

## 수증의 불소 함유 수복재의 불소 유리 및 압축 강도에 관한 연구

박지영\* · 김종수\* · 김승오\*\*

단국대학교 치과대학 \*소아치과학교실, \*\*치과마취학교실

### 국문초록

본 연구는 새로 개발된 레진 강화형 글래스 아이오노머인 Ketac™ N 100과 Fuji Fil LC의 개선된 점을 보기 위해 불소 유리량과 압축 강도를 Fuji II LC와 비교 평가해 보았다.

불소 유리량 측정을 위해 각 재료 별로 시편을 15개씩 제작하여 탈이온수에 보관하였고, 31일 동안 pH/ISE meter(750P, Istek, Korea)를 이용하여 불소 유리량을 측정하였다.

압축 강도 측정을 위해 각 재료별로 15개씩 시편을 제작하여 만능 경성 시험기(Kyung-sung Testing Machine Co., Korea)를 이용하여 시편이 파절된 시점의 최대 강도를 측정하였다.

연구 결과 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 전반적인 불소 유리량은 Fuji Fil LC, Fuji II LC, Ketac™ N 100 순으로 높았다( $p < 0.05$ ).
2. 압축 강도는 Fuji II LC와 Ketac™ N 100은 유의한 차이가 없었고( $p > 0.05$ ), Fuji Fil LC는 두 재료보다 낮은 압축 강도를 보였다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과를 종합해보면 Ketac™ N 100은 대조군인 Fuji II LC와 비교 시 불소 유리량은 적었으나 압축 강도는 유사했고 Fuji Fil LC는 불소 유리량은 높았고 압축 강도는 낮았다. 이런 재료의 특성에 맞게 임상 적용을 하는 것이 중요할 것이다.

**주요어** : 불소 유리, 레진 강화형 글래스 아이오노머의 강도

### I. 서 론

글래스 아이오노머는 1969년 개발되어 1970년대 초에 Wilson과 Kent<sup>1)</sup>에 의해 보고되었다. 글래스 아이오노머는 치질에 화학적 결합을 하고, 불소를 방출하여 이차 우식에 저항성을 갖게 하는 등의 장점이 있어 오랫동안 소아치과 영역에서 수복재로 사용되어져 왔다<sup>2)</sup>.

그러나 전통적인 글래스 아이오노머는 경화의 초기과정에서 수분에 노출될 때, 마모에 대한 저항성과 강도가 크게 저하된다<sup>3)</sup>.

이러한 문제점을 극복하기 위해 레진 성분을 가미한 레진 강화형 글래스 아이오노머가 1990년대 초 개발, 시판되었다. 레

진 강화형 글래스 아이오노머는 광중합 반응으로 초기 강도가 결정되므로 글래스 아이오노머의 단점이었던 수분 민감도가 광중합 이후 감소하고, 초기에 높은 표면강도를 얻을 수 있다<sup>4,5)</sup>.

Forss 등<sup>6)</sup>에 의하면 불소 유리는 주변 치아조직의 탈회를 막을 뿐 아니라 치태 내의 Mutans streptococcus에 대한 항균 작용도 지니고 있다<sup>7)</sup>. 이런 효과는 레진 강화형 글래스 아이오노머에서도 나타나는데, 불소를 유리하고 재흡수하는 능력은 전통적인 글래스 아이오노머와 비슷하거나 더 높다고 하였다<sup>8-10)</sup>.

Crisp 등<sup>11)</sup>에 의하면 글래스 아이오노머 기질 안에서 교차결합은 증가하기 때문에 시간경과에 따라 압축강도는 증가하지만 취약하고 인장강도가 낮으며 낮은 마모 저항성을 가지고 있기

교신저자 : 김 중 수

충남 천안시 안서동 산 29 / 단국대학교 치과대학 소아치과학교실 / Tel: 041-550-1931, 1932 / E-mail: jskim@dku.edu  
원고접수일: 2008년 3월 17일 / 원고최종수정일: 2008년 5월 22일 / 원고채택일: 2008년 6월 04일

때문에 높은 압력을 받는 구치부에서는 적합하지 않다고 하였다<sup>12)</sup>. 반면 레진 강화형 글래스 아이오노머는 레진 성분이 첨가되어 전통적 글래스 아이오노머에 비해 압축 강도가 증가하였다<sup>13)</sup>. Williams와 Billington<sup>14)</sup>은 압축 강도만을 보면 구치용으로 사용할 수 있는지 여부를 알 수 있다고 하였다.

