

시간경과 및 표면처리에 따른 Glass ionomer cement의 flexual strength의 변화에 관한 실험적 연구

경희대학교 치과대학 치과보존학 교실

김병우 · 민병순

목 차
I. 서 론
II. 실험 재료 및 방법
III. 실험 성적
IV. 총괄 및 고안
V. 결 론
참고 문헌
영문 초록

I. 서 론

치아의 결손 부위를 회복시키기 위한 이상적인 수복 재료는 결손된 치질과 물리 화학적 성질이 동일하고 결합력이 우수하며, 생물학적 및 심미적인 면에서도 만족할 수 있어야 한다¹⁾.

현재, 치과 임상에 수복용으로 널리 사용되는 시멘트의 구조 및 특성에 많은 문제점을 가지고 있는데, 그 중 색상, 조작성의 특성, 수명, 그리고 혼합의 편이성 등은 우수하나, 시멘트로 충전된 후에는 기계적 강도, 마모 및 용해에 대한 저항성 등이 치질에 비해 뒤떨어져 있다²⁾.

치아의 치경부에 발생하는 마모증, 특히 전치부인 경우, 수복 재료가 심미성을 충분히 발휘할 수 있어야 하므로 선택의 폭이 매우 좁은 실정이다. 현재, 전치부와 구치부의 치경부 마

모증이나 과민성 치아의 수복에 널리 사용되고 있는 glass ionomer cement는 1972년 Wilson과 Kent 등에 의해 소개되었는데^{3,4)}, 이 시멘트는 silicate cement와 polycarboxylate cement의 장점을 합쳐 놓은 cement로서⁵⁾ 현재는 치경부 수복, 소와 열구의 충전, 치관부 축조, 와동의 이장, 구조물의 합착 등에 널리 사용되고 있다⁶⁾.

이 glass ionomer cement는 극성 결합과 이온 결합에 의해 상아질과 법랑질에 물리 화학적으로 부착(physicochemical adhesion)되며⁷⁾, 불소를 방출하여 2차적인 치아 우식증을 예방할수 있는 장점을 가지고 있다⁸⁾.

또한 연화 24시간후의 압축강도는 140~195 MPa로 composite resin보다 다소 낮으며^{9,10)} 방습이 잘된 경우 압축 강도는 이보다 훨씬 증가된다. Crisp등¹¹⁾에 의하면 glass ionomer cement는 시간이 경과함에 따라 압축 강도는 증가되어, 약 1년후 최대 강도에 도달하게 되는데, 이는 이온의 cross-link의 수가 증가하는 결과라고 하였으며, 또한, paraffin속에 보관한 시편은 물속에 보관한 것보다 압축 강도가 높다고 보고하였는데, 그 이유는 무처치한 glass ionomer cement를 물속에 보관하는 경우에서 시편의 표면에서 서서히 약간의 금속 이온의 용출과, 부가적인 cross-link를 형성하지 못하기 때문이라고 보고하였다.

또한, Paddon등¹²⁾은 초기의 glass ionomer cement인 ASPA(aluminosilicate polyacrylate) cement는 silicate cement 및 zinc polyacrylate cement와 비슷한 가소성을 지니고 있으나, 충전 후 시간 경과에 따라 구조의 변화가 일어나, 단단한 cross-link가 형성된다고 보고하였다

