

수중 불소함유 이장용 시멘트의 불소 유리량과 상아질로의 불소흡착정도

전남대학교 치과대학 치과보존학교실

고효지 · 정현주 · 오원만

Abstract

THE IN VITRO STUDY ON FLUORIDE RELEASE AND FLUORIDE UPTAKE TO DENTIN FROM FLUORIDE CONTAINING LINER / BASE CEMENTS

Hyo - Jee Ko, Hyun - Ju Chung, Won - Mann Oh

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chonnam National University

The purpose of this study was to determine the fluoride release levels of new fluoride-containing liner/base cements and the fluoride uptake by dentin surfaces.

Ten specimens of each brand (Fuji ionomer Type III, Fuji Lining LC, Timeline, Vitrebond and XR ionomer) were made, polymerized and placed in fluoride-free distilled water at 37°C, 100% relative humidity for 24 hours. The extracting solution of specimen was exchanged and fluoride release was measured daily for the 30 days.

For fluoride uptake study, twenty-five extracted human lower molars were sectioned longitudinally in the mesiodistal direction with a diamond disc. Five teeth were filled with each material and then stored at 37°C, 100% humidity for 4 weeks. Fluoride uptake by dentin from the test materials was evaluated using electron probe micro X-ray analyzer.

The following results were obtained :

1. The amounts of fluoride release showed no significant difference between Fuji ionomer Type III and Fuji Lining LC, but showed significant difference between other groups. XR ionomer released significantly greater fluoride than any other group ($P < 0.001$).
2. All the materials have a burst effect which more fluoride released in then first 3 day and showed significant decrease over the test period ($P < 0.001$).
3. XR ionomer group showed fluoride penetration to approximately 50 μ m deep in dentin. But other material groups showed very little fluoride uptake by dentin.

I. 서 론

여러 이장재들이 와동 형태를 수정하고 치수를 보호하는 목적으로 개발, 사용되어 왔다¹⁾. 이상적인

와동 이장재는 치수에 물리, 화학, 생물학적으로 손상을 주지 않으며 수복체에 의한 온도자극 및 충전재 자체에 대한 자극이 직접 치수에 전달되는 것을 차단하고 불소유리로 인한 항우식효과를 가져야 한

다.

불소의 항우식효과를 추정하기 위해 치질내의 불소함량의 변화, 우식병소의 재석회화, 치질의 용해도와 경도변화등을 관찰하는 방법이 이용된다. 불소의 항우식성은 불소에 의한 치질의 재석회화 및 항균효과에 의한다고 보고되어 있다²⁻⁹⁾.

와동 이장재로서는 기존의 산화아연유지질 시멘트와 산산화칼슘 시멘트, 인산아연 시멘트가 많이 사용되고 있으며, 치경부의 마모 및 우식의 수복에 쓰이는 글라스아이오노머 시멘트도 널리 이용되고 있다. 글라스아이오노머 시멘트는 치아의 법랑질과 상아질에 물리화학적으로 결합하며 복합레진과의 결합력도 우수하다¹⁰⁾. 또한 글라스아이오노머 시멘트에서는 불소가 지속적으로 유리되며¹¹⁻¹⁴⁾, 이 성분이 법랑질보다는 상아질에 더 깊게 침투한다고 보고되어 있다¹⁵⁾.

반면 레진 중합체는 생체적합성과 세포독성에 관한 실험에서 좋은 결과를 보여 이들 재료를 이장재로 사용할 수 있게 되었고¹⁶⁾, 최근에는 광중합형 불소유리 레진 이장재와 글라스아이오노머 시멘트 이장재가 개발되었다. 광중합용인 이장재들은 기존의 이장재에 비해 물리, 화학적 성질과 결합력이 향상되어 있고 함유된 불소유리로 인한 치아우식증 예방효과가 있으며 광중합 복합레진, 도제 인레이, 은아말감에 의한 수복시 치수보호재로 사용되고 있다¹⁷⁾.

기존의 이장재들의 불소유리량과 치질내로의 불소침투정도에 대해서는 Fukazawa등¹¹⁾, Hattab¹²⁾, Muzynski등¹³⁾, Forsten¹⁴⁾ 및 Wesenberg와 Hals¹⁵⁾의 연구가 있으나, 최근 임상에서 널리 사용되고 있는 신상품에 대한 연구는 거의 없다. 이에 저자는 최근 신상품으로 널리 사용되고 있는 수종의 불소함유 이장재들의 성분 중 불소의 시간경과에 따른 유리

량을 관찰하여 비교하고 이들 재료의 상아질에의 흡착정도를 측정하여 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고하는 바 이다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서는 화학중합용 글라스아이오노머 이장재인 Fuji ionomer Type III(FIII)와 광중합용 레진 이장재인 Timeline(TL) 그리고 광중합용 글라스아이오노머 이장재인 Fuji Lining LC(FLC), Vitrebond(VB), XR ionomer(XR)가 사용되었다(Table 1).

상아질내로의 불소흡착정도의 측정을 위해서는 발거된 25개의 하악대구치들을 사용하였다. 발거 즉시 증류수에 보관된 치아 중 교합면이나 치경부에 우식증이나 파절, 충전물이 없는 것을 선택하였다.

2. 실험 방법

1) 불소이온 유리량의 측정

A. 시편 제작

내경 15.0mm, 고경 1.0mm의 주형을 제작하여 제조회사의 지시대로 혼합된 재료를 주입한 후 셀룰로이드지로 덮고 주형의 고경에 맞게 C-클램프를 이용하여 두 유리판을 조인 후 광중합 이장용 재료들(TL, FLC, VB, XR)은 VCL 300 가시광선 중합기(Demetron Research Corp., U.S.A.)를 사용하여 시편의 전, 후면을 각각 30초씩 광중합하였다. 화학중합 이장용 재료인 FIII도 같은 방법으로 주형에 주입하여 5분 경과 후 주형에서 시편을 분리하였다. 실험시편은 각 재료별로 10개씩 제작하였다.

