

표면도포제에 따른 수복용 글라스아이오노머 세멘트의 표면조도 비교

연세대학교 치과대학 소아치과학교실

최병재 · 황동환

Abstract

A COMPARATIVE STUDY ON SURFACE ROUGHNESS OF GLASS IONOMER CEMENT BY SURFACE COATING AGENT

Byung-Jai Choi, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Dong-Hwan Hwang, D.D.S.

Department of Pediatric dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

The purpose of this paper is to investigate the surface roughness of glass ionomer cement during initial setting time followed by applying surface coating agent. No other finishing or polishing procedure is done and each surface coating agents (varnish, adhesive, gloss, sealant) are used after filling of glass ionomer cement. Surface roughness indices(Ra) are measured and surface contours are obtained electronically by Surfcoorder SEF-30D(Ko-saka laboratory Ltd., Japan). The results are as follows :

1. During initial setting time, surface roughness increases slightly regardless of surface coating agents. But it is statistically insignificant. ($p > 0.05$)
2. Among surface coating agents used, Ra indices of group using varnish are high significantly compared to other groups regardless of elapsed time. ($p < 0.05$) Among the groups which has used other surface coating agents except for the varnish group, similar Ra index all over the experiment is obtained, when compared to control group (no agent).
3. If no surface treatment is performed, tri-cure glass ionomer cement (Vitremmer) has higher Ra Index than light cure glass ionomer cement (Fuji II LC) ($t < 0.05$). But there is no difference between two groups in Ra index if any kinds of agents are applied except for sealant. ($t > 0.05$)

본 연구는 1995년도 연세대학교 치과대학학술연구비 지원으로 이루어짐

I. 서 론

Silicate와 zinc polyacrylate로부터 화학적으로 합성된 이래, 글라스아이오노머 세멘트는 현재 임상에서 많이 사용되는 삼급, 오급 와동용 심미적 수복재이다.⁵⁾ 이는 글라스아이오노머 세멘트가 여러 치과용 심미수복재료중에서도 심미성이 뛰어나고, 상아질과 법랑질 모두에 대한 화학적 결합력이 우수하며, 장기간 수복해도 이차우식이나 치은염증이 드물고, 불소 방출에 의한 이차우식예방, 치수에 대한 우수한 생체적합성, 수복의 용이성등의 많은 장점에 기인한다.^{5, 7, 15, 23, 32, 35, 38, 39, 41)} 교합력을 직접적으로 받는 부위에 수복하는 경우를 제외한다면, 글라스아이오노머 세멘트를 사용할 때의 가장 큰 단점으로 논의될 수 있는 성질은 초기경화시간동안의 탈수이며, 이에 따라 마모, 용해, 광택소실, 부분적 수복물 소실 및 강도저하와 부가적인 표면 거칠기의 증가등이 수반된다.^{8, 25)} 이러한 단점들은 글라스아이오노머 세멘트의 수분에 대한 민감성 때문인데, 글라스아이오노머 세멘트가 방ерж제재하에서 완전히 경화되면 그 물리적 특성이 향상될 것이며, 투과성도 높아져 심미적으로도 최적의 상태를 나타내게 될 것이다.^{5, 14)} 이러한 표면은 수복후 기성 매트릭스를 표면에 압접시키거나, 표면도포제재를 도포하는 방법을 통하여 얻을 수 있다.^{5, 8, 22)} 어떤 수복물이든 표면이 가능한 한 부드러워야 최상의 심미적, 위생적 표면을 획득할 수 있으며, 부가적으로 치태도 최소로 축적될 수 있다.^{26, 33)} 글라스아이오노머 세멘트가 수분에

조기 노출시, 기계적 성질과 화학적 특성이 감소되며, 이들 사이에는 일정한 관계가 있다는 보고도 있다.¹⁶⁾ 화학중합형 글라스아이오노머 세멘트를 거쳐, 광중합형과 복합중합형 글라스아이오노머 세멘트도 개발되어 임상에서 급속히 응용되고 있는 바, 본 실험에서는 현재 임상에서 사용중인 대표적인 4가지 표면도포제에 의한 글라스아이오노머 세멘트의 표면 거칠기의 시간적 변화를 표면 조도기를 사용하여 기계적 전기적으로 측정하고 이를 비교하여 각 표면도포제의 글라스아이오노머 세멘트의 표면에 대한 방어적 효과를 평가하였다.