본 연구는 최근 새로 개발된 재료인 Fuji Fil LC와 Ketac™ N 100의 불소 유리량과 압축 강도를 기존에 시판되고 있는 Fuji II LC와 비교하여 이차 우식 억제 효과 및 적절한 임상 적용 가능성을 평가하고자 시행하였다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

심미성 개선을 위해 nanofiller를 첨가한 Ketac™ N 100(Light-curing Nano-ionomer Restorative, 3M ESPE, USA)과 불소 유리량을 증진시킨 Fuji Fil LC(Light-cured Glass Ionomer Restorative, GC Co, Tokyo, Japan)를 실험군으로 하고 대조군으로 Fuji II LC(Light-cured Glass Ionomer Restorative, GC Co, Tokyo, Japan)를 사용하였다.

실험 재료에 따라 Table 1과 같이 3개의 군으로 나누었으며 각 군당 15개의 시편을 제작하여 연구에 적용하였다. 광중합기는 Elipar Freelight(3M ESPE, USA)를 사용하였고, 일정한

광도를 유지하기 위해 Radiometer (Dent-America, USA)를 사용하여 10회마다 한번 씩 반복 측정하여 조사하였다.

### 2. 연구 방법

#### (1) 불소 유리량 비교실험

##### 1) 시편 제작

시편 제작을 위해 내경 6 mm, 높이 1 mm 공간을 형성한 철판 몰드를 사용하였다. 몰드에 시료를 채운 후 Mylar strip과 유리 판을 개재한 상태에서 양면에 20초씩 광중합을 시행하였다. 각 재료마다 15개씩 총 45개의 시편을 제작하였다.

##### 2) 불소 유리량 측정

3 ml 탈이온수를 채운 폴리에틸렌 튜브에 시편을 넣어 처음 7일간은 1일 간격으로, 이후부터 31일까지는 3일 간격으로 불소 유리량을 측정하였으며, 보관하는 동안 하루에 한번 씩 시편을 흔들어서 주었다. 3일 간격으로 불소 유리량을 측정한 경우에는 그 값을 3으로 나누어 기록하였다. 각 시편은 유리된 불소량 측정기간 동안에 매일 새로운 탈 이온수로 교환해주었다. 불소 유리량 측정은 폴리에틸렌 튜브에서 시편을 꺼낸 후 동량의 TI-SAB II(Total Ionic Strength Adjusting Buffer, Istek, Korea)용액을 첨가하여 잘 섞은 다음 pH/ISE meter(750P, Istek, Korea)에 부착된 불소전극(Fluoride combination electrode, Istek, Korea)을 사용하여 각각의 용액 내에 유리

**Table 1.** Materials used in this study and sample grouping

Group	Material	Composition	Manufacturer	N
I	Ketac™ N 100	De-ionized water	3M ESPE, USA	15
		Blend including HEMA		
		Metacrylate modified polyalkenoic acid		
II	Fuji Fil LC	Fluoroaluminosilicate glass	GC Co, Tokyo, Japan	15
		Nanomers and Nanoclusters		
		Alumino-silicate glass		
		2-Hydroxyethyl methacrylate		
		Urethanedimethacrylate		
III	Fuji II LC	Distilled water	GC Co, Tokyo, Japan	15
		Polyacrylic acid		
		Urethanedimethacrylate		
		Silicone dioxide		
		Silica powder		
		Polyacrylic acid	GC Co, Tokyo, Japan	15
		2-Hydroxyethyl methacrylate		
		proprietary ingredient		
		2,2,4 trimethyl hexamethylene - dicarbonate		
		triethylene glycol - dimethacrylate		
		alumino-silicate glass		

\*N= number of specimen

된 불소농도를 측정하였다. 매 측정시마다 측정에 앞서 측정할 용액과 같은 온도에서 0.1 ppm, 1 ppm, 10 ppm의 불소 표준 용액(Fluoride standard solution, Istek, Korea)으로 농도 보정 과정을 시행하였다.