B. 측정 방법

제작된 시편은 중합 후 37°C, 100% 상대습도 하에서 1시간 보관한 후 플라스틱 시편보관용기내의

Table 1. Materials of experimental groups

Brand Name	Code	Manufacturer	Curing Method
Fuji ionomer Type III	FIII	GC Dent. Indust. Corp., Japan	Chemical cure
Timeline	TL	Caulk / Dentsply., U. S. A.	Light cure
Fuji Lining LC	FLC	GC Dent. Indust. Corp., Japan	Light cure
Vitrebond	VB	3M Dent. Prod. Div., U. S. A.	Light cure
XR ionomer	XR	Kerr / Sybron Corp., U. S. A.	Light cure

4ml 증류수에 담구어 24시간 두었으며, 그 후에는 보관용기를 항온조에서 꺼내어 각각의 시편을 1ml 증류수에 수세하고 시편을 수세한 용액은 4ml의 시편용액에 첨가하였다. 각 시편들은 4ml 증류수가 담긴용기에 넣고 다시 항온조에 옮긴후 24시간 보관하였다. 수집된 5ml의 시편용액에 0.5ml의 TISAB (total ionic strength adjustment buffer)을 첨가하여 불소이온 유리량을 측정하였다. 위의 과정은 30일 동안 매일 반복 시행하였으며, 이온측정기(Orion Research Model 901A., U. S. A.)에 불소이온 측정 전극을 장착한 후 제조회사의 지시대로 각 시편 측정전에 1ppm, 10ppm, 100ppm의 불소표준용액으로 표준화하여 사용하였다.

통계적인 처리로서는 각 재료와 시간경과에 따른 불소 유리량의 유의성 검증을 위해 이원 분산분석과 Scheffe multiple range test를 사용하였다.

2) 상아질내로의 불소흡착정도의 평가

A. 시편 제작

발거된 즉시 증류수에 보관되어 있던 25개의 하악대구치를 Diamond saw(Isomel Buehler Ltd., Evanston IL.)를 사용하여 치아의 최대 풍융부의 약 3mm 정도 내부에서 협면에 평행하게 근원심 방향으로 절단하여 상아질을 노출시켰다(Fig. 1A). 접착테이프(3M Co., No471)를 증첩시켜 1mm 두께로 만든 다음 천공기를 사용하여 내경 10mm의 원형구를 형성한 후 노출된 치아의 상아질면에 부착하였다(Fig. 1B). 이장재들은 제조회사의 지시에 따라 혼합한 후 각 재료당 5개씩 상아질면의 원형구에 충전하고, 광중합 이장용 재료들(TL, FLC, VB, XR)은

30초간 중합하고, 화학중합 이장용 재료(FIII)는 5분간 경화시킨 후 치면에서 접착테이프를 제거하였다.

제작된 시편은 37°C, 100% 상대습도의 항온조에 4주 동안 보관하였고, 그 후 시편을 최대 직경을 포함시켜 1mm 두께로 횡절단한 후 2~3분간 초음파 세척기로 세척한 후에 건조기에서 건조시켰다(Fig. 1C).

A. The dotted lines indicate the mesiodistal sectioning of the tooth.

B. The dotted line indicates the position of the adhesive tape and material

C. 1mm thickness ground section through the experimental surface for electron probe microanalysis.

* Arrow indicate the position and direction of electron microprobe linear scans.

P. Pulp, De : ground Dentin, E : ground Enamel

B : Buccal, L : Lingual, M : Mesial, D : Distal

B. 측정 방법

실험시편은 10mm 두께의 탄소피복을 한 후, 5keV, 50mA로 조절된 Electron Probe Micro X-ray Analyzer(NORAN Instrument, U. S. A.)의 Energy Dispersive Micro X-ray Analyzer(E. D. A. X)를 사용하여 상아질 표면으로부터 15μm깊이 부위에서 구성원소 성분을 분석하여 그 정점을 관찰하였다. 또한 정점이 확실히 나타난 경우에 한하여 선형주사를 시행하였다.

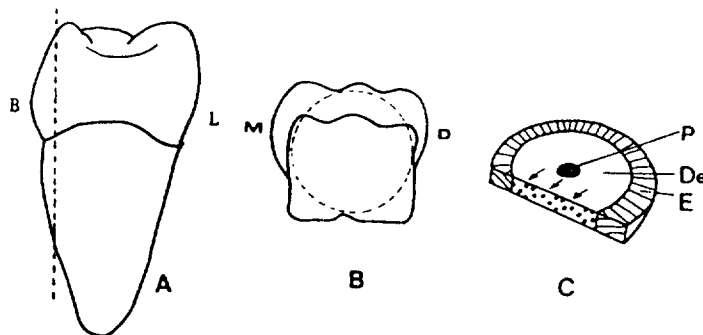


Fig. 1. Schematic representation of a human lower molar with experimental surface of exposed dentin.

III. 실험성적

1. 불소이온 유리량 측정

50개의 실험시편에 대한 불소이온 유리량을 30일 동안 매일 측정하였고, 실험 1, 7, 14, 21, 28일의 불소유리량을 재료별, 시간별로 통계 처리하였다 (Fig. 2, Table 2).

전반적인 실험기간에 걸쳐 XR에서 가장 많은 불소유리량을 유지하였으며, 그 다음으로 TL, VB, FLC와 FIII 순이었으며, 모든 재료에서 7일 이후의

유리량은 1일에 비해 유의성 있게 감소하였다($P < 0.001$) (Table 2).

시간경과에 따른 불소유리량의 감소는 재료에 따라 다양한 양상으로 나타났다(Table 2). FIII, FLC, TL은 1일과 7일의 불소유리량간에 유의한 차이를 보였으며, VB에서는 1일, 7일, 14일간에서 서로 유의한 차이를 보였고, XR에서는 1일, 7일, 14일, 21일간에 서로 유의한 차이를 보이며 감소하였다($P < 0.01$).