II. 실험재료 및 방법

1) 실험 재료

본 실험에서는 글라스아이오노머 세멘트 2종과 표면 도포제 4종을 사용하였다. (table 1)

2) 실험 방법

가) 시편제작 10.0 mm의 직경, 3.0 mm의 두께로 원형을 제작하였다. (Fig 1) 한 치과 의사가 글라스아이오노머 세멘트를 각 제조회사의 지시대로 혼합한 후 각 시편에 약간 과수복하고 셀룰로이드 스트립을 위치시킨후 유리판으로 누르고 광중합기(Visilux 2, dental products, 3M)로 20초간 광중합하여 글라스아이오노머 세멘트의 실험시편을 제작하였다. 다음의 조건(Table 2)에 따라 8군으로 나누었으며 각 군당 시편을 5개씩 제작하였다.

Table 1. Materials used

Material	Proprietary name	Manufacturer
Glass ionomer cement :		
Light cure	Fuji II LC	GC dental Corp, Tokyo, Japan
Tri cure	Vitremer TC	Dental products, 3M, USA
Surface agent applied :		
Varnish	GC Fuji Varnish	GC dental Corp, Tokyo, Japan
Bonding agent	Adhesive	Dental products, 3M, USA
Glazing agent	Gloss	Dental products, 3M, USA
Sealant	3M concise	Dental products, 3M, USA

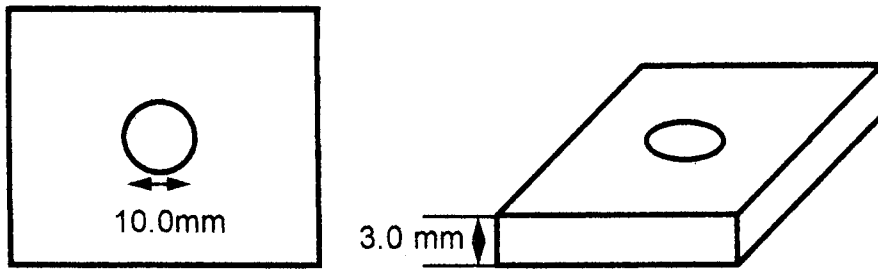


Figure 1. Schematic representation of specimen

Table 2. Surface treating methods studied in 8 groups

Group	Number	GIC	Surface agent
1	5	Fuji II LC	No control
2	5	Fuji II LC	Varnish
3	5	Fuji II LC	Adhesive
4	5	Fuji II LC	Sealant
5	5	Vitremer	No control
6	5	Vitremer	Varnish
7	5	Vitremer	Gloss
8	5	Vitremer	Sealant

나) 각 군별 표면처리 방법

2, 6 군 - Varnish 처치

면구에 묻혀 표면에 완전히 도포하고, 10초간 공기를 저속으로 불었다.

3 군 - Adhesive 처치

브러시를 사용하여 시편 표면에 완전히 바른 후 즉시 광중합기를 사용하여 20초간 광중합하였다.

7 군 - Gloss 처치

표면에 약간의 습기가 있는 상태에서 브러시를 사용하여 표면에 도포한 후 즉시 20초간 광중합하였다.

4, 8 군 - Sealant 처치

완전 건조시킨후 브러시를 사용하여 sealant를 도포한 후 즉시 광중합기를 사용하여 20초간 광중합하였다.

각 시편수복 및 표면처리후 Thermocycling machine(Thermocycler, Morida, Japan)에서 5°C와 55°C의 water bath를 48시간동안 1000회간 왕복시켜 온도변화를 주었다.

3) 표면 조도의 측정

시편의 표면은 기계적 표면 외형투사장비 즉 표면조도기를 사용하여 표준화된 기준선에 대한 외형의 거칠기를 검사하였다. 이 외형투사의 결과를 표면거칠기의 평균 Ra값으로 나타내면 다음과 같다.

$$Ra = \frac{1}{L} \int |f(x)| dx$$

Ra : arithmetical average roughness

표면조도기로는 Surfcoorder SEF-30D(Ko-saka laboratory Ltd., Japan)를 사용하였으며, cut off 파장은 0.08 mm, 측정길이는 2.5mm로 하였다. 측정 stylus는 2um크기였고, drive speed는 0.1 mm/s, 수평확대는 200배, 수직확대는 20배로 하였다. 모든 측정은 실온(23°C)에서 하였으며, Ra값은 microprocessor에 의해 직접 계산되었다. 측정은 수복직후, 500회후, 1000회후에 시행하였다. stylus가 달린 jig를 가로로 0.5 mm씩 평행하게 움직여 한방향에서 5번씩 측정하여, median치를 대표값으로 구하

였고, 표면의 외형(fig 3)을 구하였다.

