에 따른 불소농도의 감소를 측정하는 salivary fluoride clear-

ance measurement이며 둘째는 정기적으로 반복해서 같은 제제의 불소를 사용한 뒤 baseline 혹은 steady-state의 불소농도를 측정하는 equilibrium measurement이다²¹⁾. Clearance study는 실험적 처치로 구강내 적용된 불소를 평가하고 그에 따른 구강내 잔류량의 측정에 이용되어왔다. 이 연구방법은 타액내 불소의 *in vivo* 상황을 직접적으로 반영하므로 이를 통해 국소치치 후 불소의 bioavailability의 측정 목적으로 종종 행해져왔던 *in vivo* water-extractable fluoride data보다 적합한 방법이라 할 수 있다. Bruun 등²²⁾, Zero 등²³⁾, Duckworth와 Morgan 등²⁴⁾이 치약사용후 타액내 농도변화를 이와같은 방법으로 관찰했고, Heintze와 Petersson⁶⁾, Bruun 등⁵⁾, Zero 등²³⁾이 불소양치액으로 실험했으며,

Ekstrand²⁵⁾, McCall 등²⁶⁾, Bruun 등⁵⁾, Primosch 등²⁷⁾이 불소제 복용후 타액내 불소농도감소를 보고 했고, Bruun과 Givskov²⁸⁾, Oliveby 등¹³⁾이 불소검으로 같은 실험을 실시하였다.

불소농도를 측정하는 방법에는 isotachopheresis²⁹⁾, ion chromatography³⁰⁾, gas chromatography^{28,31)} 등 다양한 방법이 있는데 Frant와 Ross에 의해 개발된 불소이온전극을 이용하는 방법이 그 간편성과 정확성에 의해 널리 사용되고 있다^{32,33)}. 비록 불소이온전극이 hydroxide이온 이외에는 직접적인 간섭이 없기는 하지만 농도자체에 반응하는 것이 아니라 활동도(activity)에 대해 반응하기 때문에 전체적인 이온세기를 맞추고 완충시켜주어야 한다³⁴⁾. Birkeland³⁵⁾, Graf와 Muhlemann³⁶⁾은 불소이온전극으로 산성화시킨 타액(pH 4.7-5.3)내 불소농도를 완충액에 의한 조절없이 측정했는데 pH 조정후 측정된 값보다 높게 나왔다.

혈액과 같은 생체재료에서 불소는 이온형태와 결합형태로 존재한다^{37,38)}. 타액에서도 불소는 두 가지 형태로 존재할 수 있다. 즉 이온형태외에 중성 pH에서 타액내 구성성분(미생물, 상피세포, 유기물 등)이 불소와 결합할 수 있다³⁹⁾. 그러나 Ekstrand 등²³⁾, Jenkins와 Edgar³⁹⁾, Yao와 Gron⁴⁰⁾은 타액내 대부분의 불소가 이온형태이며 결합형태로 존재하는 불소도 산이나 citrate, EDTA, CDTA 같은 chelating agent에 의해 쉽게 이온화된다고 하였다. 이번 실험에서는 타액내 평균불소농도와 같이 비교적 낮은 농도의 불소를 측정하기위해 HMDS를 이용한 확산법을 사용하였다. 일반적으로 불소이온전극의 측정한계는 10^{-6} M 정도이기 때문에⁴¹⁾ 이것보다 높은 농도로 농축시키는 것이 정확성을 높여준다. 또 선택적 확산으로 타액내 존재하는 미생물과 여러 유기물에 의한 방해도 제거할 수 있다⁴²⁾.

이번 실험에 사용한 타액은 비자극성 전타액(unstimulated whole saliva)이다. 타액내 불소농도를 측정하는 대부분의 실험에서 비자극성 타액을 사용한다. Yao와 Gron은 자극성타액을 실험에 사용하는 것은 부적절하다고 하였다⁴⁰⁾. 그들은 이 이유를 자극성 타액을 사용하면 타액의 흐름에 계속 자극을 주게 되고 결과적으로 불소의 제거율이 증가되며, 이것은 인공적으로 낮은 불소농도를 만들어내기 때문이라고 설명했다. 그러나 Shannon은 타액분비율과 타액

내 불소농도간에 어떠한 연관관계도 존재하지 않아 자극성타액을 사용하기도 하였다⁴³⁾.