3) 통계 분석

각각의 재료에 따른 기간별 불소 유리량을 SPSS Ver 15.0 프로그램을 이용하여, One-way ANOVA test로 유의성을 검정하고 Scheffe test로 사후검정을 시행하여 통계 분석 하였고, 실험 경과 시간에 따른 불소 유리 양상을 회귀분석 하였다.

(2) 압축 강도 비교 실험

1) 시편 제작

내경 3 mm, 높이 4 mm의 아크릴 주형을 이용하여 재료를 채운 후 제조사의 지시대로 광중합을 양쪽 면에서 시행하였다. 중합을 완료한 후, 37℃의 100% 상대 습도에서 24시간 동안 보관하였다. 각 재료마다 15개씩 총 45개의 시편을 제작하였다.

2) 압축 강도 측정

각 군 시편의 압축 강도를 측정하기 위해서 만능 시험기(Kyung-sung Testing Machine Co., Korea)를 이용하여 분당 5 mm의 속도로 압축하중을 가하여 최대 하중(kg)압력을 가한 후 시편이 파절된 시점의 강도를 측정하였다.

3) 통계 분석

각각의 재료에 따른 압축 강도를 SPSS Ver 15.0 프로그램을 이용하여, One-way ANOVA test로 유의성을 검정하고 Scheffe test로 사후검정을 시행하여 통계 분석 하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 불소 유리량 측정 결과

Table 2, 3, 4는 각 군의 측정일에 따른 불소 유리량을 나타낸 결과이고, Fig. 1은 측정일에 따른 불소 유리량의 변화를 나타낸 도표이다. 불소 유리량은 모든 군에서 첫째 날 유리량이

**Table 2.** Daily fluoride release from 1 to 5 days (Mean ± SD)

Unit: ppm

Group		Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5
I	Mean	3.916	1.764	1.605	1.578	0.878
	SD	0.203	0.134	0.094	0.437	0.040
II	Mean	6.941	4.119	3.502	2.329	2.121
	SD	0.418	0.404	0.277	0.188	0.158
III	Mean	2.860	1.070	0.737	0.674	0.512
	SD	0.542	0.180	0.114	0.196	0.078

**Table 3.** Daily fluoride release from 6 to 16 days (Mean ± SD)

Unit: ppm

Group		Day 6	Day 7	Day 10	Day 13	Day 16
I	Mean	0.910	0.890	0.763	0.679	0.490
	SD	0.072	0.099	0.050	0.034	0.050
II	Mean	1.533	1.412	1.162	1.165	1.160
	SD	0.161	0.125	0.075	0.058	0.095
III	Mean	0.523	0.501	0.395	0.361	0.222
	SD	0.073	0.069	0.020	0.019	0.024

**Table 4.** Daily fluoride release from 19 to 31 days (Mean ± SD)

Unit: ppm

Group		Day 19	Day 22	Day 25	Day 28	Day 31
I	Mean	0.504	0.470	0.464	0.480	0.306
	SD	0.024	0.022	0.018	0.036	0.016
II	Mean	0.813	0.719	0.749	0.815	0.793
	SD	0.047	0.045	0.073	0.100	0.119
III	Mean	0.247	0.216	0.198	0.206	0.149
	SD	0.027	0.025	0.023	0.021	0.017

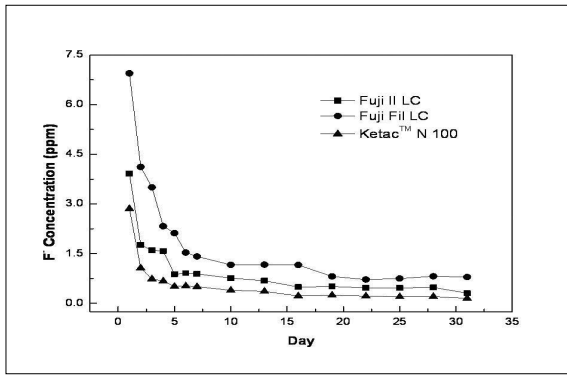


Fig. 1. Daily fluoride release(ppm) over 31 days.

