

Fuji VII 글래스 아이오노머 시멘트의 재광화 효과

김영진 · 박호원 · 이주현 · 서현우

강릉대학교 치과대학 소아치과학교실 · 구강과학연구소

국문초록

Fuji VII은 제 1, 2대구치의 조기보호를 목적으로 소개되었으며 기존의 글래스 아이오노머 시멘트보다 많은 양의 불소를 유리하면서도 점도가 낮아 흐름성이 우수하고 부가적인 산부식 과정이 필요 없는 특징 때문에 치은판개가 일부 덮인 제 1, 2대구치의 교합면이나 일부만 노출된 대구치 협면구의 우식 예방과 재광화에 유용하다고 하였다.

본 연구의 목적은 Fuji VII의 재광화 효과를 알아보고 기존의 글래스 아이오노머 시멘트, 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트, 콤포머와 복합레진의 재광화 효과를 비교하고자 하였다. 이에 인공적으로 형성한 우식을 가진 42개의 치아에 Fuji VII, Fuji II, Fuji II LC improved, F2000, Filtek™ Z250의 재료를 충전하고 편광현미경 상에서 충전 직후와 4주 후 탈회 면적을 측정하였으며 두 면적의 차이를 비교하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 재광화 정도는 Fuji VII, Fuji II, Fuji II LC improved, F2000, 대조군, Filtek™ Z250 순으로 크게 나타났으며, 글래스 아이오노머 계통의 Fuji VII, Fuji II, Fuji II LC improved에서 F2000, Filtek™ Z250, 대조군에 비해 유의한 재광화가 나타났다($p < 0.05$).
2. Fuji VII과 Fuji II, Fuji II LC improved 간에는 유의한 재광화 정도의 차이는 관찰되지 않았다($p > 0.05$).

주요어 : 글래스 아이오노머 시멘트, 탈회, 재광화, 편광현미경

I. 서 론

글래스 아이오노머 시멘트가 처음 소개된 이후 고유의 장점과 지속적인 물성의 향상으로 인해 현재까지 치과계에 널리 사용되고 있다¹⁾. 이러한 글래스 아이오노머 시멘트는 치아와 유사한 낮은 열팽창 계수를 가지고 법랑질과 상아질에 화학적으로 결합하며, 수복물 하방과 구강 내 불소 유리 및 구강 내 유입된 불소를 흡수하여 재유리하는 성질로 와동 내부와 변연부의 이차 우식을 예방하고 인접 치아 법랑질의 탈회를 방지하고 재광화를 유도 한다²⁻¹⁴⁾. 그러나 글래스 아이오노머 시멘트는 복합레진에 비해 표면 활택성과 심미성이 떨어지며^{15,16)}, 강도와 경도

가 낮고 표면마모에 대한 저항성이 떨어진다¹⁷⁾.

임상적으로 습윤한 상태에서 결합하는 글래스 아이오노머 시멘트는 치은판개가 일부 덮인 제 1, 2대구치의 교합면이나 일부만 노출된 대구치 협면구에 관찰되는 초기 우식이나 법랑질 저형성 부위에 적당한 임시수복재료로 사용되었다. 그러나 글래스 아이오노머 시멘트도 다량의 수분에는 민감하여 경화 도중에 물과 접촉하면 백탁화 현상이 일어나고 경화 후 건조되면서 균열이 발생하는 제한점을 가진다¹⁸⁾.

최근에 이러한 기존 글래스 아이오노머 시멘트의 장단점을 고려하여 맹출 중인 구치의 조기 보호를 목적으로 Fuji VII (GC corporation, Tokyo, Japan) 글래스 아이오노머 시멘트가 소개되었다. 제조사의 설명에 따르면, Fuji VII은 기존의 글래스 아이오노머 시멘트처럼 부가적인 산부식 과정이 필요 없으며, 기존의 글래스 아이오노머 시멘트보다 점도가 낮아 흐름성이 우수하고 보다 많은 양의 불소를 유리한다고 하였다. 또한 자가중합을 하지만 할로젠이나 플라즈마 아크 광중합기에서 발생하는 열에 의해 중합을 가속화시킬 수 있어 수분조절이 어려

교신저자 : 박 호 원

강원도 강릉시 지변동 123번지
강릉대학교 치과대학 소아치과학교실
Tel: 033-640-3157
E-mail: pedo@kangnung.ac.kr

운 곳에 적용 가능한 재료라고 소개하고 있다. 따라서 우식 예방과 재광화를 기대하기 위해 Fuji VII을 교합면의 일부만 노출된 구치의 소와, 열구 부위에 임시수복재로 사용하는 것을 추천하고 있다.