Crisp등¹³⁾은 glass ionomer cement의 경화 반응중 calcium이온과 aluminum 이온이 유리되는데, 이들 이온은 유리되는 정도가 시간 경과에 따라 다른 양상을 보이며, 유리된 이온은 cross-link를 형성하여 시멘트를 경화시키고, 시멘트의 기계적 성질을 좌우한다고 보고하였다. 이러한 cross-link의 형성은 Crisp등¹⁴⁾은, glass ionomer cement의 glass 분말과 용액을 혼합하면, 수용성 polyacrylic acid와 aluminosilicate glass 사이의 반응시 수용성 이온인 calcium 이온이 먼저 유리되어 calcium polyacrylate가 3시간 이내에 결합, 형성되고 이후에 aluminum 이온이 오래동안 반응한다고 보고하였다. glass ionomer cement로 치아 경조직의 결손부를 수복하는 경우, 충전 즉시 충전물에 수분이 오염되면 시멘트를 형성하는 이온인 calcium과 aluminum이 씻겨 나가거나, 상실된다¹⁵⁾. 이에 대해 Earl등¹⁶⁾은 glass ionomer cement내에서 관찰되는 변화는 시간 경과와 함께 분해가 쉽게 일어날 수 있다는 것을 의미한다고 했으며 이러한 분해 과정에 의해 시멘트의 구조가 변화되어, 시멘트의 물리적인 성질, 특히 표면의 마모도와 시멘트의 강도가 저하되므로, 이러한 것을 방지하기 위해서 수복 직후 수복물 주위에 적당한 varnish등을 도포하여 완전하게 성숙되지 못한 수복물을 구강 용액으로부터 보호해야 한다고 보고하였다.

이에 저자는 표면 처리와 시간 경과에 따라 glass ionomer cement의 물리적 성질 중, 시멘트의 강도 변화를 구명하기 위해 Instron testing machine을 이용한 삼점 굴곡 시험을 통해 flexural strength를 측정, 비교하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용된 재료는 충전용 glass ionomer cement(Fuji ionomer type II, GC Co.)를 사용하였으며, 제작된 시편의 표면에는 Fuji Varnish(GC Co.)를 도포하였고 시편의 수분 침투를 방지하기 위해 Vaseline을 사용하였다. 시편의 flexural strength를 측정, 기록하기 위하여, Instron Universal Testing Instruments(Model 4202)를 사용하였다.

2. 실험 방법

길이 3mm, 폭 3mm, 길이 25mm의 teflon mold를 제작하여, 밑면에 유리판을 대고 glass ionomer cement를 제조 회사의 지시대로 혼합, 충전 후, 윗면에 유리판을 대고 가압, 충전한 시멘트가 경화된 후 제거하여^{17,18)} 대조군은 표면 처리를 하지 않고 증류수에 침지시킨 군, varnish 도포군은 제작후 즉시 varnish를 표면전체에 도포, 건조 후 증류수에 침지시킨 군, vaseline 포매군은 아무런 표면 처리를 하지 않고 vaseline에 포매한 군으로 나누어 실험을 실시하였으며, 3개군은 각각 4개의 소군으로 나누어 각 소군에는 8개씩의 시편을 포함하여 총 96개의 시편을 1일, 1주, 2주, 4주간 35.6°C에 맞춰진 항온기에 보관한 후¹⁹⁾, Instron testing machine을 이용하여 하중 100kg, crosshead speed 0.5mm/min로 3점 굴곡 시험(three-point loading method)을 시행한 후, 다음의 식에 의해 flexural strength를 측정하였다²⁰⁾.

flexural strength

$$= 3PI/2bd^2$$

P : 파단시의 하중

I : 지지대 사이의 거리

b : 시편의 폭

d : 시편의 깊이

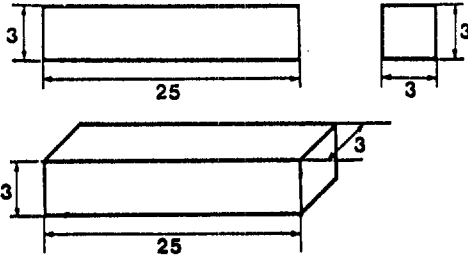


Fig. 1. Specimen for flexural strength measurement (unit: mm)

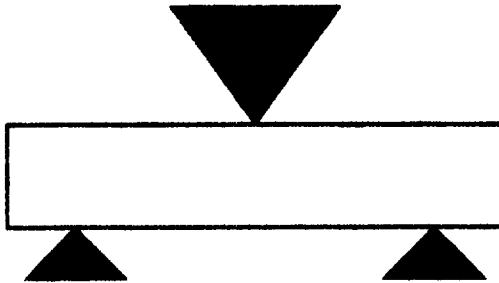


Fig. 2. Specimen positioned for measurement of flexural strength of glass ionomer cement