Duckworth 등은 수집한 타액을 실험에 사용하기 전에 1시간을 뇌진후와 6500g으로 30분간 원심분리한 것을 서로 비교했는데 큰 차이가 없었다⁴⁴⁾. 그는 이 원인을 추출가능한 불소가 대부분 타액내 불순물과 결합되어있지않기 때문이라고 설명했다. 이것은 Yao와 Gron의 결과⁴⁰⁾와 일치하지 않는데 그들은 불소가 타액내에서 특정물질과 결합되어있다고 했다. 하지만 이들이 실험한 것은 자극성타액으로 gum이나 paraffin wax를 씹게하고 타액을 채취하였기 때문에 이 과정에서 치태나 그외의 불순물이 타액내에 포함되어 그러한 결과가 초래된 것으로 보인다. Bosch는 supernatant 속 불소함량이 표본전체에서의 불소함량보다 적게 나오는데 이는 후자가 치태에 의해 오염되었기 때문이라고 했다⁴⁴⁾. 본 실험에서는 비자극성 전타액만을 실험에 사용하였으며 확산법에 의한 불소의 추출을 시행하였으므로 원심분리가 불필요한 것으로 판단되어 원심분리를 따로 시행하지 않고 다만 수집된 타액을 1시간이상 가만히 놔둔후 어느정도 불순물이 가라앉았을 때 supernatant에서 필요한 양만큼 채취하는 형식을 취했다. 또 실험 전 불소가 함유되지 않은 치약으로 양치질 후 실험을 실시하여 치태나 구강내 잔존물에 의한 오염을 최소화하였다.

본 실험에서는 국소적 불소적용방법으로 잘 쓰이는 세 가지 방법을 택했다: 불소치약, 불소양치액, 불소젤. 사용된 총 네 종류의 불소제제는 active F agent로 모두 NaF가 들어있어 불소이온으로 활성화될 때 가수분해가 필요한 일불소인산나트륨(sodium monofluorophosphate)과 같이 다른 형태의 불소와 관련된 복잡한 문제를 제거하였다⁷⁾.

Baseline fluoride value의 변화를 최소화하기 위해 Duckworth와 Morgan²⁴⁾, Oliveby 등¹³⁾은 실험대상자로 하여금 불소가 함유되지 않은 치약을 실험기간 전, 중에도 계속 사용토록 하였다. 본 실험에서도 같은 방법으로 농도변화를 관찰하였으나 비교적 큰 편차를 나타내었다. 이는 실험대상의 선정기준에서 구강건강상태, 섭취하는 식수나 기타 타액내 불소의 제거율이나 잔존율에 영향을 줄 수 있는 변수를 엄격히 조절하지 않았기 때문인 것으로 생각된다.

불소치약으로 실험한 결과 불소치약 사용 2시간

후 타액내 불소농도는 대조군과 통계적 유의차를 보이지 않았다. 이는 네 개의 실험군 중에서 가장 빠르게 적용된 타액내 불소농도로 회귀한 것이며 실험에 사용된 불소치약의 불소농도는 약 1000ppm, 구강내 적용된 불소의 양은 약 1mg이다. Petersson 등은 1000ppm F 불소치약 0.6g으로 1분간 칫솔질 한 뒤 30ml의 fluoride-free water로 양치해내고 타액내 불소농도를 측정, 약 30분간 증가된 농도가 유지되었다고 하였다⁴⁵⁾. Zero 등은 1.5g의 불소치약으로 2분간 칫솔질 한 뒤 15ml의 수돗물로 10초간 양치하도록 하여 타액내 불소농도를 측정했는데 2시간만에 baseline value로 감소되었다고 하였다²³⁾. Bruun 등은 500, 1000, 1500 ppm F 불소치약 사용후 60분간 대조군보다 높은 불소농도가 유지되었다고 하였으며²²⁾ 권 등은 NaF치약과 SMFP 치약과의 비교실험에서 60분이 경과했을 때까지 불화나트륨 치약군의 타액내 불소농도가 통계적으로 유의하게 증가하였다고 보고하였다⁹⁾. 이와 같이 비교적 빠른 제거율을 나타낸 것은 post-brushing activity의 영향에서 비롯된 것이다. Sjogren과 Birkhed는 실험에서 칫솔질 후 물로 양치하지 않은 군과 각각 10ml, 20ml의 물로 양치한 군을 비교하여 칫솔질 직후 10ml군은 1.6배, 20ml군은 4.5배나 낮은 불소농도를 나타내었다고 하였다⁴⁶⁾. Chesters 등⁴⁷⁾은 칫솔질 후 물로 양치해내는 것은 불소치약의 우식예방효과를 감소시키는 것이라고 했으며, Collins 등⁴⁸⁾, Sjogren과 Birkhed⁴⁶⁾도 칫솔질 후 과다한 물을 사용하는 것은 불소 잔존율에 부정적 영향을 미칠 수 있으며 결국 항우식효과를 감소시키는 것이라고 하였다. 불소치약은 여러 불소제제 중 가장 광범위하게 쓰이고 있는 가정용 불소도포제제이다¹⁶⁾. 또 치약은 칫솔에 의해 가장 직접적으로 치아에 적용된다. 그러나 칫솔질과 같은 물리적 자극과 치약의 맛, 향에 의한 자극으로 증가된 타액분비율과 고농도의 slurry를 뱉어낸 다음 수돗물로 양치하는 것은 불소농도를 급격히 떨어뜨리는 역할을 한다. 최근 Duckworth 등은 치약사용후 구강내 잔존한 불소에 대한 양치습관의 영향을 조사하였는데 양치하는 물의 부피가 클수록, 양치해내는 시간이 길수록, 양치를 자주할수록 타액내 불소가 감소한다고 하였다⁴⁹⁾.