그러나 현재는 Fuji VII의 물성이나 불소 유리의 정도, 재광화 효과 등에 관한 실제적이고 적용 가능한 연구는 미미하다. 따라서 본 연구는 탈회한 치아에 Fuji VII을 수복하여 일정 기간이 지난 후에 재광화 효과가 얼마나 나타났는지를 측정하였고 기존의 글래스 아이오노머 시멘트와 콤포머, 복합레진 등을 수복한 경우의 재광화 정도와 비교하여 Fuji VII의 임상적 유용성에 대해 살펴보았다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

최근에 발거한 우식과 결손 부위가 없는 사람의 제 3대구치 42개를 선정하여 이물질을 제거하고 연구 전까지 0.1% thymol 용액에 보관하여 부패를 방지하였다. 실험을 위해 자가중합형 글래스 아이오노머 시멘트로 Fuji VII(GC corporation, Tokyo, Japan)과 Fuji II(GC corporation, Tokyo, Japan)를 사용하였고, 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트로 Fuji II LC improved(GC corporation, Tokyo, Japan)를 사용하였다. 콤포머는 F2000(3M ESPE, St. Paul, USA)을, 복합레진은 Filtek™ Z250(3M ESPE, St. Paul, USA)을 각각 사용하였다(Table 1).

광중합형 재료의 중합은 플라즈마 아크 중합기인 Flipo(LOKKI, Les Roches de Condrieu, France)를 사용하였으며, 중합기의 광도 적정을 위해 laser power meter (Powermax 600, Coherent Inc, Bloomfield, USA)를 이용하여 제조사가 지시하는 적정 광도를 확인하였다.

2. 연구방법

1) 시편의 준비

연구재료로 선정된 제 3대구치의 치면을 압축공기로 건조한 후 각 치아의 가장 편평한 인접면을 선정하여 약 2×5mm² 넓이를 제외하고 치아 전체에 산에 의해 부식되지 않는 바니쉬를 2회 도포하였다. 도포를 마친 치아는 탈수를 방지하기 위해 탈이온수에 보관하였다.

2) 와동의 형성

실험과정 중에 수복재료의 탈락을 막고 범랑질과 상아질 탈회면의 변화를 관찰하기 위해 충분한 냉각수를 분사하면서 고속 핸드피스에 부착된 #330 carbide bur(SS white, Lakewood, USA)로 바니쉬를 도포하지 않은 치면에 폭 2mm, 깊이 2mm, 길이 5mm의 5급 형태 와동을 형성하였다. 형성된 와동 내면은 인레이 삭제용 #845KR diamond bur(Komet, Lemgo, Germany)로 편평하게 마무리하였다.

3) 인공우식의 형성

2.2mM CaCl₂, 2.2mM NaH₂PO₄, 0.05M 아세트산이 포함된 pH 4.2의 아세트산 완충용액에 와동이 형성된 치아를 넣고 37℃에서 2일간 보관하여 형성한 와동 내면에 인공우식이 형성되도록 하였다⁹⁾.

4) 수복재의 충전

각 군당 치아를 7개씩 무작위로 배분하여 제조사의 지시에 따라 수복재를 충전하였으며, 인공타액 내 전해질에 의한 탈회면의 변화를 관찰하기 위해 수복재를 충전하지 않은 군을 포함시켰다(Table 2, 3). 충전이 완료된 치아는 Sof-lex(3M ESPE, St. Paul, USA)를 이용하여 표면을 연마한 뒤 50ml의 인공타액이 든 용기에 각각 넣고 37℃에서 약 24시간동안

Table 1. Materials used in this study

Materials	Shade	Lot no.	Manufacturers
Fuji VII (Self-cured glass ionomer)	Pink	501051	GC corporation, Tokyo, Japan
Fuji II (Self-cured glass ionomer)	No. 21 (pale yellow)	310061	"
Fuji II LC improved (Light-cured resin modified glass ionomer)	A2	506021	"
F2000 (Compomer)	Pedo	20050705	3M ESPE, St. Paul, USA
Filtek™ Z250 (Composite resin)	A2	20040303	"

보관하였다. 사용한 인공타액은 20mM NaHCO₃, 3mM NaH₂PO₄, 1mM CaCl₂을 포함하고 있었으며 pH는 7.0이었다²⁰⁾.