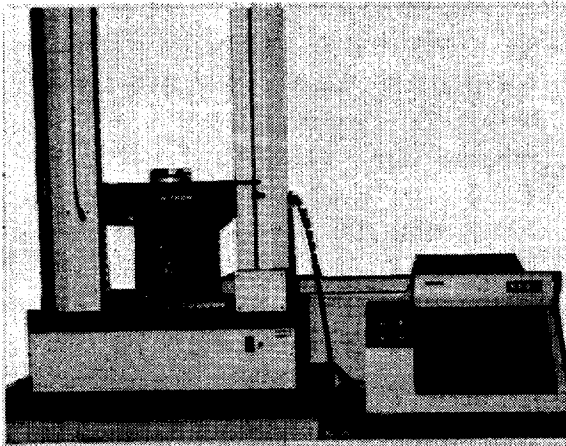


Fig. 3. Instron Universal Testing Instrument (Model 4202, Instron Corp., U.S.A.)

III. 실험 성적

표면 처리 및 시간 경과에 따른 glass ionomer cement의 flexural strength의 값은 Table 1과 같다.

대조군으로 1일후에서 $15.61 \pm 1.73 \text{MPa}$ 이었는데, 시간이 경과함에 따라 서서히 증가하여 4주후에서 $18.14 \pm 5.12 \text{MPa}$ 로 높게 나타났지만 통계학적인 유의성은 없었다.

varnish 도포군으로 1일후에 $32.19 \pm 4.81 \text{MPa}$ 이었으며, 1주후에는 $34.08 \pm 3.24 \text{MPa}$, 2주후에는 $38.00 \pm 3.44 \text{MPa}$, 4주후에는 $38.70 \pm 3.03 \text{MPa}$ 로 시간의 경과에 따라 서서히 증가하였으나, 2주후($38.00 \pm 3.44 \text{MPa}$)와 4주후($38.70 \pm 3.03 \text{MPa}$)에는 1일후에 비해 각각 통계학적으로 유의성이 있는, 높은 강도를 나타냈고($p < 0.05$, $p < 0.005$), 2주후와 4주후간에는 강도가 거의 비슷하게 나타나, 두 군간의 통계학적인 유의성은 없었다.

vaseline 포매군으로 1일후에 $37.09 \pm 5.80 \text{MPa}$ 였는데, 시간이 경과함에 따라 강도가 증가되어 1주후에 $42.50 \pm 3.59 \text{MPa}$, 2주후에 $46.05 \pm 8.04 \text{MPa}$, 4주후에 $50.11 \pm 6.83 \text{MPa}$ 로, 증가된 정도는 varnish 도포군에서보다 더 급격한 강도의 증가를 나타냈다.

전체적으로, vaseline에 포매한 4주군에서 가장 높은 flexural strength를 보였으며($p < 0.0005$), 각군 공히 시간의 경과에 따라 강도의 증가를 나타냈고, 시편의 표면에 아무런 처리를 하지 않은 것보다 varnish 및 vaseline으로 처리한 군에서 현격한 강도의 증가를 보였다.

Table 1. Flexural strength of glass ionomer cement for each group with time elapsed (MPa)

	Group	1 day	1 week	2 weeks	4 weeks
Mean \pm SD	NT	15.61 ± 1.73	$15.99 \pm 3.62^*$	$16.64 \pm 7.15^*$	$18.14 \pm 5.12^*$
in each	FA	32.19 ± 4.81	$34.08 \pm 3.24^*$	$38.00 \pm 3.44^{**}$	$38.70 \pm 3.03^{***}$
group	VS	37.09 ± 5.80	$42.50 \pm 3.59^{**}$	$46.05 \pm 8.04^{**}$	$50.11 \pm 6.83^{***}$