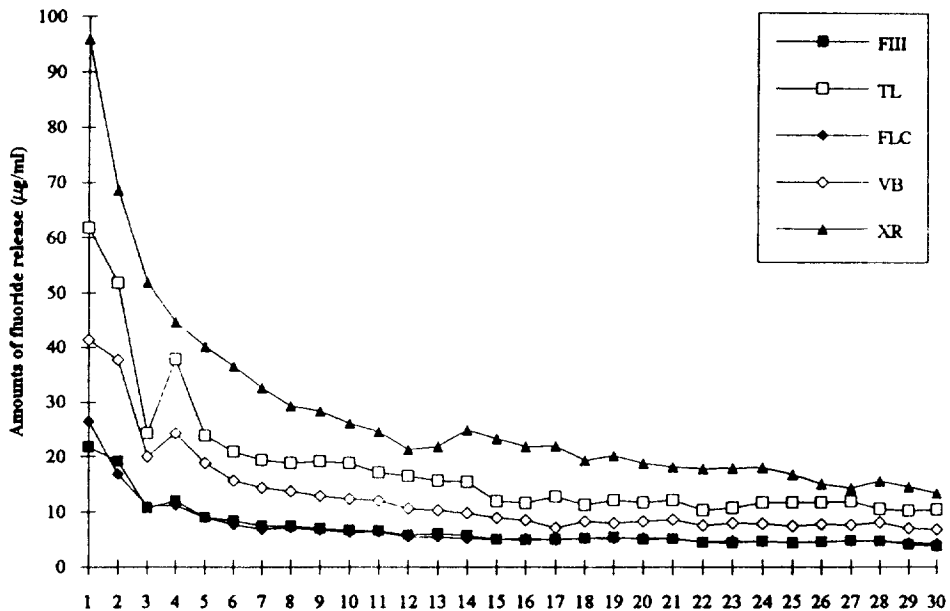


Fig. 2. Fluoride release amounts at the times tested.

Table 2. Fluoride release amounts from specimens

	(Unit : µg/ml)				
	FIII	TL	FLC	VB	XR
1 day	21.78± 4.46 ★	61.88± 6.47 ★	26.48± 5.88 ★	41.36± 5.47 ★	96.00± 4.38 ★
7 day	7.42± 1.03	19.43± 2.79	6.86± 1.32	13.76± 1.20 ★	32.66± 2.35 ★
14 day	5.73± 1.09	15.51± 1.87	5.09± 0.97	9.79± 0.53	24.87± 5.24 ★
21 day	5.13± 0.92	12.20± 1.62	5.23± 1.07	8.61± 0.59	18.24± 1.89
28 day	4.65± 0.64	10.56± 2.37	4.83± 0.81	8.04± 0.70	15.67± 1.03

n=10, Mean± SD

Statistically significant by two-way ANOVA with repeated measurements ($P < 0.001$)

★ : Statistically significant by Scheffe multiple range test ($P < 0.01$).

시간경과에 따른 불소유리량은 1일째 XR에서 96.00 $\mu\text{g/ml}$ 로 가장 높게 나타났으며, TL에서 61.88 $\mu\text{g/ml}$, VB에서 41.36 $\mu\text{g/ml}$, FLC에서 26.48 $\mu\text{g/ml}$, FIII에서 21.78 $\mu\text{g/ml}$, 순으로 FIII와 비교했을 때 FLC와는 유의한 차이가 없었고, 다른 재료들은 상호간에 유의한 차이를 보였다($P < 0.01$) (Table 3).

모든 재료들은 3일째까지 많은 불소가 급격히 유리되는 현상이 있었으며, 3일째 부터는 서서히 감소하는 양상을 보였다.

7일, 14일, 21일째의 시간경과에 따른 불소유리량은 FIII와 비교했을 때 FLC를 제외한 다른 재료들과는 상호간에 유의한 차이를 보였다($P < 0.01$).

Table 3. Comparison of fluoride release amounts among the materials

	FIII	TL	FLC	VB	XR
FIII	-	**	-	**	**
TL		-	**	**	**
FLC			-	**	**
VB				-	**
XR					-

** : $P < 0.01$ - : No significance

28일째 불소유리량은 XR에서 15.67 $\mu\text{g/ml}$ 로 여전히 다른 재료들에 비해 가장 높았으며, 다음으로 TL에서 10.56 $\mu\text{g/ml}$, VB에서 8.04 $\mu\text{g/ml}$, FLC에서 4.83 $\mu\text{g/ml}$, FIII에서 4.65 $\mu\text{g/ml}$ 순으로 FIII와 FLC와는 유의한 차이가 없었고, 다른 재료들은 상호간에 유의한 차이를 보였다($P < 0.01$).

2. 상아질내로의 불소흡착정도

4주동안 보관했던 실험시편을 상아질 표면으로부터 15 μm 깊이에서의 불소흡착정도를 분석한 결과는 다음과 같다(Fig. 3~7).

FIII군(Fig. 3), FLC군(Fig. 4), TL군(Fig. 5), VB군(Fig. 6)에서는 상아질에서 나트륨, 마그네슘, 알루미늄, 규소, 인, 칼슘등의 성분정점이 관찰되었으나, 불소정점은 검출되지 않았다. 그러나 스펙트럼의 양상으로 보아 상아질내 미량의 불소흡착이 있는 것으로 나타났다.

반면 XR군에서는 상아질에서 나트륨, 마그네슘, 알루미늄, 규소, 인, 칼슘의 성분과 함께 불소가 검출되는 구성원소 정점을 볼 수 있었다(Fig. 7).