5) 레진 블록 제작

인공타액에 24시간동안 보관한 치아는 탈이온수로 세척한 뒤 미리 제작한 주형에 수복물이 놓인 면이 노출되도록 고정용 아크릴릭 레진으로 매몰하였다. 중합이 일어나기 시작한 블록은 아크릴릭 레진이 경화될 때 발생하는 열을 막기 위해 차가운 탈이온수에 담가두었다.

6) 표본의 제작

치아가 포함된 레진 블록을 미세절단기(Accutome P-50, Struers, Copenhagen, Denmark)에 장착하고 충분한 냉각수를 분사하면서 먼저 치근을 절단, 제거한 후 치관을 치아 장축에 평행하게 2회 절단하여 수복물 중앙에서 표본을 얻었다. 표본은 rotary polisher(Minipol, R&B inc, Daejeon, Korea)를 이용하여 200, 400, 800grit 순으로 실리콘 카바이드 페이퍼를 장착한 후 연마하였으며 micrometer(Mitutoyo, Tokyo, Japan)로 130±20µm 두께를 확인한 후 1600, 2000grit 실리콘 카바이드 페이퍼로 최종 연마하였다.

7) 표본의 관찰 및 보관

편광현미경(Olympus BX50, Olympus corp., Tokyo, Japan)에서 증류수(굴절도 1.33)를 흡수매질로 하여 표본을 관찰한 후 현미경에 부착된 디지털 카메라(Olympus DP70, Olympus corp., Tokyo Japan)를 이용하여 4080 × 3072 해상도로 표본을 촬영하였다. 1차 촬영을 마친 표본은 유틸리티 왁스를 이용하여 레진 블록에 최대한 원래 형태대로 고정하고 인공타액이 든 용기에 넣어 37°C에서 보관하였다. 4주 후 레진 블록에서 표본을 분리하여 동일한 방법으로 2차 관찰 및 촬영을 시행하였다.

8) 재광화 정도의 계산

이미지 re-touching 프로그램(Photoshop 7.0, Adobe Systems Inc, San Jose, USA)을 이용하여 채득한 이미지에 수복 직후의 탈회부분과 재광화 기간 이후의 재광화 부분을 표시한 뒤, 화상분석 프로그램(Image-Pro Plus v4.0 for windows, Media Cybernetics, Silver spring, USA)을 이용하여 각각의 면적을 구하였다. 재광화 정도는 아래의 식으로 계산하였다(Fig. 1).

$$\text{Remineralization(\%)} = \frac{B}{A} \times 100$$

* A: Demineralized area immediately after restoration
B: Remineralized area after 4 weeks later

Table 2. Distribution of samples by restoration materials

Groups	No. of samples	Restorative materials
I	7	Fuji VII
II	7	Fuji II
III	7	Fuji II LC imp.
IV	7	F2000
V	7	Filtek™ Z250
VI	7	none

Table 3. Methods for surface treatment of cavities

Groups	Materials	Products	Handling
I, II, III	Dentin conditioner	GC cavity conditioner (GC corporation, Tokyo, Japan)	10s application → wash → gently dry
IV, V	Etchant	Scotchbond™ etchant (3M ESPE, St. Paul, USA)	20s application → 20s wash → dry
VI	Dentin bonding agent	Adper™ Scotchbond™ Multipurpose Primer & Adhesive (3M ESPE, St. Paul, USA)	[Primer] 5s application → dry [Adhesive] Application → 5s curing

9) 조사자내 신뢰도 측정

조사자의 측정 간 오차를 평가하기 위해 무작위로 10개의 표본을 선택하고 3회간 탈회 및 재광화 면적의 투사를 반복한 뒤 student t-test로 95% 신뢰도에서 측정의 차이를 검정한 결과 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