NT : No treatment

FA : Fuji varnish application

VS : Vaseline stored

* : non-significant

** : significant

*** : highly significant

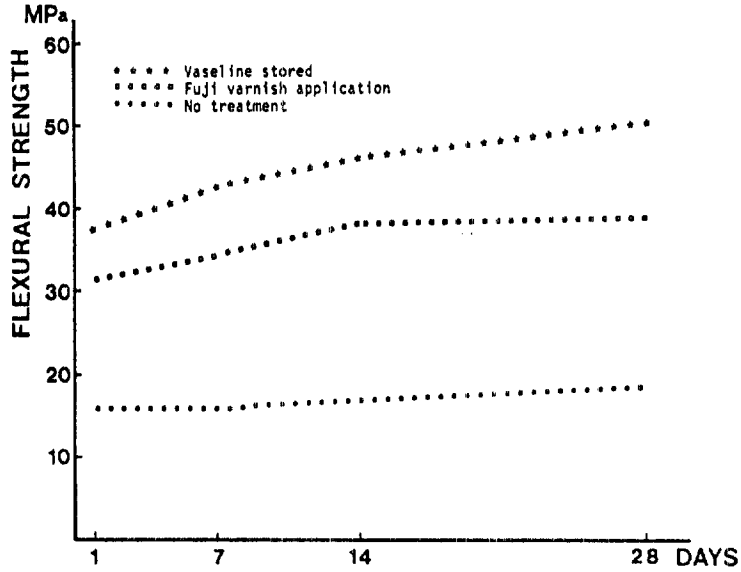


Fig. 4. Flexural strength change of glass ionomer cement with time elapsed

Table 2. Statistical analysis (Student's t-test) in each group according to surface treatment

	1 day	1 week	2 weeks	4 weeks
NT : FA	15.61 ± 1.73 : 32.19 ± 4.81 **	15.99 ± 3.62 : 34.08 ± 3.24 **	16.64 ± 7.15 : 38.00 ± 3.44 **	18.14 ± 5.12 : 38.70 ± 3.03 **
NT : VS	15.61 ± 1.73 : 37.09 ± 5.80 **	15.99 ± 3.62 : 42.50 ± 3.59 **	16.64 ± 7.15 : 46.05 ± 8.04 **	18.14 ± 5.12 : 50.11 ± 6.83 **
FA : VS	32.19 ± 4.81 : 37.09 ± 5.80 **	34.08 ± 3.24 : 42.50 ± 3.59 **	38.00 ± 3.44 : 46.05 ± 8.04 *	38.70 ± 3.03 : 50.11 ± 6.83 **

* : significant

** : highly significant

IV. 총괄 및 고안

glass ionomer cement는 접착성과 투명도가 양호하기 때문에 전치부의 심미성 수복 재료로, 특히 치경부의 마모가 심한 경우의 충전에 유용하게 사용된다. 기계적인 유지형태 없이도 충전이 가능하기 때문에 composite resin에 비해 사용이 편리하다²¹⁾.

또한, glass ionomer cement는 충전 부위 주위에서 불소 이온이 유리되어, 항우식 작용을 나타내는데, Wilson등²²⁾에 의하면 충전 후 약 18개월까지 불소 이온이 용출된다고 보고하

였으며, Swartz등²³⁾은 silicate cement와 비슷한 기간동안 불소 이온을 용출한다고 하였고, Forsten²⁴⁾은 silicate cement보다 더 많은 양의 불소 이온을 용출한다고 보고하였다.

이러한 장점을 갖고 있는 glass ionomer cement의 물리적 성질은, 1970년대초 Wilson과 Kent등^{3,4)}에 의해 개발된 초기의 glass ionomer cement에 비해 현재 사용되는 glass ionomer cement는 glass의 구성 성분을 변화시킴으로써 여러 가지 물성, 특히 강도면에서 증가되었는데, Prosser등²⁵⁾은 glass내에 disperse phase의 양을 증가시킴으로써 시멘트의

flexural strength를 증가시켰는데, 이에 적당한 disperse phase로는 corundum, rutile (TiO_2), baddeleyite (ZrO_2), tielite (AlTiO_5) 등이 있다고 보고하였다^{18,26}. 그리고, Sced와 Wilson등²⁷은 alumina fiber와 silica fiber, glass fiber, carbon fiber 등을 첨가하여, glass ionomer cement의 flexural strength를 50MPa까지 향상시켰다.