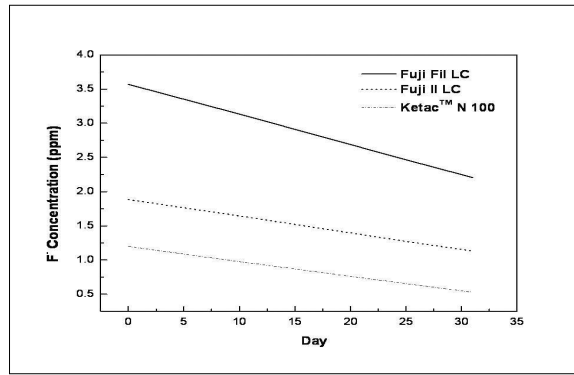


Fig. 2. Comparison of regression line among 3 materials.

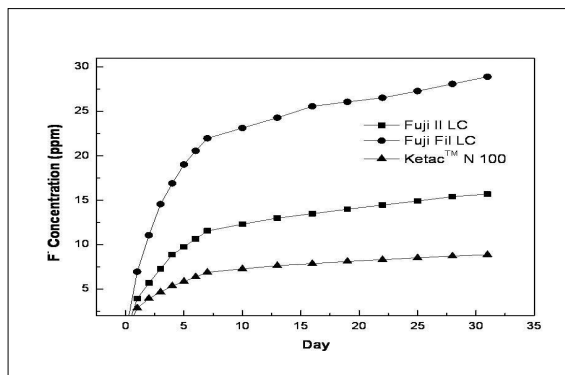


Fig. 3. Cumulative fluoride release over 31 days.

Table 5. The mean compressive strength (kg/cm<sup>2</sup>)

Group	Mean value with standard deviation(kg/cm <sup>2</sup> )
I	1751.83 ± 115.23 <sup>a</sup>
II	1340.61 ± 184.03 <sup>b</sup>
III	1713.00 ± 312.34 <sup>a</sup>

Values in columns having the same letter were not significantly different (P>0.05)

가장 높게 나왔으며 둘째날부터 급격히 감소했고 7일 이후부터 완만한 유리량을 보였다. 통계 결과 모든 측정 기간 동안 불소 유리량이 Fuji Fil LC, Fuji II LC, Ketac™ N 100 순으로 유의하게 높았다(p<0.05). Fig. 2는 회귀 분석을 통해 나타낸 도표이며, 재료 간 불소 유리 양상이 모두 유의한 차이를 보였으며, Fuji Fil LC에서 가장 급격한 불소 유리량 감소가 나타났고, Fuji II LC가 가장 완만한 불소 유리량 감소를 보였다. Fig. 3은 31일 동안 유리된 불소의 축적된 양을 나타낸다.

## 2. 압축 강도 측정 결과

Table 5는 압축 강도의 평균값을 나타낸 결과이다. Ketac™ N 100과 Fuji II LC간에는 통계 결과 유의한 차이가 없었고, Fuji Fil LC는 나머지 두 재료에 비해 압축강도가 유의하게 낮았다(p<0.05).

IV. 총괄 및 고안

레진 강화형 글래스 아이오노머는 폴리아크릴릭산, 광중합 단량체인 HEMA, 레진성분인 Bis-GMA, 불소 이온과 나트륨 이온과 같은 이온유출이 가능한 유리 분말 및 물 등으로 구성되며 초기 경화 반응은 레진성분과의 광중합 반응이고 서서히 산-염기 반응을 진행한다<sup>15,16)</sup>. 광개시 중합과 산-염기 반응의 이중 경화기전으로 중합하여 서로의 반응을 보완하고 있는데, 광개시 중합 반응은 강도와 용해 저항성을 증진시키고 산-염기 반응은 재료와 치아 구조 사이의 결합력을 증진시키며 불소를 지속적으로 방출하게 한다<sup>17-19)</sup>. 또한 레진 강화형 글래스 아이오노머는 글래스 아이오노머의 장점인 생체 적합성, 치질과 유사한 열팽창 계수, 치질에 물리 화학적으로 결합하는 성질은 유지한다<sup>20)</sup>.