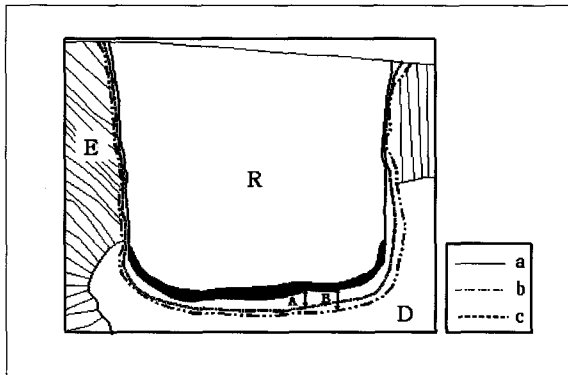


Fig. 1. Schematic diagram of demineralization boundaries immediately after restoration (area A is between a and c line) and 4 weeks after remineralization (area B is between a and b line). Gray area is slope of dentin wall due to preparation error. E : Enamel, D : Dentin, R : Restorative material

3. 통계 처리

각 수복재료에 따른 재광화 정도의 차이를 알아보기 위해 SPSS 12.0을 사용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, Scheffe test로 사후검정하였다.

Ⅲ. 연구결과

4주 간의 재광화 기간 동안 재광화에 따른 탈회면적의 변화량은 Fuji VII을 사용한 1군에서는 최소 10.57%, 최대 29.64%, Fuji II를 사용한 2군에서는 최소 13.78%, 최대 24.16%, Fuji II LC improved를 사용한 3군에서는 최소 5.26%, 최대 17.18%, F2000을 사용한 4군에서는 최소 4.52%, 최대 7.37%의 탈회면적감소가 각각 나타났다. Filtek™ Z250을 사용한 5군의 탈회면적감소는 최소 1.63%, 최대 4.59%였으며, 수복재료를 충전하지 않은 6군은 최소 2.22%, 최대 5.17%의 탈회면적감소가 나타났다. 수복재료의 차이를 가진 각 군의 탈회면적의 평균 변화량은 Fuji VII, Fuji II, Fuji II LC improved, F2000, 대조군, Filtek™ Z250 순으로 크게 나타났다(Fig. 2-13, Table 4).

재료에 따른 재광화 정도를 각 군별로 비교했을 때 Fuji VII, Fuji II, Fuji II LC improved군들과 F2000, Filtek™ Z250, 대조군 사이에 유의성이 있는 차이가 나타났다. 그러나 Fuji VII와 Fuji II, Fuji II LC improved 간, 대조군과 F2000, Filtek™ Z250군 간에는 유의성 있는 차이가 나타나지 않았다 (Table 5).

Table 4. Minimum, maximum and mean(%) of demineralized area change according to the restorative materials

Group	Materials	Min.	Max.	Mean	S. D.
I	Fuji VII	10.57	29.64	20.12	6.95
II	Fuji II	13.78	24.16	19.75	3.53
III	Fuji II LC imp.	5.26	17.18	14.29	4.15
IV	F2000	4.52	7.37	5.56	0.91
V	Filtek™ Z250	1.63	4.59	3.58	1.22
VI	None	2.22	5.17	3.78	0.94

Table 5. Comparison of remineralized area between groups by Scheffe test

	I	II	III	IV	VI
I					
II					
III					
IV	*	*	*		
V	*	*	*		
VI	*	*	*		

* : Statistically significant (p<0.05)

IV. 총괄 및 고찰

불소에 의한 항우식 효과는 다음의 4가지 기전으로 일어난다²¹⁾.

- ① 수산화 인회석보다 불용성인 불화 인회석을 형성한다
- ② 재광화를 향상시킨다
- ③ 획득피막이나 치태가 형성되기 위해 필요한 이온 결합을 방해한다
- ④ 미생물의 성장이나 대사를 방해한다

이중, 글래스 아이오노머 시멘트에서 유리되는 불소도 위의 4가지 기전을 유발하지만 재광화를 향상시키는 기전이 주된 효과로 보고 되었다²²⁾. 또한 글래스 아이오노머 시멘트는 재료가 함유한 불소를 대부분 유리한 후에도 추가로 유입된 불소를 재획득하여 유리하므로 지속적인 재광화 효과를 가진다¹⁴⁾.