불소치약에 비해 불소양치액을 적용한 군은 사용한 지 3시간 후 대조군과 통계적 유의차를 보이지

않았다. Heintze와 Petersson은 0.05% NaF 양치액과 0.2% NaF 양치액을 3분간 사용한 결과 각각 2시간 30분, 6시간 30분 후 초기농도로 되돌아갔다고 하였고⁶⁾, Bruun 등은 0.2% NaF 양치액 10ml로 2분간 물고있는 뒤 5시간까지 증가된 농도가 유지되었다고 하였다⁵⁾. 불소양치액군은 각 시간대에서 모두 불소치약군에 비해 약 3배의 농도차를 보였는데 이는 비록 불소양치액의 불소농도(226ppm)가 불소치약(1000ppm)보다 낮지만 실제 구강내 적용된 양은 불소양치액이 2.26mg으로 불소치약(1mg)보다 많았기 때문이다. 또한 불소양치액은 구강내 적용후 치약과 달리 물로 더 이상 양치해내지 않으므로 불소의 잔류측면에서 보면 치약보다 양치액을 사용하는 것이 보다 효과적인 불소적용방법이 된다.

3군과 4군은 전문가용 불소도포제제인 gel로 neutral gel과 APF gel을 사용하였다. 불소양치액에 비해 neutral gel은 20배, APF gel은 10배가 넘는 양이 구강내에 적용되었으며 첫 두시간 동안 두 군 모두 양치액군보다 10배가 넘는 높은 불소농도가 유지되었다. 고농도를 사용한다든 gel형태의 높은 점조도(viscosity)에 의해 구강내 잔류시간도 상당하여 6시간이 경과한 뒤 측정된 타액내 불소농도도 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 높은 값을 유지하였다($p < 0.05$). Heintze와 Petersson은 0.9% gel 6ml를 도포하였는데 50시간후 타액내 불소농도가 치료 전 상태로 되돌아왔다고 하였으며⁶⁾ Zero 등은 1.1% neutral gel 0.34ml를 사용하여 6시간 경과후 baseline value로 감소되었다고 하였다⁴²⁾. 한편 APF gel이 적용 직후를 제외하고는 줄곧 neutral gel보다 높은 타액내 불소농도를 나타내었는데 이는 APF gel이 빠른 속도로 구강조직에 확산, 침투되어 여러 reservoir에 저장되고, 이것이 서서히 유리되었기 때문이다. 이에 비해 neutral gel은 초기 적용농도 자체가 워낙 고농도였으므로 초기 타액내 불소농도는 높았지만 시간이 경과하면서 빠른 제거율을 보여 APF gel보다 낮은 타액내 불소농도가 유지된 것이다.

본 실험에서 불소제제의 사용으로 타액내 불소농도는 100~1000배 이상 상승되었다. 그러나 증가되었던 불소농도는 급격한 초기감소추세를 나타내었다. Dawes와 Weatherell은 외인성 불소를 불소제거율의 측면에서 세가지 그룹으로 나누었다(Table