4) 통계 분석

각군당 측정된 5개의 median치로부터 표면 처리에 따른 평균 거칠기 Ra를 각 군별로, 처리즉시(r1), 24시간동안 500회 온도변화후(r2), 48시간동안 1000회 온도변화후(r3)에 구하고 repeated ANOVA, t-test를 이용하여 통계처리하였다.

III. 실험 결과

위와 같은 조건, 방법으로 측정하여 다음과 같은 측정치의 평균치 및 표준편차를 얻었다. (Table 3, fig 2)

1) 시간경과에 따른 표면 조도의 변화

시간의 경과에 따라 Ra는 대체적인 증가추세를 나타내었으나, repeated ANOVA로 분석한 결과, 7 군의 r1과 r3, group 8의 r1과 r2, r2와 r3에서만 통계학적 유의차가 있게 표면조도가 증가되었고, 다른 군의 측정치에서는 유의성 있는 변화는 없었다. ($p > 0.05$)

2) 시간경과에 따른 각 군별 표면 조도 비교

repeated ANOVA로 분석한 결과, varnish를 도포한 2, 6군의 r1, r2, r3 모두가 다른 도포 방법보다 더 높은 Ra를 나타내었으나 다른 군 간에는 차이가 없었다. ($p < 0.05$)

Table 3. Average roughness value $\frac{1}{4}Ra\frac{3}{4}$ reported for each specimen and groups

Group	1		2		3		4	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
r1	0.2700	0.0219	1.1862	0.8036	0.3774	0.0893	0.4222	0.1171
r2	0.2738	0.0599	1.5230	0.1103	0.4466	0.1502	0.4548	0.1329
r3	0.3188	0.0946	2.1412	0.8696	0.4710	0.0683	0.4568	0.0721

Group	5		6		7		8	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
r1	0.4314	0.0859	1.6096	0.3491	0.3842	0.0681	0.4016	0.0101
r2	0.4462	0.1343	1.7692	0.2340	0.5832	0.1631	0.5266	0.0786
r3	0.4472	0.0761	3.9848	2.7267	0.5928	0.0747	0.6596	0.1375