우식 활성도가 높은 소아 환자에서 구강 수복물의 실패가 높은 빈도로 나타나는데, 여러 문헌을 살펴보면 구강 내 수복물이 실패하는 원인 중 가장 흔한 원인은 이차우식이다<sup>21-23)</sup>. 1987년 Klausner 등<sup>24)</sup>은 5511개의 아말감 수복 환자 중 53%가 이차우식이 생겨 다시 치료받으러 내원하였다고 보고하였다. 수복물의 성패를 좌우하는 요소로는 수복체가 이차 우식에 저항하는 능력과 변연 봉쇄 능력이다<sup>25)</sup>. 그러나 여러 연구에서 변연 봉쇄 능력도 중요하지만, 수복체의 항우식 작용이 이차 우식에 밀접한 연관을 가진다고 보고하였다<sup>26,27)</sup>. 수복체의 항우식 작용은 불소를 유리하는 능력에서 기인하고 치면에 대한 불소의 적용 효과는 수산화인회석 구조를 불화인회석 구조로 변화시켜 내산성이 증가되고, 미생물의 효소생성 억제 및 항균작용 등을 나타낸다<sup>8,28-30)</sup>.

글래스 아이오노머의 불소 유리에 관한 문헌을 살펴보면 글래스 아이오노머는 불소를 유리할 뿐 아니라 불소를 재흡수하여 다시 방출하는 특성을 지닌다<sup>31,32)</sup>. 글래스 아이오노머의 불소 유리 양상은 Diaz-Arnold 등<sup>33)</sup>과 Grobler 등<sup>34)</sup>에 의하면 처음 24시간 동안 가장 높게 나타나고 7일이 경과된 후에 급격한 감소를 보인다고 하였다. Verbeeck 등<sup>35)</sup>의 연구에 따르면 불소 유리 양상은 두 단계로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째 단계에서는 짧은 시간 동안 빠르게 불소 유리가 일어나고, 두 번째 단계에서는 오랜 시간 동안 점진적이고 지속적인 불소 유리 양상을 보인다고 보고하였다. 본 연구에서도 처음 24시간 동안 불소 유리량이 가장 높았고 7일 이후부터 낮은 농도의 불소를 지속적으로 유리하는 양상을 보였다.

레진 강화형 글래스 아이오노머는 전통적 글래스 아이오노머보다 불소 유리량이 더 많은데 이것은 유기 물질과 이량체 기질의 존재로 인해 산-염기 반응이 더 느리게 일어나서 이온 기질이 전통적 글래스 아이오노머보다 상대적으로 성글기 때문이라고 하였다<sup>36,37)</sup>. 불소 재흡수 능력에 대해서도 여러 문헌에서 레진 강화형 글래스 아이오노머가 전통적 글래스 아이오노머보다 뛰어나다고 보고하였다<sup>8,31,33,34)</sup>.

본 연구에서는 이전 문헌에서 비교적 양호한 불소 유리 능력

을 보였던 Fuji II LC를 새로 출시된 레진 강화형 글래스 아이오노머인 Fuji Fil LC와 Ketac™ N 100과 비교하였는데, Fuji Fil LC는 Fuji II LC에 비해 뛰어난 불소 유리 능력을 보여주었고, Ketac™ N 100은 상대적으로 낮은 불소 유리를 보였다. Ketac™ N 100은 nanofiller를 첨가하여 복합 레진에 비해 떨어지는 레진 강화형 글래스 아이오노머의 심미성 개선에 중점을 둔 재료이기 때문에 다른 재료에 비해 불소 유리량이 적은 것으로 사료된다. 반면 Fuji Fil LC는 불소 유리가 강화된 제품으로 우식 활성이 높은 환아에서 사용 시 이차 우식 예방에 좋은 효과를 낼 것으로 사료된다.

전통적 글래스 아이오노머는 낮은 물리적 성질 때문에 와동이 큰 경우, 특히 1급,2급,4급 와동에서는 그 사용이 제한된다고 하였다<sup>38)</sup>.

레진 강화형 글래스 아이오노머는 전통적 글래스 아이오노머의 압축 강도보다 2.5배 높다고 하였고 이는 광중합형 레진의 강화로 시멘트 기질의 인성은 증가하고 취성 파괴를 감소한 결과라고 하였다<sup>13)</sup>. 임상적으로 연구한 문헌에서 레진 강화형 글래스 아이오노머를 유구치 2급 와동에 적용했을 때, 아말감과 비교 시 실패율은 유의한 차이가 없었다<sup>39)</sup>. 이는 레진 강화형 글래스 아이오노머의 항우식 효과와 증진된 강도의 결과라고 생각할 수 있다. 그 밖의 레진 강화형 글래스 아이오노머의 물리적인 성질을 살펴보면, 적절한 와동 봉쇄능력이 보고되었고<sup>40,41)</sup>, Triana 등<sup>42)</sup>은 전통적 글래스 아이오노머보다 열 순환 후에 치아 구조에 대한 결합력이 높다고 하였다.