또한 그 개량형으로 glass ionomer cement의 glass의 구성 성분의 변화에 의한 것보다, glass powder에 금속 입자, 주로 amalgam alloy를 첨가하여 시멘트의 물리적 성질을 개선한 것들이 널리 사용되고 있다²⁸. 이들 중에는 단순히 glass powder와 amalgam alloy를 섞어 놓은 것과 미세한 금속 입자를 glass powder에 고온 소결(sintering)시킨 2가지 종류가 있는데²⁹ McLean과 Gasser등³⁰은 후자의 경우, plastic strain이 증가하고, 마모 저항도 증가한다고 보고하였다.

glass ionomer cement는 초기 경화후 24시간 동안 경화 반응과 침전 과정(precipitation process)이 계속되며, 시멘트의 강도는 적어도 약 1년간은 시간에 비례하여 증가하며, 초기에 약간의 가소성을 갖고 있던 시멘트도 시간이 경과함에 따라 단단해진다고 한다³¹.

Wilson등³²에 의하면, 대부분의 치과용 시멘트는 분말과 용액을 혼합함으로써 시멘트의 경화 반응이 일어나는데, 이러한 경화 반응은 상당 기간 계속되며, 경화 반응이 일어난 결과로 수분이 발생한다고 하였으며, Mount등³³은 glass ionomer cement의 경화 반응은 분말과 용액을 혼합후, 약 4분후에 초기 경화가 일어나며, 40-60분간 경화 과정이 진행되어, 적어도 24시간 또는 그 이후에 이온의 교환이 일어나서 완전하게 시멘트가 경화된다고 보고하였다.

또한 Elliott등³⁴은 초기 경화 직후의 glass ionomer cement에는 약 20% 정도의 잔류 수분(residual water)이 함유되어 있는데, 이는 polyacrylic acid의 용매로 작용하여, 이온을 유리, 염형성(salt formation)을 촉진시켜, 이러한 초기 경화만 진행된 glass ionomer

cement를 낮은 습도하에 보관하는 경우, hygrometric equilibrium에 의하여 수분이 시멘트로부터 상실된다고 하였다.

시멘트의 경화 과정중에 발생하는 수분은 증발성 수분(evaporable water, loosely bound water)과 비증발성 수분(non-evaporable water, tightly bound water)으로 구분되는데, 이러한 두 가지 형태의 수분 비율이 시멘트의 수화(hydration) 정도를 평가하는데 사용된다.

또한 Wilson³⁵은 보관 조건에 따라 시멘트 내의 비증발성 수분의 함량은 시간이 경과함에 따라 증가된다고 하였다. 즉, 수화 과정의 진행에 따라 시멘트의 강도가 증가한다고 하였는데, 이와 같이 수화 과정과 시멘트의 기계적 강도는 서로 관련된 현상이라고 보고하였다. 즉, glass ionomer cement에서 비증발성 수분과 증발성 수분의 비율이 시멘트의 기계적 성질을 좌우하는 중요한 변수로 작용하며, 시간이 경과함에 따라 이 비율이 서서히 증가하여, 시멘트의 강도가 증가한다³².

이러한 glass ionomer cement는 완전히 경화가 되면 수분이 스며들지 않지만, 경화되는 동안 수분에 노출되는 경우, 시멘트의 표면에 착색이 쉽게 발생하고, 마모 저항성이 낮아지며, 치태 형성이 용이해지고, 투명도를 상실하는 등의 좋지 못한 결과를 초래하는데³³, 이러한 취약성은 시멘트를 형성하는 이온인 calcium과 aluminum이 glass로부터 polyacid로 이행되는 과정에서 나타나며, 시멘트가 경화 반응이 끝나기 전에 수분과 접촉이 되는 경우, calcium과 aluminum이 탈락되어 투명도를 상실하고, 약해진다¹⁵. 수분에 대한 취약성을 보완하기 위해 여러 가지 방법이 이용되는데, 임상에서 주로 사용되는 방법으로는 수복물의 표면에 수분의 침투를 막을수 있는 varnish, vaseline, coccoa butter 등의 사용이 권장된다^{16,36}. Earl등³⁷은 Tritium-labelled water($^3\text{H}_2\text{O}$)를 이용하여, 표면 처리된 glass ionomer cement에서의 수분의 이동 양상을 관찰하였는데, 연하제(emolient)의 일종인 Ysol이 가장 좋은 효과를 나타내지만, 구강내