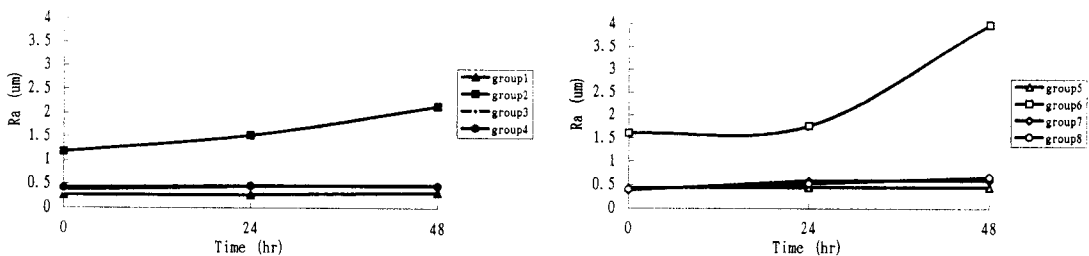


Figure 2. Average roughness(Ra) reported for each specimen and groups

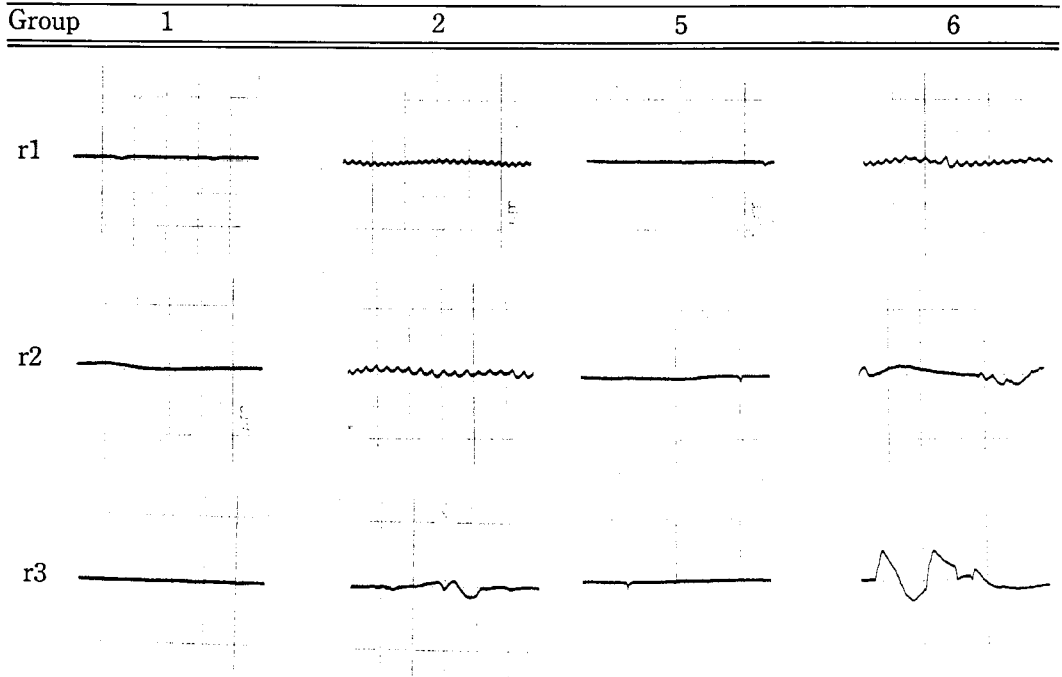


Figure 3. representative surface tracing of each specimen and groups

3) 다른 글라스아이오노머 세멘트에 대한 같은 표면도포제의 차이

t-test검정 결과, 대조군인 1군과 5군의 r1, r2, r3에서 모두 유의차가 있게 5군에서 더 큰 측정치를 나타내었으며 ($t < 0.05$), 같은 surface agent를 바른 경우에는, sealant를 바른 4군과 8군의 r3에서 유의차가 있게 8군이 더 큰 Ra를 나타냈다. ($t < 0.05$)

IV. 토 의

글라스아이오노머 세멘트는 카르복실산 중합체와 플로로알루미노실리케이트(FAS), 물, 타르타닉산을 주요 구성성분으로 하는 분말과 용액으로 공급되게 된다. 광중합형 글라스아이오노머 세멘트에서는 광개시제에 의해 이들의 화학반응이 시작되고, 중합체의 산기는 FAS glass를 공격하여 Al^{3+} , AlF_2^+ , AlF_2^+ 와 같은 금속이온을 만들어내고, 이들 금속이온들이 산-염기 반응에 의해 중합체의 카르복실산기와 반응한다. (fig. 4) 이 경화반응에서 충치예방에

효과적인 불소이온이 부산물로 발생한다. 수분은 이 반응에서 두가지 중요한 역할을 하게 된다. 첫째, 산-염기 경화반응과 불소발생에 필요한 이온이동에 공급된다. 둘째, 화학적으로 결합되고, 경화된 세멘트에 단단한 안정성을 제공한다. ^{10, 12, 13, 30, 31)}

약 48시간이 필요한 초기경화시 수분을 흡수하게 되면, matrix는 chalky해지고, 거칠어지게 되는데²⁷⁾, 이는 초기 경화시에 외부 수분에 의해 Aluminium이 더 쉽게 방출되어 복합체의 matrix가 심하게 소실되기 때문이다. ^{3, 6, 28)} Hotta는 표면 조도를 측정함으로써 간접적으로 표면의 탈수정도를 정량적으로 측정해 낼 수 있다고 하였다. ¹⁸⁾ 본 실험의 결과에서는 모든 군에서 시간에 따라 대체적인 표면조도의 증가 경향을 관찰할 수 있었으나, 7, 8군을 제외하고는 통계학적 유의차는 나타나지 않았다. ($p > 0.05$) Vitremer에 gloss나 sealant를 도포한 7, 8군에서는 시간의 경과에 따라 표면조도가 증가되었는데, 이는 열팽창계수의 차에 기인한다. gloss는 76ppm/c, sealant는 71-94 ppm/C으