불소정점이 나타난 XR군을 선형주사했을 때 상아질 표면에서부터 내부 50 μm 깊이까지 불소의 검

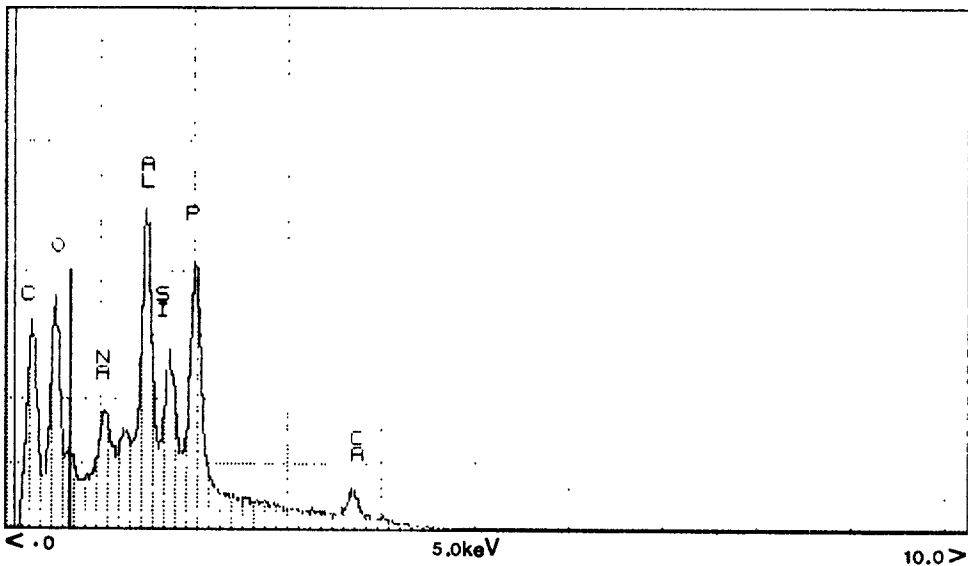


Fig. 3. EDAX spectrum(X-ray intensity vs Energy, keV) showing the concentration profile in 15 μm depth of dentin surface 4 weeks after application of Fuji Type III (Bar position : °F).

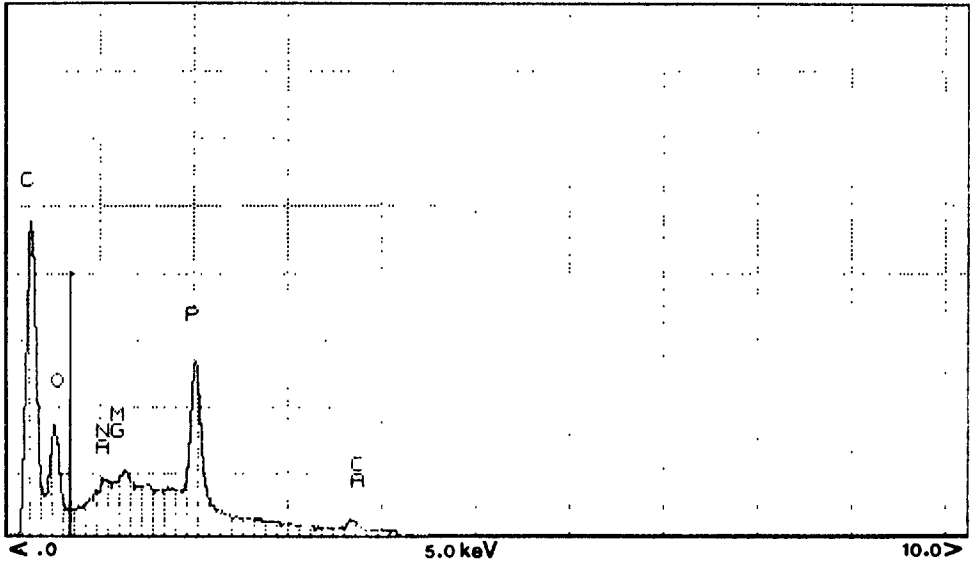


Fig. 4. EDAX spectrum(X-ray intensity vs Energy, keV) showing the concentration profile in 15 μ m depth of dentin surface 4 weeks after application of Fuji Lining LC.(Bar position : $^{\circ}$ F)

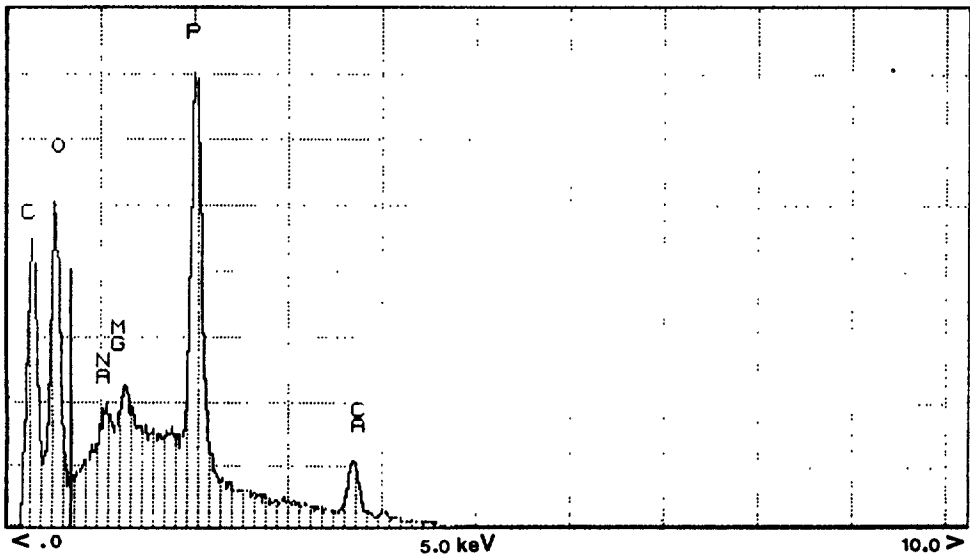


Fig. 5. EDAX spectrum(X-ray intensity vs Energy, keV) showing the concentration profile in 15 μ m depth of dentin surface 4 weeks after application of Timeline. (Bar position : $^{\circ}$ F)