6)⁵⁰. 첫 번째 그룹은 불소가 함유된 음료, 불소치약, 불소정제, 불소껌으로 이들은 두시간 이내에 초기농도로 빠른 회복을 보인다. 두 번째 그룹은 불소젤과 불소양치액이다. 수시간에서 거의 하루가 지나야 baseline value로 되돌아간다. 세 번째 그룹은 불소를 함유한 충전물이나 불소 varnish, slow-release device로서 초기농도로 돌아가는데 수 일이 소요된다. 외인성 불소가 구강내에 적용된 후 일시적으로 불소 농도가 상승되고 점차 감소하는 과정을 oral fluoride clearance라고 부른다⁵⁰. 이것은 여러인자에 의해 영향받는 것으로 알려져 있다. 특히 타액 분비율은 그중 가장 중요한 요인으로 꼽힌다⁶. 타액내 불소농도에 타액분비율이 중대한 부정적 영향을 미친다는 사실이 알려진 이후⁴² 여러 사람들이 이를 뒷받침하는 실험결과를 발표했다^{13,23,51}. 초기의 빠른 농도감소는 주로 증가된 타액분비율에 기인한다. 또한 불소가 치태나 구강점막, 법랑질로 확산된 것도 빠른 초기감소에 한몫한다⁴². 그 외에 분비되는 새로운 타액에 의해 희석되기도 하고 삼키기도 하면서 지속적인 농도 감소가 이루어진다. 고농도의 불소 적용시 지연된 감소를 보이는 것은 불소가 구강내 어딘가에 저장되어 있으며 이것이 서서히 방출됨을 의미한다⁵⁰. 불소의 저장고는 법랑질이나 치태일 수도 있고, 혀나 뺨 같은 연조직이 될 수도 있다⁴². 불소의 주요저장형태는 CaF₂이다. Leach는 불소농도가 4mmol/L 이상일 때 법랑질, 상아질과 반응하여 CaF₂가 형성된다고 하였고⁵², Lagerlöf 등은 CaF₂가 인의 존재하에서 서서히 용해된다고 하였다. 즉 불소의 제거율은 형성된 CaF₂와 이것의 용해속도에 영향받는다. 불소가 구강내에 적용되면 타액의 부피가 증가되면서 최대값(0.52~2.14ml)⁵⁴에 도달하고 연하가 일어난다. 그 후 타액의 부피는 residual volume(0.38~1.73ml)로 감소되는데 이러한 부피값도 불소의 제거율에 영향을 미치는 요소가 된다. 불소제제의 맛에 대한 효과에 대해 언급한 이⁵⁵도 있는데 이것에 의해 타액분비율이 증가되어 결과적으로 불소제거에 영향을 주는 한가지 요소가 된다. Lagerlöf 등⁵⁶은 적용된 불소의 일부분이 소화기계를 통해 흡수되어 타액에서 다시 나타난다고 하였다. 그러나 그 양은 극히 미미하여 Oliveby 등은 1mg NaF를 구강에서 소비하였다 하더라도 그후 2시간 동안 비자극성타액 속에 나오는 불소는 0.05%(0.23μg F)에 불과하다고

Table 6. Half-times for fluoride clearance from saliva after exposure to exogenous sources of fluoride

<2h	2-24h	>24h
beverages	gels	topical solutions
dentifrices	mouthrinses	varnishes
tablets		restoratives
chewing gum		slow-release devices

하였다⁵⁸⁻⁶⁰. 제거율의 측면에서 불소가 다른 물질과 가장 다른 점은 불소가 치아와 반응할 수 있다는 것이다⁵⁰. 4mmol/L 이하의 농도에서도 아주 작은 양의 fluorohydroxyapatite가 만들어지며 고농도에서는 상당한 양의 CaF₂가 형성된다⁵². 타액이 CaF₂에 포화되지는 않았지만 CaF₂는 표면에 타액의 무기인(inorganic phosphate)이나 pyrophosphate의 흡착으로 인해 수일에서 수주동안 매우 천천히 용해된다^{53,61}. 이와 같이 CaF₂가 natural slow-release device로 작용하므로 구강내에서 fluoride clearance는 상당히 복잡하다.

Clearance curve는 model의 함수의 수에 따라 조절된다. Aasenden 등⁵¹은 log(F conc)와 log(time) 간에 선형관계가 있다고 하였다. 반면에 Bruun 등⁶²은 Weibull function을 사용하여 불소농도와 시간사이에 그래프를 그렸다. Duckworth와 Jones⁶², Duckworth와 Morgan²⁴, Afflitto 등⁶⁴은 치약과 양치액 사용후 얻은 clearance curve를 Ekstrand 등⁶⁵이 사용한 bi-exponential function으로 그렸다. 모든 경우에서 AUC(area under the curve) value는 구강내 불소잔류량의 측정치로서 처치방법을 비교하는데 사용될 수 있다⁵⁰. 본 실험에서 AUC_{0-120min} 값은 neutral gel군>APF gel군>불소양치액군>불소치약군의 순으로 나타났으며 앞의 두 군이 대조군과 뒤의 두 군에 비해 통계적으로 유의하게 그 값이 높았다(p<0.05).