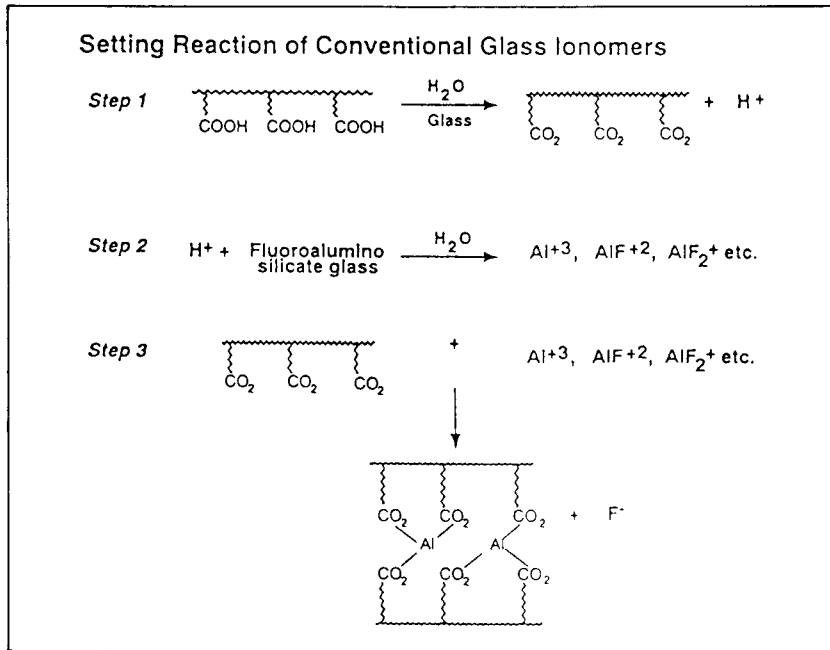


Figure 4. Setting reactions of light curing glass ionomers

로서 vitremer의 열팽창계수 11.5 ppm/°C보다 비교적 커,¹⁾ 온도변화가 심할 경우 이들 표면 제제에서도 gloss나 sealant와 같은 무충전형 레진중 일부는 제거될 수 있음을 의미하게 되나, 이러한 표면조도의 증가가 특정 표면의 표면 제제 전부로부터 제거되어 글라스아이오노머 세멘트의 탈수에 대한 방어적 역할을 전혀 수행하지 못하게 되었음을 의미하지는 않는다. 이 구별은 글라스아이오노머 세멘트표면의 구성성분에 대한 육안적, 혹은 전자현미경적 관찰을 통하여 구별할 수 있다.¹⁶⁾

글라스아이오노머 세멘트의 표면도포제로는 여러 가지 제제가 추천되고 있으며, 이들 제제에 대한 다양한 연구가 활발한데, Craig는 cocoa butter, special thickened varnish, 광중합 접착레진 모두 받아들일 만하다고 하였으며⁸⁾, Moore는 제조자가 공급하는 varnish를 사용하거나, 무충전 광중합형 레진 결합제를 도포하는 방법을 추천하기도 하였다.²²⁾ 이전의 연구에서는 혼합후 1시간 이내에서의 수분의 이동을 막는 것은 어떤 표면도포제로도 불가능하고 그이후라면 petrolatum molle, ysol, De Tray varnish,

Fuji varnish, Ketak varnish, nail varnish등이 효과적이라고 하는 연구도 있으며,¹³⁾ 수복후 24 시간동안 varnish로 방어해야 색조변화, 투명도가 만족할만한 수준이 된다는 보고도 있으나,²⁵⁾ varnish와 finish를 복합적으로 사용했을 때의 효과를 본 McKnight의 실험에 따르면, varnish를 시행한 경우에는 제품에 따라 61-76%까지 불소방출이 감소되었으며, 연마하였을 경우에는 Miracle mix에서는 불소방출이 증가되며, Ketak silver, Ketak bond에서는 변화가 없다고 하는 이전의 연구들도 있었으나, 최근 연구에서는 varnish는 글라스아이오노머 세멘트의 표면으로부터 벗겨져 나가 글라스아이오노머 세멘트가 다시 chalky하게 만들면서 빠르게 마모되는 것으로 판명되었다.¹⁸⁾

제조자에 의해 권장되고 있는 표면도포제를⁴³⁾ 도포한 후의 표면조도의 변화를 관찰한 본 실험의 결과에서도 varnish를 도포한 군이 다른 제제를 도포한 군보다 월등히 높은 표면조도를 나타내었으며, 이는 시간의 경과와 상관없이 있었다. 이는 표면의 외형에서도 잘 나타난다. Fig. 3에서 group 2의 외형은 대조군보다도 더 불

규칙적이고 울퉁불퉁한 표면을 나타내며, 차이는 시간의 경과에 따라 더욱 심화된다. Varnish는 재료 자체가 글라스아이오노머 세멘트 표면 전체에 일정하게 도포되기 불가능하며, 구성 성분이 10%의 vinyl acetate와 90%의 ethyl acetate이라,²⁾ 시간의 경과에 따라 수분과 접촉이 증가되면서 ester group이 서서히 용해되고, 10%의 filler만이 잔존되면서 표면조도가 증가되었다고 사료된다.¹⁴⁾