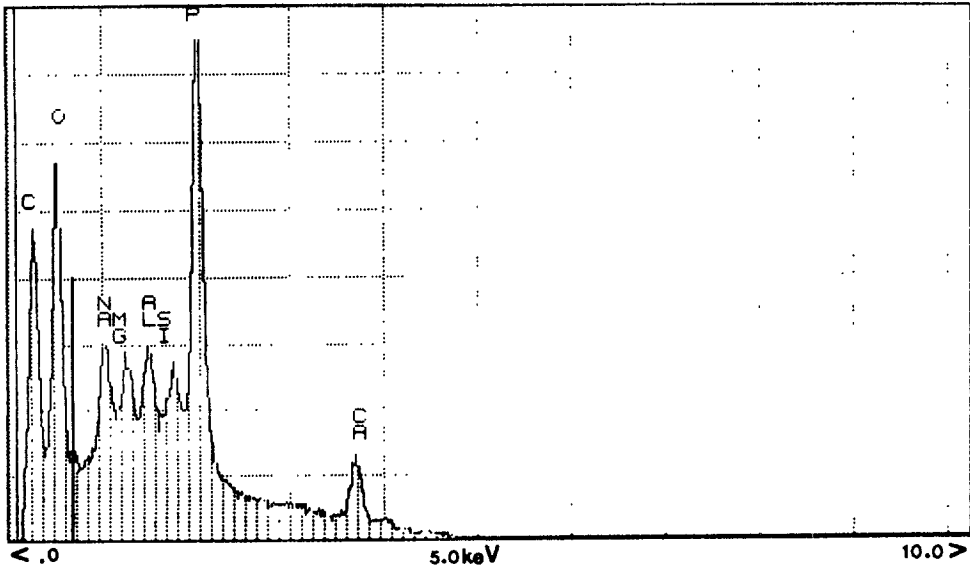


Fig. 6. EDAX spectrum(X-ray intensity vs Energy, keV) showing the concentration profile in 15 μ m depth of dentin surface 4 weeks after application of Vitrebond. (Bar position : $^{\circ}$ F)

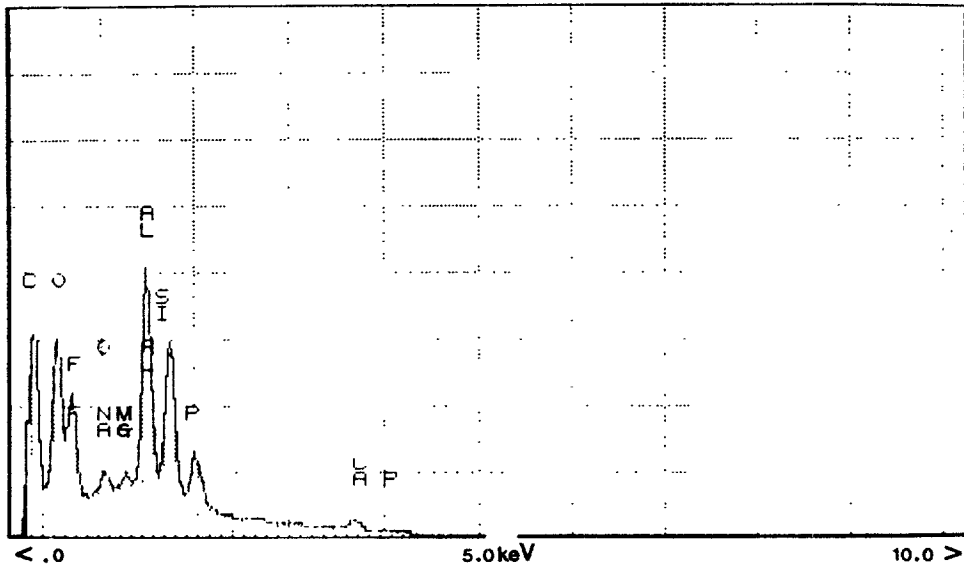


Fig. 7. EDAX spectrum(X-ray intensity vs Energy, keV) showing the concentration profile in 15 μ m depth of dentin surface 4 weeks after application of XR ionomer. (Bar position : $^{\circ}$ F)

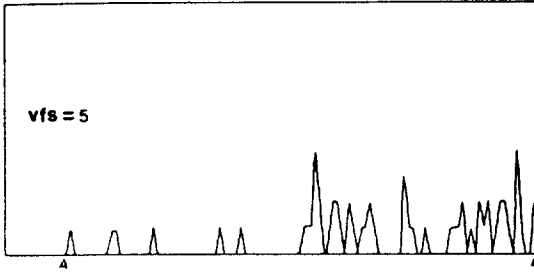


Fig. 8. XR ionomer line scan from dentin surface to about 50 μ m depth in dentin.

(▲ : Dentin surface, △ : About 50 μ m depth into dentin)
(vfs=vertical full scale)

출을 볼 수 있었다(Fig. 8). 불소흡착정도는 상아질 표면에서 가장 많았으며 상아질 안쪽으로 갈수록 감소하여 50 μ m이상의 깊이에서는 불소가 검출되지 않았다.