에 적용이 되는 경우, 혀와 협부의 운동때문에 쉽게 제거되므로 비효과적이고, 일반적으로 임상에서 많이 사용되고 있는 De Trey, Ketac, Fuji 등의 varnish를 통법에 따라 도포한 후, 약 15초간 압축 공기로 건조시키는 경우에 만족스러운 수분 차단 효과를 나타낸다고 보고하였다.

또, Earl과 Ibbetson¹⁶⁾은 혼합후 24시간 이상 경과하여 완전하게 경화된 glass ionomer cement의 표면에 도포한 varnish는 glass ionomer cement를 수분의 오염으로부터 보호하여 시멘트의 물리적 성질을 유지시키는데 거의 효과가 없다고 하였으며, 시멘트를 혼합후, 24시간 이내, 즉, 시멘트의 경화 반응이 일어나는 과정에 도포하는 경우에 한해서, varnish는 시멘트의 분해(disintegration)를 억제한다고 하였다. 이러한 varnish의 사용은 varnish 자체의 소수성(hydrophobic nature)이 방수 작용을 하여, 경화중의 시멘트가 구강 내의 습한 환경에 직접적으로 노출되는 것을 방지하기 때문에 시멘트의 물리적인 성질을 향상시키는데 효과적이라고 보고하였다. 또한 Mount³⁸⁾는 혼합후, 24시간 이후에 aluminum-polycarboxylate gel이 형성되어 시멘트가 완전히 경화가 이루어져, 차후 수분에 의한 영향이 없다고 하였다. 또한 경화 반응의 초기에는 calcium 이온의 cross-link가 존재하는데, 이는 낮은 강도를 가지며, 이 시기에는 calcium polyacrylate가 수분에 매우 민감하기 때문에 쉽게 영향을 받는다고 하였다. 따라서 60분간 환경의 변화가 없으면, 단단하고, 투명도를 유지하는 안정된 시멘트의 형성이 이루어지며, 이후에는 변화가 없으므로 초기 경화가 일어나는 24시간 동안은 수분의 접촉을 막는 것이 중요하다고 하여 waterproof varnish가 가장 간단하고 효과적인 보호제 역할을 한다고 보고하였다³⁹⁾.

본 실험에서 시간이 경과함에 따라 시멘트의 flexural strength가 각군에서 서서히 증가하였고, 시편의 표면에 아무런 처치를 하지 않은 대조군에서는 강도의 증가가 미약한 것으로 나타났다. 시편의 표면에 varnish를 도포한 군

에서는 강도가 2주후까지 증가하였고, 2주 이후에는 강도의 변화가 크게 일어나지 않은 것으로 보아 선학들의 연구대로 2주 이내에 경화 반응이 거의 이루어져, 시멘트내에서의 경화 반응이 완료되었으므로 이후의 강도 변화는 거의 나타나지 않는 것으로 사료된다.

또한 1일군에서 시편의 표면에 varnish 도포군과 vaseline 포매군의 강도의 증가가 더 큰 것으로 보아 초기 24시간 이내에 수분의 침투를 방지해 줌으로써 경화 반응에 필요한 calcium과 aluminum이 용출되는 것을 방지하여 calcium polyacrylate와 aluminum polyacrylate등의 cross-link를 형성하는 잠재력을 유지시켜 시멘트의 물리적인 성질, 특히 flexural strength를 증가시킨 것으로 생각된다. 따라서, 시멘트의 혼합중이나, 충전 후 24시간 동안, 수분의 침투를 방지하는 varnish등을 도포하여 시멘트의 경화 반응이 완성된 후 연마 조작을 시행하는 것이 바람직하다.