이러한 글래스 아이오노머 시멘트에서 유리되는 불소의 축적량에 대한 이전 연구들을 살펴보면, 대부분의 글래스 아이오노머 시멘트는 중합이 일어난 후 타액이나 수분에 노출된 후 처음 24시간동안 가장 활발히 불소를 유리하며, 최고 3일까지 활발히 불소를 유리하지만 이후 유리량이 급격하게 감소하는 경향이 나타난다고 보고하였다^{21,23-25)}. 따라서 본 연구에서는 재료를 충전하고 중합이 완전히 일어난 직후부터 불소가 가장 많이 유리되는 약 24시간동안 인공타액에 치아를 보관하여 불소의 소실을 최대한 줄이고자 하였다.

본 연구에서는 재광화 효과를 정량화하기 위해 탈회 직후와 실험 후 표본을 편광현미경으로 관찰, 촬영하여 탈회면적의 넓이변화를 비교하는 방법을 이용하였다¹⁰⁾. 이러한 방법은 탈회면적을 투사하는 과정이 필수적이며 대체로 결과가 정확하다고 보고 되었지만, 실험자의 주관적 경험이나 지식에 따라 면적의 변화가 발생할 가능성이 있다²⁶⁾. 따라서 추후 연구는 피실험자를 통해 탈회면적을 투사하는 맹검법을 이용하거나, Transverse microradiography법이나, 동초점 레이저 주사 현미경 (Confocal laser scanning microscope), 고해상도 투과전자현미경 (High-resolution electron microscopy) 등을 이용하는 방법, Quantitative light-induced fluorescence방법 등 재광화 효과를 측정하기 위한 여러 가지 방법들을 병용하여 결과의 정확도나 신뢰도를 확인할 필요가 있다고 생각한다²⁷⁻³³⁾.

Jang 등²⁶⁾은 한 치아의 인접면에 인공우식을 형성하고 인접치아의 접촉면 하방으로 연장된 2급 와동을 형성하여 각각 다른 수복물들을 충전한 뒤 수복물에서 유리되는 불소에 의한 인접치아의 재광화를 보고하였다. 이 연구에서 글래스 아이오노머 시멘트와 레진 강화형 글래스 아이오노머는 복합레진에 비해 유의성 있는 우식 병소의 감소가 나타나지만 글래스 아이오노머 계통의 재료 간에는 유의한 차이가 없었다. 본 연구에서도 Fuji VII, Fuji II, Fuji II LC improved 등의 글래스 아이오노머 시멘트 계통의 재료로 수복한 경우, F2000이나 Filtek™ Z250으로 수복한 경우보다 유의성 있는 수준의 재광화가 일어났으나 글래스 아이오노머 시멘트 계통의 재료 간에는 유의한

차이가 없었다.

하지만 본 연구에서 탈회면적의 변화는 범랑질 보다는 주로 상아질의 탈회면적에 따라 좌우되었다. 이에 대해 몇몇 연구들은 범랑질이 상아질보다 내산성이 우수하고 범랑질과 상아질 간 미세구조의 차이로 인해 불소를 흡수하는 능력이 상아질에서 더 우수하기 때문이라고 설명하였으며^{34,35)}, 또 다른 연구에서는 상아질의 탈회가 범랑질보다 빨리 일어나므로 낮은 pH에서 상아질이 먼저 탈회되어 범랑질보다 이용 가능한 불소를 더 빨리 흡수하기 때문이라고 설명하였다³⁶⁾. 따라서 재료에 따른 재광화 효과를 좀더 정확하게 평가하려면 실험 대상을 범랑질과 상아질로 분리할 필요가 있다.

연구결과, 동일 군내에서도 각 표본 간 탈회면적이나 재광화 후 면적 변화량의 차이가 컸는데, 이는 치아 자체의 내산성이나 치아가 불소에 반응하는 정도에 차이가 있을 가능성과 표본의 탈회가 충분히 일어나지 않았을 가능성 등을 고려해 볼 수 있다.