IV. 고 찰

이상적인 와동이장재는 생물학적으로 무해하고 치질과 강하게 물리화학적으로 결합해야되며 불소 유리에 의한 항우식 효과가 있어야 한다. 불소의 항우식효과는 구강내 우식발생의 원인이 되는 세균의 번식에 필요한 효소활성의 감소기전에 의한 항균효과와 치아의 재석회화 촉진작용에 의해 가능하다. 불소의 적용시간을 연장했을 때 치질내로의 불소흡착이 증가되어¹⁸⁾ 불화인회석의 형성이 증진되고¹⁹⁾ 결국 불소이온은 치질의 용해성을 감소시켜 치아우식증을 억제한다²⁰⁾고 알려져 있다. DeSchepper등²¹⁾은 *Streptococcus mutans* 억제에 최소한 20~300 ppm 범위의 불소농도가 필요하다고 하였으며, Swift²²⁾는 지속적인 불소유리가 계속될 때 우식정지 효과가 있다고 하였다.

또한 글라스아이오노머 시멘트의 분말성분 중 유리입자에 포함되어 있는 불소는 재료자체의 제작과정에서 융합의 온도를 낮추고 조작성을 용이하게 하며 경화된 시멘트의 강도와 투명도를 증가시키고 장기간 유리되어 치료효과를 높인다는 장점을 가진다²³⁾. Kidd²⁴⁾는 모든 수복재료의 변연부에서 미세누출이

일어날 수 있고, 이로 인해 이차우식증이 유발될 수 있는데 불소가 방출되는 글라스아이오노머 시멘트는 치아와 수복물사이의 우식발생을 감소시킨다고 하였다.

이장재의 구성성분의 유리기전에 대해 Roulet과 Walti²⁵⁾는 레진과 글라스아이오노머 시멘트가 수분 흡수에 의해 초기 팽창을 보인 후 지속적으로 용해된다고 하였으며, Crisp등²⁶⁾은 글라스아이오노머 시멘트는 초기경화시에 가장 용해성이 높고 칼슘이온은 거의 유리되지 않으나 알루미늄과 나트륨은 23시간 동안 소량 유리되는 반면 규산은 지속적으로 유리된다고 하였다. 불소유리에 대해 DeSchepper등²⁷⁾, McCourt등²⁸⁾은 초기에 급격히 유리되는 현상을 보인다고 하였으나, Hattab등²⁹⁾은 8일간의 생체실험에서 불소유리량이 거의 일정하다고 하였다. 또한 McCourt등²⁸⁾은 글라스아이오노머계 이장재에서 17주에 걸쳐 불소유리가 지속된다고 보고하였다.

종래의 와동이장재는 경화시간이 길고 작업시간이 짧으며 조작성이 복잡하고 경화시의 중합반응에 의한 탈수로 재료 자체에 균열이 생기는 단점이 있어 임상적인 한계를 지니고 있다³⁰⁾. 이러한 단점을 보완하기 위하여 최근 재료의 물리적 성질, 결합강도, 치료효과등이 향상된 광중합 이장용시멘트들이 개발되어 임상에서 널리 사용되고 있다³¹⁾.

본 실험에서는 불소를 함유하는 이장재 중 종래의 화학중합형 이장재 1종과 최근에 발달한 광중합형 이장재 4종의 불소유리량을 측정하였다. 실험결과 처음 3일까지 많은 불소가 방출되고 시간경과에 따라 그 양이 감소하여 상당기간 지속적으로 유리되는데 이는 Tsanidis등³²⁾, DeSchepper등²⁷⁾, McCourt등²⁸⁾과 같은 결과였다. 사용된 이장재에 따라 시간경과에 따른 불소유리량은 상이하어 XR은 20일까지, TL은 10일까지, VB는 5일, FLC와 FIII는 2일까지 20 ppm이상의 농도로 유리되었다. 따라서 이는 DeSchepper등²¹⁾이 보고한 바와 같이 우식균에 대한 항균효과를 발휘할 수 있을 것으로 추정된다. 그러나 본 실험에서는 실험시편을 증류수에 침적시켜 불소유리를 유도하여 상당량의 불소가 유리됨을 볼 수 있었으나 실제 임상조건 하에서는 이장재가 수복물 하방에서 경화된 상태로 유지되고 상아세관액이나 변연누출에 의한 조직액의 유입에 의존하여 불소유리가 가능하므로 본 실험결과를 가지고 그 임상적

효과를 판단하는 것은 상당한 무리가 있을 것으로 생각된다.

치질내로의 불소유리 및 침투정도는 이장재의 성분에 따라 다르다. 글라스아이오노머 시멘트는 fluoroaluminosilicate 분말과 polyacrylic acid 용액으로 구성되어 두성분을 혼합시키면 용액내의 수소이온이 분말 표면에 작용함으로써 가교구조의 경화물이 형성되어 치질의 칼슘이온과 착화합물을 형성하는 화학적인 결합을 이룬다³⁰⁾. Maldonado등³³⁾에 의하면 글라스아이오노머 시멘트의 기질은 불화칼슘으로 둘러싸인 입자를 함유하고 있어 주위의 법랑질과 상아질로 불소이온을 유리한다고 하였는데, 이렇게 유리된 불소는 치질내로 침투하여 법랑질보다는 상아질에 더 깊게 침투한다¹⁵⁾고 하였다. 반면 불소를 함유하는 레진에서의 불소유리는 불소의 외부확산에 의존³⁴⁾하므로 유리되는 양과 속도가 한정되어 있다²²⁾.