Earl은 점도가 낮은 광중합 접착 레진이 표면의 수분이동을 막는데 가장 효과적이며, 화학중합 접착레진과 varnish는 방수효과가 없으며, ysol과 petroleum jelly는 마모와 탈락이 심하여 임상적으로 적용하기에는 어렵다고¹⁴⁾ 판명하고, 광중합 접착레진이 가장 효과적인 방수제라고 하였다.¹³⁾ ¹⁴⁾ 이외에 광중합 glazing agent가 글라스아이오노머 세멘트의 표면 수분이동을 효과적으로 막는다고 알려졌고, 광중합 접착레진의 효과에 대해서는 아직까지도 논란의 대상이 되고 있으며,¹⁴⁾ ¹⁶⁾ 글라스아이오노머 세멘트의 강도, 마모저항을 조사한 경우 광중합 접착레진은 수분이동을 제한하는데 별 효과가 없으며 가장 효과적인 방수법은 광중합 glazing agent라는 연구도 있었다.¹⁸⁾ 어떤 표면처리를 하였을 때라도 대조군보다는 표면의 거칠기가 감소되나, 특정 표면도포제가 더 우수하다고 통계학적으로 밝혀지지 않았다.²⁹⁾ ³⁶⁾ 본 연구에서도 adhesive, gloss, sealant사이에서는 유의성있는 차이가 나타나지 않았다. 단 vitremer에 sealant를 도포한 8군에서는 r1, r2, r3 사이에서 통계학적 유의차가 나타났는데, 이는 sealant자체의 온도변화에 따른 무충전 레진의 부분적 제거에 기인한다고 추정된다.

광중합형 글라스아이오노머 세멘트와 복합 중합형 글라스아이오노머 세멘트간의 표면조도의 차이를 관찰한 본 실험결과에서는 복합중합형 글라스아이오노머 세멘트인 5군에서 더 높은 표면조도를 나타내었으나, 각 제품의 제조자가 추천하는 표면제재인 adhesive와 gloss를 바른 3군, 7군사이에서는 유의성있는 차이가 나타나지 않았다. 이는 복합중합형 글라스아이오노머 세멘트에 함유되어 있다고 소

개되는 water-activated redox catalyst에 기인한다고 추정되나 앞으로 이에 대한 더 깊은 연구가 필요하다.

글라스아이오노머 세멘트의 초기 경화시에만 이러한 표면제재의 도포가 필요한데, 글라스아이오노머 세멘트는 한 번 경화가 완전히 이루어지게 되면 더 이상은 수분방어가 필요없기에²⁷⁾ 본 실험에서도 글라스아이오노머 세멘트의 초기 경화시간인 48시간동안의 표면 거칠기만을 측정하였다. 온도차이와 변화를 주는 횟수에 대한 연구를 보면, Nelson등²⁴⁾은 Crim등⁹⁾이 주장한 5°C와 60°C가 실제 구강내에서는 9°C와 52°C로 측정되어, 43°C만의 온도차이를 나타낸다고 보고하였고, 60°C이상에서는 교원섬유의 변형을 야기하므로¹¹⁾ 과도한 온도변화는 임상적으로 의의가 적다고 볼 수가 있다. 온도변화를 준 경우와 주지 않은 경우간에는 분명한 차이가 있으나, 온도변화를 준 횟수에는 차이가 없다는 보고도 있다.⁹⁾

표면에 제재를 도포하는 방법 이외에도 poly-acrylic gel을 사용하면 글라스아이오노머 세멘트, 복합레진 모두 기존 연마방법보다 표면을 더 부드럽게 할 수 있다고 하며,¹⁹⁾ 글라스아이오노머 세멘트의 혼합시 borax를 첨가할 경우에도 용해도가 감소된다⁴⁾는 보고도 있다. 또한 표면을 연마하는 방법도 고려할 수 있다. 그러나 제품에 따라 연마효과는 달랐으며,²⁰⁾ 연마방법에 따라 표면의 거칠기는 매우 달리 측정되므로²⁾ ¹²⁾ 본 실험에서는 시편을 연마, 마무리하지 않고, 표면도포제에 따른 표면거칠기만을 측정, 비교하였다.