아직까지 치아우식증 예방측면에서 타액내 불소의 역할이 명확히 밝혀져 있지는 않다. 또 항우식작용을 위해 필요한 타액내 불소농도에 대한 자료도 부족한 형편이다. 그러나 많은 연구에서 비교적 낮은 불소농도를 갖는 용액으로 법랑질의 탈회율을 감소시키는데 효과적이라는 사실이 확인되었다. Page⁶⁶는 약산성용액속에서 72시간동안 매우 낮은 0.014 ppm의 불소용액으로 탈회가 방지되어 항우식효과

가 있다고 밝혔으며, Gibbs 등⁶⁷⁾은 *in vitro*에서 0.06ppm의 불소농도로 법랑질의 재석회화가 촉진된다고 보고한 바 있다. Margolis 등¹²⁾은 1.3 μ mol/L(0.024 ppm)의 낮은 불소농도로 pH 4.3의 탈회용액속에서 어느정도 법랑질 표면을 보호할 수 있다고 했고, Manly와 Harrington⁶⁸⁾은 5.3 μ mol F/L의 농도로 산용액 속에서 법랑질 용해율을 감소시킨다고 했으며 ten Cate와 Duijsters¹¹⁾도 2.6 μ mol F/L(0.05 ppm)로 *in vitro*에서 법랑질 용해율이 낮아졌다고 했다. 비록 그 감소의 양이 어느정도인지는 명확하지 않지만 타액내 불소농도의 어떠한 증가도 법랑질의 탈회를 감소시키고 초기 병소의 재석회화를 촉진시킨다고 보여진다.

불소는 구강내에 다양한 형태의 여러 가지 방법으로 적용될 수 있으며 최근 낮은 농도의 불소를 일정한 속도로 천천히 유리시키는 slow-release device의 개발이 이루어지고 있다. Cowsar 등⁶⁹⁾은 intra-oral fluoride-releasing device(IFRD)를 개발했는데 이것은 NaF를 함유하고 있는 core matrix가 불소를 일정한 속도로 유리할 수 있도록 multiple rate-limiting membrane으로 둘러싸여있다. Adderly 등⁷⁰⁾은 동물실험에서 이 장치를 부착했을 때 타액내 불소농도가 유의하게 증가했다고 보고했고, Mirth 등⁷¹⁾은 사람을 대상으로 하루에 0.5mg의 불소를 방출하는 IFRD를 장착, 혈액이나 소변내 평균불소농도는 유의성있는 변화가 없는 반면 타액내 불소농도가 유의성있게 높았다고 했다. 타액내 불소농도측면에서 본다면 이러한 장치로 항우식을 위한 최적의 상황을 만들 수 있다. 그러나 아직까지 IFRD의 임상적 적용에는 많은 문제점이 남아있어 보다 간편하고 안전한 불소적용방법에 대한 연구가 더 필요하다.

불소는 적정농도에서 분명히 효과적인 우식예방 물질이다. 앞으로 우식예방을 위한 최적의 타액내 불소농도에 대한 연구와 아울러 다양한 불소제제의 개발에 발맞춘 임상연구가 계속되어 보다 이상적인 불소적용방법 및 형태의 발전이 이루어져야 하겠다.

V. 결 론

저자는 혼합타액내 평균 불소농도와 여러 종의 불소제제 사용후 타액내 잔류불소농도를 변형된 HMDS 확산방법과 불소이온전극으로 측정하여 다

음과 같은 결론을 얻었다.

1. 비자극성 혼합타액내 평균 불소농도는 0.0152 ppm \pm 0.0091ppm이었으며, 비자극성 타액분비율은 0.34-0.36ml/min으로 각군간에 통계적 유의차는 없었다.
2. 불소제제 사용직후를 제외하고는 모든 구간에서 타액내 불소 농도는 APF gel군>neutral gel군>불소양치액군>불소치약군의 순이었고, 불소치치 120분 경과후 불소치약군의 타액내 불소농도가, 180분 경과후 불소양치액군의 불소농도가 대조군과 통계적 유의차를 보이지 않은 반면, 6시간 경과후까지 APF gel군과 neutral gel군의 타액내 불소농도가 대조군에 비해 유의성있게 높게 유지되었다.(p<0.05)
3. 불소제제 사용직후부터 120분 경과후까지 타액내 잔류불소량(AUC_{0-120min})은 neutral gel군>APF gel군>불소양치액군>불소치약군의 순이었고, neutral gel군과 APF gel군이 나머지 두 군에 비해 유의하게 높은 값을 보였다(p<0.05).