한편, Wilson¹⁵⁾은 glass ionomer cement의 적절한 방습 재료는 없으며, wax나 petroleum jelly는 쉽게 씻겨 나가기 때문에 일시적인 보호 작용만을 할 수 있다고 하였다.

그러므로 glass ionomer cement의 수분 오염 방지를 완벽하게 해내는 방습제와 시멘트 자체의 구성 성분내에 화학적 또는 물리적으로 작용하는 방습제(humectant)를 첨가함으로써, 초기에 혼합된 시멘트가 수분의 오염에 의해 경화 반응이 방해받을 것을 방지해주는 것에 대한 연구가 필요하다고 사료되는 바이다.

V. 결 론

저자는 시간 경과 및 표면 처치에 따른 glass ionomer cement의 물리적 성질의 변화를 관찰하기 위해, glass ionomer cement (Fuji ionomer type II, GC Co.)를 이용하여 시편 제작 후, 대조군, varnish 도포군, vaseline 포매군으로 분류하여, 1일, 1주, 2주, 및 4주후에 flexural strength를 측정, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. vaseline에 포매한 4주군에서 가장 높은 flexural strength를 나타냈다($p < 0.0005$).
2. 대조군에서는 시간 경과에 따라 다소간의 강도 증가를 보였지만, 통계학적인 유의성은 없었다.
3. varnish 도포군에서는 시간 경과에 따라 flexural strength의 증가를 나타냈다($p < 0.05$).
4. 대조군에 비해 varnish 도포군 및 vaseline 포매군에서 flexural strength의 증가를 나타냈다($p < 0.0005$).

REFERENCES

1. 박연홍 : 영구치 법랑질 삭제에 따른 복합 레진 접착력 변화에 관한 실험적 연구. 경희치대논문집, 7 : 67-75, 1985.
2. Setchell, D.J., Teo, C.K., and Khun, A.T.: The relative solubilities of four modern glass-ionomer cement. *Br. Dent. J.* 158:220-222, 1985.
3. Wilson, A.D., and Kent, B.E.: The glass ionomer cement, a new translucent dental filling material. *J. Appl. Chem. Biotechnol.* 21:313, 1971.
4. Wilson, A.D., and Kent, B.E.: A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Brit. Dent. J.* 132:133-135, 1972.
5. Edward, J.S. Jr.: An update on glass ionomer cements. *Quint. Int.* 19:125-130, 1988.
6. McLean, J.W.: Status report on glass ionomer cements. *J. Am. Dent. Assoc.* 99:222-226, 1979.
7. McLean, J.W., and Wilson, A.D.: The clinical development of the glass ionomer cements. I. Formulations and properties. *Aust. Dent. J.* 22:31-36, 1977.
8. Kidd, E.A.M.: Cavity sealing ability of composite and glass ionomer cement restorations. An assessment in vitro. *Brit. Dent. J.* 144:139-142, 1978.
9. Wilson, A.D., and McLean, J.W.: The glass ionomer cement. Quintessence Publishing Co., pp. 60-61 Chicago, Illinois, 1988.
10. 박연홍, 민병순, 최호영, 박상진 : 구치부용 복합 레진 가열시 물리적 성질의 변화에 관한 연구. 대한치과보존학회지, 14 : 41-56, 1989.
11. Crisp, S., Lewis, B.G., and Wilson, A.D.: Characterization of glass ionomer cements. 1. Long term hardness and compressive strength. *J. Dent.* 4:162-166, 1976.
12. Paddon, J.M., and Wilson, A.D.: Stress relaxation studies on dental materials. 1. Dental cements. *J. Dent.* 4:183-189, 1976.
13. Crisp, S., Lewis, B.G., and Wilson, A.D.: Glass ionomer cements: Chemistry of erosion. *J. Dent. Res.* 55:1032-1041, 1976.
14. Crisp, S., and Wilson, A.D.: Reactions in glass ionomer cements: III. The precipitation reaction. *J. Dent. Res.* 53:1420-1424, 1974.
15. Wilson, A.D., and McLean, J.W.: The glass ionomer cement. Quintessence Publishing Co., pp. 136-137 Chicago, Illinois, 1988.
16. Earl, M.S.A., and Ibbetson, R.J.: The clinical disintegration of a glass ionomer cement. *Br. Dent. J.* 161:287-291, 1986.
17. Tjan, A.H.L.: Metal-reinforced glass ionomers: Their flexural and bond strengths to tooth substrate. *J. Pros. Dent.* 59:137-141, 1988.
18. Prosser, H.J., Powis, D.R., and Wilson, A.D.: Glass-ionomer cements of improved flexural strength. *J. Dent. Res.* 65:146-148, 1986.
19. Maeda, T., Stoltze, K., Kroone, H., and Brill,