Hotta의 연구에 의하면, 중합시작 48시간후의 표면조도는 글라스아이오노머 세멘트표면을 유리판에 접촉시킨 군, glazing agent를 도포한 군, 연마한 군 순서로 증가되어 임상에서는 셀룰로이드 스트립을 사용한 후, glazing agent를 도포한 군이 가장 추천되었다.¹⁸⁾

표면도포제의 효과를 측정하는 실험방법으로는 여러 가지 방법이 소개되었는데, 동위원소를 이용하여 수분이동을 비교하는 방법¹³⁾ ¹⁴⁾, 표면의 색조변화를 임상적으로 관찰하거나²⁵⁾ colorimeter로 측정하는 방법¹⁶⁾ ³⁴⁾, 표면의 mic-

rohardness를 측정하는 방법^{17, 18, 27)}, microscope로 관찰하는 방법^{16, 18, 19)} 그리고 표면거칠기를 측정하는 방법^{17, 18, 19)} 등이 있다. 본 실험 방법으로 사용한 표면조도기를 사용한 측정 및 표면 형태 관찰방법은 자료 수집은 쉬우나 평가가 어려운 제한성이 있다.⁴²⁾

V. 결 론

광중합 및 복합중합 글라스아이오노머 세멘트의 수복후 표면도포제(varnish, adhesive, gloss, sealant)를 달리하여 표면을 처리한 후 초기경화시간동안의 표면조도를 측정하였다. 표면조도와 표면의 외형은 Surfcoorder SEF-30 D를 이용하여 전자기적으로 얻어 비교, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 표면처리의 유무, 표면도포제재의 종류에 관계없이 초기경화기간동안의 표면조도는 약간의 증가 추세를 나타내었으나 통계학적 유의차는 없었다. ($p > 0.05$)

2. 글라스아이오노머 세멘트의 종류와 시간의 경과에 상관없이 varnish로 처리한 군에서 표면조도가 다른 군보다 월등히 높았으며, varnish이외의 다른 군들사이에는 특별한 차이는 나타나지 않았다. ($P < 0.05$)

3. 도포제를 처리하지 않은 대조군에서는 복합 중합형 글라스아이오노머 세멘트(vitremer)가 광중합형 글라스 아이오노머 세멘트(Fuji II LC)보다 더 높은 표면 조도를 나타냈으나 ($t < 0.05$), sealant 이외의 표면처리를 시행한 경우에는 이들 사이의 차이를 발견할 수는 없었다. ($t > 0.05$)

Referenece

1. 3M Korea : Personal Communication
2. GC Corp. : Personal Communication
3. Andersson OH, Dahl JE, Aluminium release from glass ionomer cements during early water exposure in vitro, *Biomaterials*, 15(11) : 882-8, 1994, Sep
4. Bansal RK, Tewari US, Singh P, Murthy

- DV., Modified polyalkenoate (glass -ionomer) cement-astudy, *J Oral Rehab.* 22(7) : 533-7, 1995, Jul
5. Barry GD, Aschheim KW, *Esthetic Dentistry*, Lea & Febiger Philadelphia, London, 1993
6. Causton BE : The physio-mechanical consequences of exposing glass ionomer cements to water during setting, *Biomaterials* 2 : 112, 1981
7. Cooley RL, Train TE, Comparison of manually and mechanically mixed glass ionomers, *J Prosth Dent*, 66(6) : 773-6, 1991 Dec
8. Craig, RG, *Restorative Dental materials* 8th ed., 1989, C.V. Mosby, St Louis
9. Crim GA, Garcia -Godoy F : Microleakage : the effect of storage and cycling duration, *J Prosth Dent* 57 : 574-6, 1987
10. Crisp S, Lewis BG, Wilson AD, Glass-ionomer cements : Chemistry of erosion, *J Dent Res*, 1976; 55 : 1032-41
11. Dale BG, Aschheim KW, *Esthetic Dentistry*, 1993, Lea & Febiger, Philadelphia
12. Dental Division, technical product of 3M Vitremer Tri cure glass ionomer system profiles
13. Earl MSA, Hyme WR, Mount GJ, Effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass-ionomer cement surface, p298-301, vol 30 no 4, *Aust. Dent. J.*, 1985
14. Earl MSA, Hyme WR, Mount GJ, The effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass-ionomer cement surface II, p326-9, vol34, no 4, *Aust. Dent. J.*, 1989
15. Hicks MJ, Flaitz CM Silverstone LM, Secondary caries formation in vitro around glass-ionomer restorations, *Quint Int* 17 : 527, 1986
16. Hotta M, Hirukawa H, Yamamoto K, Effe-