그러나 본 연구는 각 군당 표본수가 적었기 때문에 치아 간 내산성이나 불소에 반응하는 정도의 차이를 충분히 평균화하기는 어려우므로 추후 연구에서는 좀 더 많은 수의 표본을 제작하여 이러한 가능성을 최소화해야 하겠다.

본 연구에서는 Vermeersch 등²³⁾의 연구를 통해 Fuji II의 1주간 유리된 불소 축적량이 1.60 $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ 정도며, 제조사의 자료를 통해 Fuji VII의 24시간 불소 유리량이 1.97 $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ 정도라는 것을 확인하였고, 동일한 조건에서 Fuji VII이 Fuji II에 비해 재광화 효과가 뚜렷할 것이라는 가정을 했다. 하지만 치아 간 내산성의 차이와 짧은 탈회기간으로 인해 가정에 부합되는 결과를 얻지 못했다. 이것은 탈회가 불충분한 표본들은 충분한 탈회가 일어난 표본들보다 불소에 대한 포화농도가 낮아 적은 양의 불소 농도에도 과포화상태가 되므로, 불소 유리량이 다른 재료들 간에도 포화 수준 이상의 불소만 유리하면 유사한 재광화 효과를 나타내기 때문이라고 생각한다. 그러므로 불소 유리량이 다른 재료들 간에 재광화 효과를 뚜렷하게 확인하기 위해서 표본을 충분히 탈회시킬 필요가 있으며, 연구기간동안 실제로 각 재료에서 유리되는 불소의 양이 얼마인지 확인할 필요가 있다.

대조군의 경우, 탈회만 일으킨 후 전해질이 포함된 인공타액에 단지 4주간 보관하였음에도 탈회면적의 변화가 일어났다. 이는 인공타액을 중탄산으로 완충시켜 실험 후 pH가 7~8의 중성이었으며, 인공타액 내에는 칼슘과 인이 포함되어있으므로 이들 이온의 일부가 탈회부분에 침착되어 면적에 변화가 있었다고 생각한다. 또한 이러한 결과는 불소의 유리가 없는 복합레진에서도 확인할 수 있었다.

서론에서 소개한 것처럼 Fuji VII은 기존의 글래스 아이오노머와 유사한 특성과 장점을 가지면서 수분에 민감한 부위의 사용이 가능할 뿐 아니라 우수한 흡수성과 다량의 불소 유리 등의 특성으로 제 1, 2대구치의 조기 보호가 가능하다고 하였다. 따라서 이러한 장점으로 치면열구전색제로의 사용도 고려하였으

나 Papacchini 등³⁷⁾의 연구에 따르면 범랑질에 대한 Fuji VII의 미세인장 결합강도가 매우 낮아 유지력에 문제가 있다고 하였고, 이 경우 많은 양의 불소를 유리하는 장점에도 불구하고 수복물이 조기에 탈락하므로 그 장점이 충분히 발휘되기 어렵다고 하였다. 본 연구에서도 Fuji VII과 Fuji II는 4주 후 표본을 현미경에 위치시키는 과정에서 일부 수복물의 탈락이 일어났으나, 레진강화형 클래스 아이오노머나 복합레진, 콤포머 등은 수복물의 탈락이 일어나지 않았다. 따라서 추후 Fuji VII의 유지력 보완에 대한 연구가 필요하다고 생각한다.

V. 결 론

본 연구는 Fuji VII의 재광화 효과를 알아보고자 인공적으로 형성한 우식에 Fuji VII, Fuji II, Fuji II LC improved, F2000, Filtek™ Z250의 재료를 충전하고 편광현미경 상에서 충전 직후와 4주 후 탈회 면적을 측정하였으며 두 면적의 차이를 비교하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 재광화 정도는 Fuji VII, Fuji II, Fuji II LC improved, F2000, 대조군, Filtek™ Z250 순으로 크게 나타났으며, 클래스 아이오노머 계통의 Fuji VII, Fuji II, Fuji II LC improved에서 F2000, Filtek™ Z250, 대조군에 비해 유의한 재광화가 나타났다(p<0.05).
2. Fuji VII과 Fuji II, Fuji II LC improved 간에는 유의한 탈회면적의 차이는 관찰되지 않았다(p>0.05).