치질내 불소농도를 측정하기 위한 방법 중 불소이온전극사용법³⁵⁾은 치아를 부식, 채취하여 그 속의 불소농도를 분석하는 방법으로 미량의 불소량을 측정할 수 있는 장점이 있으나 치질의 부위에 따른 불소의 분포양상을 관찰하기 힘들며, 실험자의 숙련도에 따라 오차가 발생할 수 있는 단점이 있다. 70년대 중반부터 물질 표면의 화학분석에 이용되어온 X-선 광전자 스펙트럼 분석법(ESCA)은 치아 표면을 부식시키지 않으며 직접 국소적 원자조성을 연구할 수 있고 원자번호 3(Lithium)이상의 모든 원소를 분석할 수 있는 장점이 있으나 전체 상아질내에 함유된 정확한 불소농도를 평가할 수 없는 단점이 있다. 이들 방법과는 달리 Electron probe micro X-ray analyzer(E. P. M. A.)는 물질 표면에 전자선을 조사할 때 발생하는 각 원소 특유의 X-ray를 측정함으로써 표면의 국소적인 원소조성을 연구하는 방법으로 치질내의 불소농도를 측정하는데 우수한 공간분해능을 가지고 있다³⁶⁻³⁹⁾. E. P. M. A.의 Energy Dispersive Micro X-ray Analyzer(E. D. A. X.)를 사용한 법랑질 시편의 분석은 시편이 균일하며 표준불화인회석과 구조적으로 유사하므로 측정치가 정확한데 비해, 상아질시편 분석은 시편의 조성과 조밀도의 차이로 정확한 정량결과를 기대할 수 없다. 왜냐하면 낮은 조밀도는 분석할 조직에 발생하는 특정방사선이 적게 흡수되기 때문에 상아질에서 측정된 원소량은 표준

불화인회석과 비교한 기대치보다 약간 높게 나타날 수 있다³⁷⁾. 또한 유사한 실험조건 하의 상아질에서 측정된 칼슘과 인의 농도는 wet chemical method에서 보다 약 15% 정도 높게 나타난다고 하였다³⁸⁾. 그러므로 E. P. M. A.에 의해서 기록된 농도는 정확한 농도이기 보다는 단지 대략적인 양³⁷⁻³⁹⁾을 추정하게 한다. 본 실험에서는 시편내의 정확한 원자조성과 치질내의 불소농도를 측정하기 위해 우수한 공간분해능을 지닌 E. P. M. A.를 사용하였으나 그 결과는 다른 기기분석방법과 비교연구되어야 하리라 생각된다.

본 연구는 상아질내로의 불소흡착평가를 위해 상아질 표면으로부터 15 μ m 깊이에서 시편을 분석하였다. 분석결과 XR ionomer를 제외한 다른 재료군에서는 미량의 불소만 검출되었으며, 선형주사가 가능했던 XR ionomer에서는 상아질 표면에서 불소가 더 많았으나 상아질내 약 50 μ m 깊이에서도 검출되었다. 그러나 본 실험에서는 발거된 치아를 사용하였으므로 치수생활력과 상아세관액의 상실, 상아질 투과성의 감소 가능성 등으로 구강내에서의 상황과는 다소 상이하고, 실제 임상에서 존재하는 소량의 상아세관액과 수복재와 치질사이의 미세누출로 인해 불소유리를 유발하는 타액유입 등의 조직액²⁰⁾이 배제되어 있기 때문에 그 결과를 임상적으로 그대로 인정할 수는 없다. 따라서 이러한 점을 감안한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다. 또한 본 실험에서 사용된 와동이장재들은 제조회사에 따라 불소함유율과 제조방법이 달라 불소유리량과 흡착정도에는 차이가 있었으며 이들의 치료 효과를 평가하기 위해 많은 임상적 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 최근 사용중인 수종의 불소함유 이장용시멘트에서 항우식효과를 지니는 불소의 유리수준과 유리된 불소의 상아질내로의 흡착정도를 평가하고자 시행되었다.

불소이온 유리량 측정을 위해 화학중합형인 Fuji ionomer Type III와 광중합형인 Timeline, Fuji Lining LC, Vitrebond 및 XR ionomer에 대해 각 10개씩의 실험시편을 제작하여 종류수에 담귀 24시간 항온조에 보관하였다. 30일 동안 매일 시편용액을

채취하여 용액내 불소농도를 측정하였다.

불소의 상아질내로의 흡착정도를 평가하기 위해 충전물이나 치아우식이 없는, 발거된 25개의 하악 대구치를 근원심방향으로 절단, 연마하여 상아질을 노출시킨 다음, 5 종류의 이장재를 제조회사의 지시에 따라 혼합한 후 각 재료당 5개 치아씩 충전하여 4주간 항온조에 보관한 다음 Electron Probe Micro X-ray Analyzer를 사용하여 치질내의 불소함량을 관찰하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 불소유리 수준은 XR ionomer에서 가장 높고 다음으로 Timeline, Vitrebond, Fuji Lining LC 순으로 나타났으며($P < 0.001$), Fuji ionomer Type III와 Fuji Lining LC 간에는 유의한 차이가 없었으나, 다른 재료간에 있어서는 유의한 차이가 있었다($P < 0.001$).
2. 모든 재료는 처음 3일째까지 불소가 급격히 유리되었으며 그 후 유리량은 시간경과에 따라 서서히 감소하였다($P < 0.001$).
3. 모든 재료에서 상아질내로의 미량의 불소 흡착이 나타났으며, 특히 XR ionomer군에서 가장 많은 흡착을 보였는데 상아질 표면에서 약 50 μ m 깊이까지 불소가 검출되었다.