본 연구에서 대조군으로 사용한 Fuji II LC의 압축 강도는 다른 연구와 유사한 결과를 나타내었다<sup>13)</sup>. Fuji II LC와 비교 시 Ketac™ N 100은 유사한 압축 강도 값을 얻었고 Fuji Fil LC는 두 재료보다 압축 강도가 떨어졌다. 실험 과정 중에서도 재료를 철판 몰드에서 분리시킬 때 Fuji Fil LC는 몇 개의 시편이 깨져나가는 양상을 보였다. 그러나 Fuji Fil LC의 압축 강도는 김과 임<sup>13)</sup>의 연구 결과와 비교 시 전통적 글래스 아이오노머의 압축 강도보다 2배 높게 나타났다.

Ketac™ N 100은 불소 유리량은 낮았지만 압축 강도는 대조군과 유사한 결과를 보여주었고, 실험 과정에서 육안으로 관찰 시 투명도가 높다고 느꼈다. 따라서 심미성이 요구되는 유전치에 사용하기에 적합할 것으로 사료된다. Fuji Fil LC는 압축 강도는 낮았지만 불소 유리량이 월등히 높았으므로 우식 활성이 높은 환아에서 Base 재료나 교합력이 낮은 부위에서 수복재료 사용하기에 적합할 것이다. 이런 재료의 특성을 잘 파악하여 임상에서 적절히 사용하는 것이 무엇보다도 중요할 것이다.

본 연구의 한계점은 Fuji Fil LC의 첫째 날 불소 유리량이 기존 제품에 비해 월등히 높았기 때문에 불소 유리 양상을 관찰하기에는 31일이 짧았다고 생각된다. 좀 더 긴 시간동안 불소 유리 양상을 관찰하여 첫째 날 불소 유리량이 높은 재료가 불소 유리에 어떤 장점을 가지고 있는지 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다. 또한 각 재료의 심미성 평가를 위한 광택도와 투명도에 관한 연구, 구강 환경을 재현하기 위해 열 순환을 거치

거나 6개월 이상 증류수에 보관 후 측정된 압축 강도, 실제 임상적용 시 치료 성공률에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### V. 결 론

본 연구는 새로 개발된 레진 강화형 글래스 아이오노머인 Ketac™ N 100과 Fuji Fil LC의 불소 유리량과 압축 강도를 Fuji II LC와 비교 평가해 보기 위해 시편을 제작하여 불소전극(Fluoride combination electrode, Istek, Korea)과 만능경성 시험기(Kyung-sung Testing Machine Co., Korea)를 이용하여 측정하였고, 그 결과는 다음과 같다.

1. 전반적인 불소 유리량은 Fuji Fil LC, Fuji II LC, Ketac™ N 100 순으로 높았다( $p < 0.05$ ).
2. 불소 감소율은 Fuji Fil LC가 가장 급격하게 나타났고, Fuji II LC는 가장 완만한 감소율을 보였다( $p < 0.05$ ).
3. 압축 강도는 Fuji II LC와 Ketac™ N 100간에는 유의한 차이가 없었고( $p > 0.05$ ), Fuji Fil LC는 두 재료보다 낮은 압축 강도 값을 보였다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과를 종합해보면 새로 개발된 재료인 Ketac™ N 100은 대조군인 Fuji II LC와 비교 시 불소 유리량은 적었으나 압축 강도는 유사했고 Fuji Fil LC는 불소 유리량은 높았고 압축 강도는 낮았다. 이런 재료의 특성에 맞게 임상 적용을 하는 것이 중요할 것이다. 실제 임상 적용에서의 치료 성공률에 대한 연구와, 구강 환경 재현을 위한 보다 다양하고 발전된 방법으로 보완 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. Wilson AD, Kent BE : A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. Br Dent J, 132:133-135, 1972.
2. Crips S, Lewis BG, Wilson AD : Characterization of glass ionomer cements. The physical properties of current materials. J Dent, 12:231-240, 1984.
3. Um CM, Oilo G : The effect of early water contact on glass-ionomer cements. Quintessence Int, 23:209-214, 1992.
4. Mongkolnam P, Tyas MJ : Light-cured lining materials: a laboratory study. Dent Mater, 10:196-202, 1994.
5. Croll TP : Glass ionomers and esthetic dentistry: What the new properties mean to dentistry. J Am Dent Assoc, 123:51-4, 1992.
6. Forss H, Jokinen J, Spets-Happonen S, et al. : Fluoride and mutans streptococci in plaque grown on glass ionomer and composite. Caries Res, 25:454-