이상의 결과로, Fuji VII의 재광화 정도는 기존의 재료보다 다소 우세하지만 유의한 차이는 보이지 않았다. 하지만 짧은 탈회기간이나 재광화 기간, 적은 표본 수를 감안한다면 앞으로 추가적인 연구로 이를 보완할 필요가 있겠다.

참고문헌

1. Wilson AD, Kent BE : A new translucent cement for dentistry. The glass-ionomer cement. Br Dent J, 132:133-135, 1972.
2. Holtz P, McLean JW, Wilson AD : The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. Br Dent J, 142:41-47, 1977.
3. Mount GJ : Adhesion of glass-ionomer cement in the clinical environment. Oper Dent, 16:141-148, 1991.
4. Maldonado A, Swartz ML, Phillips RW : An *in vitro* study of certain properties of a glass ionomer cement. J Am Dent Assoc, 96:785-791, 1978.
5. Hicks MJ, Flaitz CM, Silverstone LM : Secondary caries formation *in vitro* around glass ionomer restorations. Quintessence Int, 17:527-532, 1986.
6. Swift EJ : Effect of glass ionomers on recurrent caries. Oper Dent, 14:40-43, 1989.

7. Tyas MJ : Cariostatic effect of glass ionomer cement: a five-year clinical study. Aust Dent J, 36:236-239, 1991.
8. Swartz ML, Phillips RW, Clark JE : Long term fluoride release from glass ionomer cement. J Dent Res, 63:158-160, 1984.
9. ten Cate JM, van Duinen RN : Hypermineralization of dentinal lesions adjacent to glass-ionomer cement restorations. J Dent Res, 74:1266-1271, 1995.
10. Segura A, Donly KJ, Stratmann RG : Enamel remineralization on teeth adjacent to Class II glass ionomer restorations. Am J Dent, 10:247-250, 1997.
11. Hatibovic-Kofman S, Suljak JP, Koch G : Remineralization of natural caries lesions with a glass ionomer cement. Swed Dent J, 21:11-17, 1997.
12. Forss H, Seppa L : Prevention of enamel demineralization adjacent to glass ionomer filling materials. Scand J Dent Res, 98:173-178, 1990.
13. Exterkate RA, Damen JJ, ten Cate JM : Effect of fluoride-releasing filling materials on underlying dentinal lesions *in vitro*. Caries Res, 39:509-513, 2005.
14. Forsten L : Fluoride release and re-uptake by glass ionomers. Scand J Dent Res, 99:241-245, 1991.
15. McKinney JE, Antonucci JM, Rupp NW : Wear and microhardness of glass-ionomer cements. J Dent Res, 66:1134-1139, 1987.
16. Pearson GJ : Finishing of glass-ionomer cements. Dent Update, 18:424-428, 1991.
17. Kerby RE, Knobloch L : Strength characteristics of glass ionomer cements. Oper Dent, 71:170-174, 1992.
18. 대한소아치과학회 : 소아·청소년치과학, 신흥출판사, 서울, 240, 2005.
19. Gonzalez EH, Yap AU, Hsu SC : Demineralization inhibition of direct tooth-colored restorative materials. Oper Dent, 29:578-585, 2004.
20. Birkeland JM : The effect of pH on the interaction of fluoride and salivary ions. Caries Res, 7:11-18, 1973.
21. Xu X, Burgess JO : Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. Biomaterials, 24:2451-2461, 2003.
22. ten Cate JM, Featherston JD : Fluoride in dentistry, Munksgaard, Copenhagen, 252-272, 1996.
23. Vermeersch G, Leloup G, Vreven J : Fluoride re-