이상의 결과로 불소함유 이장재의 제조회사에 따른 불소유리 수준은 다양하나 항우식 작용을 가진 불소를 함유하는 수중 이장용 재료의 불소유리 수준과 상아질내로의 불소흡착정도와는 밀접한 관계가 있으므로 이들 재료를 임상에서 사용할 때 기존의 이장재에 비해 유리할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Sturdevant CM, Barton RE, Sockwell CL, Strickland WD : The Art and Science of Operative Dentistry. 2nd., 1985, p 101.
2. Hodge HC, Holloway PL, Davis TGH, Worthington HV : Caries prevention by dentifrices containing a combination of sodium monofluorophosphate and sodium fluoride. Brit Dent J 149 : 201, 1980.
3. Mellberg JR, Chomiciki WG : Effect of soluble calcium on fluoride uptake by enamel from sodium monofluorophosphate. J Dent Res 61 : 1394, 1983.
4. Gerrard WA, Winter PJ : Evaluation of tooth-pastes by their ability to assist rehardening on enamel in vitro. Caries Res 20 : 209, 1986.
5. DePaola PF, Brudevold F, Aasenden R, Moreno EC, Englander H, Bakhos Y, Bookstein F, Warram J : A pilot study of the relationship between caries experience and surface enamel fluoride in man. Arch Oral Biol 20 : 859, 1975.
6. Hicks HJ, Flaitz CM, Silverstone LM : Secondary caries formation in vitro around glass ionomer restorations. Quintessence Int. 17 : 527, 1986.
7. Marquis RE : Physiology of fluoride inhibition of oral bacteria. J Dent Res 68(Special Issue) : 1694, 1989.
8. Reintsema H, Lodding A, Arends J : Fluoridation of partially demineralized human enamel in vivo. A comparison of SIMS and microdrill fluoride analysis, Caries Res 20 : 419, 1986.
9. Temin SC, Csuros Z, Mellberg JR : Fluoride uptake from a composite restoration by enamel. Dent Mater 5 : 64, 1989.
10. Mclean JW, Prosser HJ, Wilson AD : The use of glass ionomer cements in bonding composite resins to dentin. Brit Dent J 158 : 410, 1985.
11. Fukazawa M, Matsuya S, Yamane M : Mechanism for erosion of glass ionomer cements in an acidic buffer solution. J Dent Res 66 : 1770, 1987.
12. Hattab FN : Direct determination of fluoride in selected dental materials. Dent Mater 3 : 67, 1987.
13. Muynski BL, Greener E, Jameson L, Malone WFP : Fluoride release from glass ionomers used as luting agents. J Prosthet Dent 60 : 41, 1988.
14. Forsten L : Fluoride release from a glass ionomer cement. Scand J Dent Res 85 : 503, 1977.
15. Wesenberg G, Hals E : The in vitro effect of a glass ionomer cement on dentin and enamel walls. J Oral Rehab 7 : 35, 1980.

16. Stanley HR, Pameijer CH : Pulp capping with a new visible light-curing Ca(OH)₂ composition. *Operative Dent* 10 : 156, 1985.
17. Jordan RE, Suzuki M, MacLean DF : Light-cured glass ionomers. *J Esthet Dent* 1 : 59, 1989.
18. Richardson B : Fixation of topically applied fluoride in enamel. *J Dent Res* 46 : 87, 1967.
19. Brudevold F, MaCann HG, Nilsson R, Richardson B, Coklica V : The chemistry of caries inhibition problems and challenges in topical treatments. *J Dent Res* 46 : 37, 1967.
20. Norman RD, Phillips RW, Swatz ML : Fluoride uptake by enamel from certain dental materials. *J Dent Res* 39 : 11, 1960.
21. DeSchepper EJ, White PR, von der Lehr W : Antibacterial effects of glass ionomers. *Am J Dent* 2 : 51, 1989.
22. Swift EJ : Fluoride release from two composite resins. *Quintessence Int* 20 : 895, 1989.
23. Kent BE, Lewis BG, Wilson AD : Glass ionomer cement formulations : I. The preparation of novel fluoroaluminosilicate glasses high in fluoroine. *J Dent Res* 58 : 1607, 1979.
24. Kidd E : Caries diagnosis within restored teeth. *Operative Dent* 14 : 149, 1989.
25. Roulet JF, Walti C : Influence of oral fluid on composite resin and glass ionomer cement. *J Prostet Dent* 52 : 182, 1984.
26. Crisp S, Lewis BG, Wilson AD : Glass ionomer cements : Chemistry of erosion. *J Dent Res* 55 : 1032, 1976.
27. Deschepper EJ, Berry EA, Cailleteau JG, Tate WH : A comparative study of fluoride release from glass ionomer cements. *Quintessence Int* 22 : 215, 1991.
28. McCourt JW, Cooley RL, Huddleston AM : Fluoride release from fluoride containing liners/bases. *Quintessence Int* 21 : 41, 1990.
29. hattab FN, El-Mowafy OM, Salem NS, El-Badrawy WAG : An in vitro study on the release of fluoride from glass ionomer cement. *Quintessence Int* 22 : 221, 1991.
30. 용승희, 이정석 : 광중합 Glass Ionomer Cement의 표면처리에 따른 복합레진과의 결합력에 관한 실험적 연구. *대한치과보존학회지* 17 : 421, 1992.
31. Tam LE, McComb D, Pulver F : Physical properties of proprietary light-cured lining materials. *Operative Dent* 16 : 210, 1991.
32. Tsanidis V, Koulourides T, Retief DH : Fluoride release from glass ionomer cements : Its effects on dentin. *J Dent Res* 69(Abstract) : 1873, 1990.
33. Maldondo A, Swartz ML, Phillips RW : An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cement. *J Am Dent Assoc.* 96 : 785, 1978.
34. Arend J, Ruben J : Fluoride release from a composite resin. *Quintessence Int* 19 : 513, 1988.
35. Retief DH, Summerlin DJ, Harris BE, Bradley EL : An Evaluation of three procedures for fluoride analysis. *Caries Res* 19 : 248, 1985.
36. Hals E, Selvig KA : Correlated electron probe microanalysis and microradiography of carious and normal dentin cementum, *Caries Res* 11 : 62, 1977.
37. Tveit AB, Tötdal B, Klinge B, Selvig KA : Fluoride uptake by dentin surfaces following topical application of TiT₄, NaF and fluoride varnishes in vivo. *Caries Res* 19 : 240, 1985.
38. Tveit AB : Fluoride uptake by enamel surfaces, root surfaces and cavity walls following application of a fluoride varnish in vitro. *Caries Res* 14 : 315, 1980.
39. Tveut AB, Tötdal B : Fluotide uptake by cavity walls from a fluoride containing amalgam in vitro. An electron microanalysis. *Acta Odontol Scand* 39 : 107, 1981.