- 458, 1991.
7. Loyola-Rodriguez JP, Garcia-Godoy F, Lindquist R : Growth inhibition of glass ionomer cements on mutans streptococci. Pediatr Dent, 16:346-349, 1994.
8. Forsten L : Resin-modified glass ionomer cements: fluoride release and uptake. Acta Odontol Scand, 53:222-225, 1995.
9. Momoi Y, McCabe JF : Fluoride release from light-activated glass ionomer restorative cements. Dent Mater, 9:151-154, 1993.
10. Forss H : Release of fluoride and other elements from light-cured glass ionomers in neutral and acidic conditions. J Dent Res, 72:1257-1262, 1993.
11. Crisp S, Lewis BG, Wilson AD : Characterization of glass-ionomer cements. Long term hardness and compressive strength. J Dent, 4:162-166, 1976.
12. Hse KM, Leung SK, Wei SH : Resin-ionomer restorative materials for children: a review. Aust Dent J, 44:1-11, 1999.
13. 김철위, 임범순: 글래스 아이오노머 시멘트와 콤포지트 레진 복합체의 물성에 관한 연구. 대한치과기재학회지, 22:29-46, 1995.
14. Williams JA, Billington RW : Increase in compressive strength of glass ionomer restorative materials with respect to time: a guide to their suitability for use in posterior primary dentition. J Oral Rehabil, 16:475-479, 1989.
15. Burgess J, Norling B, Summit J : Resin ionomer restorative materials, The new generation. J Esthet Dent, 6:207-215, 1994.
16. Nicholson JW, Anstice HM : The physical chemistry of light-curable glass ionomer. J Mater Sci Mater Med, 5:119-122, 1994.
17. Wilson AD : Resin-modified glass-ionomer cements. Int J Prosthodont, 3:425-429, 1990.
18. Mitra SB : Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. J Dent Res, 70:72-74, 1991.
19. Sidhu SK, Watson TF : Resin-modified glass ionomer materials. A status report for the American Journal of Dentistry. Am J Dent, 8:59-67, 1995.
20. Croll TP, Nicholson JW : Glass ionomer cements in pediatric dentistry, review of the literature. Pediatr Dent, 24:423-429, 2002.
21. Varpio M : Clinical aspects of restorative treatment in the primary dentition. Swed Dent J, 96:36-40, 1993.