- lease form glass-ionomer cements, compomers and resin composites. *J Oral Rehabil*, 28:26-32, 2001.
24. Gandolfi MG, Chersoni S, Acquaviva, et al. : Fluoride release and absorption at different pH from glass-ionomer cements. *Dent Mat*, 20:1-9, 2005.
 25. Kawai K, Takaoka T : Fluoride, hydrogen ion and HEMA release from light-cured GIC restoratives. *Am J Dent*, 15:149-152, 2002.
 26. Jang KT, Garcia-Godoy F, Donly KJ, et al. : Remineralization effects of glass ionomer restorations on adjacent interproximal caries. *ASDC J Dent Child*, 68:125-128, 2001.
 27. Itota T, Torii Y, Nakabo S, et al. : Effect of fluoride-releasing adhesive system on decalcified dentin. *J Oral Rehabil*, 30:178-183, 2003.
 28. Angmar B, Carlstrom D, Glas JE : Studies on the ultrastructure of dental enamel. *J Ultra Res*, 8:12-23, 1963.
 29. Seemann R, Bizhang M, Kluck I, et al. : A novel *in vitro* microbial-based model for studying caries formation development and initial testing. *Caries Res*, 39:185-190, 2005.
 30. Yanagisawa T, Miake Y : High-resolution electron microscopy of enamel-crystal demineralization and remineralization in carious lesions. *J Electron Microsc*, 52:605-613, 2003.
 31. van der Veen MH, de Josselin de Jong E : Application of quantitative light-induced fluorescence for assessing early caries lesions. *Monogr Oral Sci*, 17:144-162, 2000.
 32. Heinrich-Weltzien R, Kuhnisch J, van der Veen M, et al. : Quantitative light-induced fluorescence (QLF)- A potential method for the dental practitioner. *Quintessence Int*, 34:181-188, 2003.
 33. Miake Y, Saeki Y, Takahashi M, et al. : Remineralization effects of xylitol on demineralized enamel. *J Electron Microsc*, 52:471-476, 2003.
 34. Weatherell JA, Robinson C, Schaper R, et al. : Distribution of fluoride in clinically sound enamel surfaces of permanent upper incisors. *Caries Res*, 17:118-124, 1983.
 35. Retief DH, Bradley EL, Denton JC, et al. : Enamel and cementum fluoride uptake from a glass ionomer cement. *Caries Res*, 18:250-257, 1984.
 36. Phankosol P, Ettinger RL, Hicks MJ, et al. : Depth of penetration of *in vitro* root surface lesions. *J Dent Res*, 64:897-899, 1985.
 37. Papacchini F, Goracci C, Sadek FT, et al. : Microtensile bond strength to ground enamel by glass-ionomers, resin-modified glass-ionomers, and resin composites used as pit and fissure sealants. *J Dent*, 33:459-467, 2005.

Abstract

REMINERALIZATION EFFECT OF FUJI VII GLASS IONOMER CEMENT

Young-Jin Kim, Ho-Won Park, Ju-Hyun Lee, Hyun-Woo Seo

*Department of Pediatric Dentistry, Graduate School, Kangnung National University
Oral Science Research Center, College of Dentistry, Kangnung National University*

Fuji VII is a glass-ionomer cement specially targeted for early protection in erupting first and second molars. Properties of Fuji VII such as very high level of fluoride release, low viscosity and no need to preliminarily etch the substrate would be useful to erupting molars with primary pit and fissure caries or hypoplastic area for preventive goal or remineralization.

The purpose of this study were to evaluate remineralization of Fuji VII glass ionomer cement and to compare with one of other restorative materials such as conventional glass ionomer cement, resin-modified glass ionomer cement, compomer and composite resin.

Forty-two extracted human molars were used for this study. All teeth were immersed in demineralizing solution for 48 hours after Class V cavity preparation was made on sound proximal surface. The teeth were randomly divided into six groups and restored with Fuji VII, Fuji II, Fuji II LC improved, F2000, Filtek™ Z250 and control group was unrestored. The middle area with $130 \pm 20 \mu\text{m}$ thickness was separated from specimen using microtome and demineralized area was photographed under polarized microscope. Separated area was relocated to specimen and stored in artificial saliva. After four weeks, changes of demineralized area were observed and compared to them restored immediately.

The results from the this study can be summarized as follows :

1. Fuji VII, Fuji II, Fuji II LC improved have more prominent remineralization effect than F2000, Filtek™ Z250, control group.
2. No significant differences in remineralization effect are seen between Fuji VII and Fuji II, Fuji II LC improved.

Key words : Glass ionomer cement, Demineralization, Remineralization, Polarized microscope