참 고 문 헌

1. 이종훈, 김중수: 구강생리학 신광출판사, 서울, 175-207, 1989
2. Gron P, McCann HG, Brudevold F: The direct determination of fluoride in human saliva by a fluoride electrode. Fluoride levels in parotid saliva after ingestion of single doses of sodium fluoride. Arch Oral Biol 13:203-213, 1968
3. Shannon IL: Biochemistry of fluoride in saliva. Caries Res 11(Suppl.1):206-218, 1977
4. Duckworth RM, Morgan SN, Murray AM: Fluoride in saliva and plaque following use of fluoride-containing mouthwashes. J Dent Res 66(12):1730-1734, 1987
5. Bruun C et al: Fluoride in mixed human saliva after different topical treatments and possible relation to caries inhibition. Community Dent Oral Epidemiol 10:124-129, 1982
6. 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
7. Bruun C, Thylstrup A: Fluoride in whole saliva and dental caries experience in areas with high or low concentrations of fluoride in the drinking water. *Caries Res* 18:450-456,1984
 8. 권호근, 김백일, 이영희, 김권수 등: 불소치약 사용후 시간변화에 따른 구강내 타액의 불소 농도변화에 관한 연구. *대한구강보건학회지* 20(4):555-567,1996
 9. Pinkham JR: *Infancy through adolescence*(2nd ed.) W.B.Saunders company, Philadelphia,192-205,1994
 10. Arends J, Ten Cate JM: Tooth mineralization. *J Cryst Growth* 53:135-147,1981
 11. Ten Cate JM, Duijsters PPE: Influence of fluoride in solutions on tooth remineralization. I. Chemical data. *Caries Res* 17:193-199,1983
 12. 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
 13. Oliveby A, Ekstrand J, Lagerlof F: Effect of salivary flow rate on salivary fluoride clearance after use of a fluoride-containing chewing gum. *Caries Res* 21:393-401,1987
 14. 김종배, 최유진, 백대일, 신승철: *예방치학*. 고문사, 서울 107-123,1990
 15. Thylstrup A: Clinical evidence of the rate of pre-eruptive fluoride in caries prevention. *J Dent Res* 69(Spec Iss):742-750,1990
 16. Mellberg JR: Evaluation of topical fluoride preparations. *J Dent Res* 69(Spec Iss):771-779,1990
 17. Stookey GK: Critical evaluation of the composition and use of topical fluorides. *J Dent Res* 69(Spec Iss):805-812,1990
 18. Whitford GM: The metabolism and toxicity of fluoride(Monographs in oral science. vol.13), Karger, Switzerland, 1989
 19. Taves DR: Determination of submicromolar concentrations of fluoride in biological samples. *Talanta* 15:1015-1023,1968
 20. Taves DR: Separation of fluoride by rapid diffusion using hexamethydisiloxane. *Talanta* 15:969-974,1968
 21. Duckworth RM, Gilbert RJ: Intraoral models to assess cariogenicity: Evaluation of oral fluoride and pH. *J Dent Res* 71(Spec Iss):934-944,1992
 22. Bruun C, Givskov H, Thylstrup A: Whole saliva fluoride after toothbrushing with NaF and MFP dentifrices with different F concentrations. *Caries Res* 18:282-288,1984
 23. Zero DT, Fu J, Espeland MA et al: 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
 24. Duckworth RM, Morgan SN: Oral fluoride retention after use of fluoride dentifrices. *Caries Res* 25:123-129,1991
 25. Ekstrand J: Fluoride concentrations in saliva after single oral doses and their relation to plasma fluoride. *Scand J Dent Res* 85:16-17,1979
 26. McCall D, Stephen KW, McNee SG: Fluoride tablets and salivary fluoride levels. *Caries Res* 15:98-102,1981
 27. Primosch RE, Weatherell JA, Strong M: Distribution and retention of salivary fluoride from a sodium fluoride tablet following various intra-oral dissolution methods. *J Dent Res* 65:1001-1005,1985
 28. Bruun C, Givskov H: Fluoride concentrations in saliva in relation to chewing of various supplementary fluoride preparations. *Scand J Dent Res* 87:1-6,1979
 29. Oliveby A, Twetman S, Ekstrand J:

- Diurnal fluoride concentration in whole saliva in children living in a high- and a low-fluoride area. *Caries Res* 87:1-6,1979
30. Lindahl CB: Fluoride and monofluorophosphate analysis. *Caries Res* 17(Suppl 1):9-20,1983
 31. Retief DH, Summerlin DJ, Harris BE, Bradley EL: An evaluation of three procedures for fluoride analysis. *Caries Res* 19:248-254,1985
 32. Edelstein BL, Cottrel D, O'Sullivan D, Tinanoff N: Comparison of colorimeter and electrode analysis of water fluoride. *Pediatr Dent* 14(1):47-49,1992
 33. Weinberger SJ, Johnston DW, Wright GZ: A comparison of two systems for measuring water fluoride ion level. *Clin Prev Dent* 11(5):19-22,1989
 34. Front MS, Ross JW Jr: Use of total ionic strength adjustment buffer for electrode determination of fluoride in water supplies. *Anal Chem* 40(7):1169-1171,1968
 35. Birkeland JM: Fluoride ion activity in vitro and in vivo of two sodium fluoride dentifrices. *Caries Res* 5:193-201,1971
 36. Graf H, Muhlemann HR: Oral telemetry of fluoride ion activity. *Archs Oral Biol* 14:259-263,1969
 37. Taves DR: Evidence that there are two forms of fluoride in human serum. *Nature* 217:1050-1051,1968
 38. Taves DR: Comparison of organic fluoride in human and nonhuman serums. *J Dent Res* 50(3):783,1971
 39. Jenkins GN, Edgar WM: Distribution and forms of fluoride in saliva and plaque. *Caries Res* 11(Suppl. 1):226-242,1977
 40. Yao K, Gron P: Fluoride concentration in duct saliva and in whole saliva. *Caries Res* 4:321-331,1970
 41. Fry BW, Taves DR: Serum fluoride analysis with the fluoride electrode. *J Lab Clin Med* 75(6):1020-1025,1970
 42. 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(11):1768-1775,1992
 43. Shannon IL: Biochemistry of fluoride in saliva. *Caries Res* 11(Suppl. 1):206-225,1977
 44. Ten Bosch JJ, Booij M: A quantitative comparison of methods measuring fluoride in solutions or in enamel. *J Dent Res* 71(Spec Iss):945-948,1992
 45. Petersson LG, Ludvigsson N, Ullbro C et al: Fluoride clearance of whole saliva in young school children after topical application. *Swed Dent J* 11:95-101,1987
 46. Sjogren K, Birkhed D: Effect of various post-brushing activities on salivary fluoride concentration after toothbrushing with a sodium fluoride dentifrices. *Caries Res* 28:127-131,1994
 47. Chesters RK, Huntington E, Burchell CK et al: Effect of oral care habit on caries in adolescents. *Caries Res* 26:299-304,1992
 48. Collins WJN, Weetman DA, Stephen KW et al: Salivary fluoride concentrations following toothbrushing. *Caries Res* 18:155,1984
 49. Duckworth RM, Knoop DTM, Stephen KW: Effect of mouthrinsing after toothbrushing with a fluoride dentifrice on human salivary fluoride levels. *Caries Res* 25:287-291,1991
 50. Dawes C, Weatherell JA: Kinetics of fluoride in the oral fluids. *J Dent Res* 69(Spec Iss):638-644,1990
 51. Aasenden R, Brudevold F, Richardson B: Clearance of fluoride from the mouth after topical treatment or the use of a fluoride mouthrinse. *Arch Oral Biol* 13:625-636,1968
 52. 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
53. Lagerlöf F, Saxegaard E, Barkvoll P, Rolla G: Effect of inorganic orthophosphate and pyrophosphate on dissolution of calcium fluoride in water. *J Dent Res* 67:447-449,1988
 54. Lagerlöf F, Dawes C: The value of saliva in the mouth before and after swallowing. *J Dent Res* 63:618-621,1984
 55. Dawes C, Watanabe S: The effect of taste adaptation on salivary flow rate and salivary sugar clearance. *J Dent Res* 66:740-744,1987
 56. Lagerlöf F, Oliveby A, Ekstrand J: Physiological factors influencing salivary clearance of sugar and fluoride. *J Dent Res* 66:430-435,1987
 57. Oliveby A, Lagerlöf F, Ekstrand J, Dawes C: Influence of flow rate, pH and plasma fluoride concentrations on fluoride concentration in human parotid saliva. *Arch Oral Biol* 34:191-194,1989
 58. Oliveby A, Lagerlöf F, Ekstrand J, Dawes C: Studies on fluoride concentrations in human submandibular/sublingual saliva and their relation to flow rate and plasma fluoride levels. *J Dent Res* 68:146-149,1989
 59. Oliveby A, Lagerlöf F, Ekstrand J, Dawes C: Studies on fluoride on fluoride excretion in human whole saliva and its relation to flow rate and plasma fluoride levels. *Caries Res* 23:243-246,1989
 60. Grobler SR, Øgaard B, Rølla G: Uptake and retention of fluoride in sound dental enamel in vivo after a single application of neutral 2% sodium fluoride. In: *Tooth surface interactions and preventive dentistry*, Information Retrieval Ltd., London, 17-25,1981
 61. Bruun C, Qvist V, Thylstrup A: Effect of flavour and detergent on fluoride availability in whole saliva after use of NaF and MFP dentifrices. *Caries Res* 21:427-434,1987
 62. Duckworth RM, Jones S: On the relationship between salivary fluoride clearance and the rate of salivary flow. *Caries Res* 23:437-438,1989
 63. Afflito J, Schmid R, Esposit A et al: Fluoride availability in human saliva after dentifrice use: correlation with anticaries effects in rats. *J Dent Res* 71(Spec Iss):841-845,1992
 64. Ekstrand J: A micromethod for the determination of fluoride in blood plasma and saliva. *Calcif Tissue Res* 23:225-228,1977
 65. Page DJ: A study of effect of fluoride delivered from solution and dentifrices on enamel demineralization. *Caries Res* 25:251-255,1991
 66. Gibbs CD, Huntington E, Lynch RJM et al: Effect of low levels of fluoride on calcium uptake by lesions in human enamel. *Caries Res* 27(Abstr):218,1993
 67. Manly RS, Harrington DP: Solution rate of tooth enamel in an acetate buffer. *J Dent Res* 38:910-919,1959
 68. Cowsar DR, Tarwater OR, Tanquary AC: Controlled release of fluoride from hydrogels for dental applications. *Am Chem Soc Symp Series* 31:180-197,1976
 69. Adderly DP, Shem RJ, Emilson CG et al: Evaluation of an intraoral device for the controlled release of fluoride in primates. *IADR Prog&Abst* 60:No.1064,1981
 70. Mirth DB, Shern RJ, Emilson CG et al: Clinical evaluation of an intraoral device for the controlled release of fluoride. *J Am Dent Assoc* 105:791-797,1982