- cts of coating materials on restorative glass ionomer cement surface, *Op Dent*, 17(2); 57-61, 1992, Mar-Apr
17. Hotta M, Hirukawa H, Abrasion resistance of restorative glass-ionomer cements with a light cured surface coating, *Op Dent*, 19(2), 42-6, 1994, Mar-Apr
 18. Hotta M, Hirukawa H, Aono M., The effect of glaze on restorative glass-ionomer cements. *J Oral Rehab.*, 22(3), 197-201, 1995, Mar
 19. Lieberman R, Geiger S, Surface texture evaluation of glass ionomer restorative materials polished utilizing poly(acrylic acid) gel. *J Oral Rehab*, 21(1) : 87-94, 1994, Jan
 20. McKnight-Hanes C, Whitford GM, Fluoride release from three glass ionomer materials and the effects of varnishing with or without finishing, *Caries Res*, 26(5) : 345-50, 1992
 21. McLean JW, Wilson AD, The clinical development of the glass-ionomer cements I Formulations and properties, p31-6, vol 22, no 1, *Aust. Dent. J.*, 1977
 22. Moore BK, Swartz ML, Philips RW, Abrasion resistance of metal reinforced glass ionomer materials, abstracted *J Dent Res* 64(special issue) : 371, 1985
 23. Mount GW, An atlas of glass ionomer cements, Philadelphia, BC Decker Co., 1990
 24. Nelson RL, Wolcott RB, Paffenbarger GC, Fluid exchange at the margins of dental restorations, *J Am Dent Assoc*, 44 : 188-95, 1952
 25. Ngo H, Earl GJ, Glass ionomer cements : A 12-month evaluation, *J Prosth Dent* 1986 : 55 : 203-5
 26. Norman RD, Mehra RV, Swartz ML, Philips RW, Effects of Restorative materials on plaque composition, *J Dent Res* 1972, Nov-Dec, vol51, No 6, 1591-601
 27. Philips S, Bishop BM, An in vitro study of the effect of moisture on glass ionomer cement, *Quint int*, 2; 1985, 175-7
 28. Saito S, Characteristics of glass-ionomer and its clinical application Part I-relations between hardening reactions and water, *J Dent Med* 8 : 4 1978
 29. Serra MC, Navarro MF, Freitas SF, Carvalho RM, Cury JA, Retief DH, Glass ionomer cement surface protection, *Am J Dent* 7(4) : 203-6, 1994 Aug
 30. Swartz ML, Research in dental materials *J Am Dent Assoc*, 79 : 901-17, 1969
 31. Swift ML, An update on glass-ionomer cements, *Quint Int*, 19 : 125-30, 1988
 32. Tyas MJ, Latest rankings of dentine bonding agents : *Dental Outlook*, 14 : 1, 1988
 33. Ulusoy M, Ulusoy N, Aydin AK, An Evaluation of polishing techniques on surface roughness of acrylic resins, *J Prosth Dent*, 56(1) : 107-12, 1986
 34. Verdonschot EH, Oortwijn JC, Roeters FJ, Aesthetic properties of three type II glass polyalkenoate (ionomer) cements, *J Dent* 1991 : 357-61
 35. Walls AWG : Glass polyalkenoate cements : a review, *J Dent* 14 : 231, 1986
 36. Watson T, Banerjee A, Effectiveness of glass-ionomer surface protection treatments : a scanning optical microscope study, *Europ J Prosth Restor Dent*, 2(2), 85-90, 1993 Dec
 37. Williamson RT., Protection of glass ionomer cements during the setting reaction, *J Prosth. Dent.* 73(4) 400-1, 1995, Apr.
 38. Wilson AD, Prosser HJ : Biocompatibility of the glass ionomer cement *J Dent Assoc South Am* 37 : 872, 1982
 39. Wilson AD, Prosser HJ, Powis DM : Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite, *J Dent Res* 62 : 590, 1983

40. Wilson AD et al : The release of fluoride and other chemical species from a glass ionomer cement, *Biomat* 6 : 431 : 1986
41. Wilson AD Mclean JW, Glass ionomer cement. Chicogo, Quintessence Publishing Co., 1988
42. 권영숙, 라미네이트 도재수복물의 연마방법에 따른 표면거칠기의 비교, 연세대학교 대학원, 1995
43. Fuji II LC Instruction for use, GC Japan