22. Mjor IA : Frequency of secondary caries at various anatomical location. *Oper Dent*, 10:88-92, 1985.
23. MacInnis WA, Ismail A, Brogan H : Placement and replacement of restorations in a military population. *J Can Dent Assoc*, 57:227-231, 1991.
24. Klausner L, Gareen T, Charbeneau G : Placement and replacement of amalgam restorations. A challenge for the profession. *Oper Dent*, 12:105-112, 1987.
25. Dionysopoulos P, Kotsanos N, Papadogiannis Y, *et al.* : Artificial secondary caries around two new F-containing restoratives. *Oper Dent*, 23:81-86, 1998.
26. Tyas MJ : Cariostatic effect of glass ionomer cement: a five-year clinical study. *Aust Dent J*, 36:236-239, 1991.
27. Svanberg M : Class II amalgam restorations, glass-ionomer tunnel restorations, and caries development on adjacent tooth surfaces: a 3-year clinical study. *Caries Res*, 26:315-318, 1992.
28. Haugejorden O, Nord A, Koch G : Direct evidence concerning the 'major role' of fluoride dentifrices in the caries decline. A 6-year analytical cohort study. *Acta Odont Scand*, 55: 173-180, 1997.
29. De Araujo FB, Garcia-Godoy F, Cury JA, *et al.* : Fluoride release from fluoride-containing materials. *Oper Dent*, 21:185-190, 1996.
30. Jensen ME, Wefel JS, Hammesfahr PD : Fluoride-releasing liners: in vitro recurrent caries. *Gen Dent*, 39:12-17, 1991.
31. Skartveit L, Tveit AB, Tøtdal B, *et al.* : In vivo fluoride uptake in enamel and dentin from fluoride-containing materials. *ASDC J Dent Child*, 57:97-100, 1990.
32. Mitra SB : In vitro fluoride release from a light-cured glass-ionomer liner/base. *J Dent Res*, 70:75-78, 1991.
33. Diaz-Arnold AM, Holmes DC, Wistrom DW, *et al.* : Short-term fluoride release/uptake of glass ionomer restoratives. *Dent Mater*, 11:96-101, 1995.
34. Grobler SR, Rossouw RJ, Van Wyk Kotze TJ : A comparison of fluoride release from various dental materials. *J Dent*, 26:259-265, 1998
35. Verbeeck RM, de Moor RJ, Van Even DF, *et al.* : The short-term fluoride release of a hand-mixed vs capsulated system of a restorative glass-ionomer cement. *J Dent Res*, 72:577-581, 1993.
36. LinksCreanor SL, Carruthers LM, Saunders WP, *et al.* : Fluoride uptake and release characteristics of glass ionomer cements. *Caries Res*, 28:322-328, 1994.
37. Nicholson JW : Studies in the setting of polyelectrolyte cements: part VII. The effect of divalent metal chlorides on the properties of zinc polycarboxylate and glass-ionomer dental cements. *J Mater Sci Mater Med*, 9:273-277, 1998.
38. Goldman M : Fracture properties of composite and glass ionomer dental restorative materials. *J Biomed Mater Res*, 19:771-783, 1985.
39. Donly KJ, Segura A, Kanellis M : Clinical performance and caries inhibition of resin-modified glass ionomer cement and amalgam restorations. *J Am Dent Assoc*, 130:1459-1466, 1999.
40. Crim GA : Marginal leakage of visible light-cured glass ionomer restorative materials. *J Prosthet Dent*, 69:561-563, 1993.
41. Hallett KB, Garcia-Godoy F : Microleakage of resin-modified glass ionomer cement restorations: an in vitro study. *Dent Mater*, 9:306-311, 1993.
42. Triana R, Prado C, Garro J : Dentin bond strength of fluoride-releasing materials. *Am J Dent*, 7:252-254, 1994.

## Abstract

### COMPARATIVE STUDY ON THE FLUORIDE RELEASE AND COMPRESSIVE STRENGTH OF SEVERAL F-CONTAINING RESTORATIVE MATERIALS

Jee-Young Park\*, Jong-Soo Kim\*, Seung-Oh Kim\*\*

*\*Department of Pediatric Dentistry, \*\*Department of Anesthesiology, School of Dentistry, Dankook University*

This study was performed to compare the fluoride release pattern and compressive strength of recently developed resin-modified glass ionomers(Ketac™ N 100 and Fuji Fil LC) with those of conventional glass ionomer restorative material(Fuji II LC).

Fifteen sample discs(6 mm diameter and 1 mm height) were prepared for each tested material. The fluoride release was measured by pH/ISE meter(750P, Istek, Korea) for 31 days. For compressive strength experiment, fifteen cylindrical specimens were prepared for each tested material. Each specimen was submitted to compressive strength testing in an universal testing machine(Kyung-sung Testing Machine Co., Korea) at crosshead speed of 5.0mm/min until failure.

The results can be summarized as follows:

1. Fuji Fil LC released the highest amount of fluoride, followed by Fuji II LC and Ketac™ N 100( $p < 0.05$ ).
2. The compressive strength of Fuji Fil LC was the lowest( $p < 0.05$ ). However, no significant difference was found from Fuji II LC and Ketac™ N 100( $p > 0.05$ ).

By considering the above results, careful case selection and accurate clinical application is recommended when using Ketac™ N 100 and Fuji Fil LC.

**Key words** : Fluoride releasing, Strength of resin-modified glass ionomer