국문초록

각종 불소처리 이후 시간변화에 따른 타액내 불소농도 변화에 관한 연구

박수진 · 김형두 · 김종철

서울대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치학연구소

구강내의 불소농도를 증가시키는 여러 방법에는 불화된 상수도를 섭취하거나 불소보조제를 복용하는 전신적 투여방법과 불소치약, 불소양치액, 불소젤의 도포와 같은 국소적 투여방법이 있다. 그동안 다양한 delivery system을 통한 국소도포용 불소제제가 임상적으로 우식증을 예방하는데 도움이 된다는 사실이 확인되었다.

최근의 연구에서 불소의 항우식효과는 치아주위의 oral fluid environment속에서 불소의 중요성을 지적하고 있다. 비자극성 전타액내 불소농도는 주어진 시간동안 치면과 상호작용이 가능한 aqueous phase의 불소를 나타낸다고 한다. 따라서 타액내의 불소 농도를 조사함으로써 간접적으로 우식예방효과에 대한 정보를 얻을 수 있다.

우식증예방을 위해 환자에게 여러 가지 국소도포방법 중 한 가지를 추천하기에 앞서 이들 각 방법이 타액내 불소농도를 증가시키는데 얼마나 효과적인지 알 필요가 있다. 이에 저자는 국소적 불소도포후 구강내 불소의 잔류량과 시간별 농도를 비교하고자 현재 국내에서 많이 쓰이고 있는 서로다른 네가지 불소제제를 사용하고 난 뒤 시간변화에 따른 타액내 불소농도를 HMDS를 이용한 확산법과 불소이온전극을 사용하여 측정하고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 비자극성 혼합타액내 평균 불소농도는 $0.0152\text{ppm} \pm 0.0091\text{ppm}$ 이었으며, 비자극성 타액분비율은 $0.34 - 0.36\text{ml}/\text{min}$ 으로 각군간에 통계적 유의차는 없었다.
2. 불소제제 사용직후를 제외하고는 모든 구간에서 타액내 불소 농도는 APF gel군 > neutral gel군 > 불소양치액군 > 불소치약군의 순이었고, 불소처리 120분 경과후 불소치약군의 타액내 불소농도가, 180분 경과후 불소양치액군의 불소농도가 대조군과 통계적 유의차를 보이지 않은 반면, 6시간 경과후까지 APF gel군과 neutral gel군의 타액내 불소농도가 대조군에 비해 유의성있게 높게 유지되었다($p < 0.05$).
3. 불소제제 사용직후부터 120분 경과후까지 타액내 잔류불소량($\text{AUC}_{0-120\text{min}}$)은 neutral gel군 > APF gel군 > 불소양치액군 > 불소치약군의 순이었고, neutral gel군과 APF gel군이 대조군과 나머지 두 군에 비해 유의하게 높은 값을 보였다($p < 0.05$).

주요어 : 타액내 불소, 국소적 불소도포