- N.: Oral temperatures in young and old people. *J. Oral Rehab.* 6:159-166, 1979.
20. Craig, R.G.: *Restorative Dental Materials*. C.V. Mosby Co., pp. 88-89, 1989.
 21. 김철위 : 글라스 아이오노머 시멘트. 대한 치과의사협회지, 26 : 392-396, 1988.
 22. Wilson, A.D., Groffman, D.R., and Kuhn, A.T.: The release of fluoride and other chemical species from a glass-ionomer cement. *Biomaterial* 6:431-433, 1985.
 23. Swartz, M.L., Philips, R.W., and Clark, H.E.: Long term F release from glass ionomer cements. *J. Dent. Res.* 63:158-160, 1984.
 24. Forsten, L.: Fluoride release from a glass ionomer cements. *Scan. J. Dent. Res.* 85: 503-504, 1977.
 25. Prosser, H.J., Powis, D.R., and Wilson, A.D.: Characterization of glass ionomer cements. 7. The physical properties of current materials. *J. Dent.* 12:231-240, 1984.
 26. Wilson, A.D., and McLean, J.W.: The glass ionomer cement. Quintessence Publishing Co., pp. 28-30 Chicago, Illinois, 1988.
 27. Sced, I.R., and Wilson, A.D.: Cited from 26 (The glass ionomer cement. Quintessence Publishing Co., pp. 28-30, Chicago, Illinois, 1988).
 28. McLean, J.W.: Alternatives to amalgam alloys. *Br. Dent. J.* 15:432-433, 1984.
 29. McLean, J.W.: Glass-ionomer cements. *Br. Dent. J.* 164:293-300, 1988.
 30. McLean, J.W., and Gasser, O.: Glass-cermet cements. *Quint. Int.* 16:333-343, 1985.
 31. Wilson, A.D., and McLean, J.W.: The glass ionomer cement. Quintessence Publishing Co., pp. 48-50. Chicago, Illinois, 1988.
 32. Wilson, A.D., Paddon, J.M., and Crisp, S.: The hydration of dental cements. *J. Dent. Res.* 58:1065-1071, 1979.
 33. Mount, G.J., and Makinson, O.F.: Glass ionomer restorative cements: Clinical implications of the setting reaction. *Oper. Dent.* 7:134-141, 1982.
 34. Elliott, J., Holliday, L., and Hornsby, P.R.: Physical and mechanical properties of glass ionomer cements. *Br. Polym. J.* 7:297-306, 1975.
 35. Wilson, A.D., Crisp, S., and Paddon, J.M.: The hydration of a glass ionomer (ASPA) cement. *Br. Polym. J.* 13:66-70, 1981.
 36. McLean, J.W., and Wilson, A.D.: The clinical development of a glass ionomer cement II. some clinical applications. *Aust. Dent. J.* 22:120-127, 1977.
 37. Earl, M.S.A., Hume, W.R. and Mount, G.J.: Effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass ionomer cement surface. *Aust. Dent. J.* 30: 298-301, 1985.
 38. Mount, G.J.: Restoration with glass ionomer cement: Requirements for clinical success. *Oper. Dent.* 6:59-65, 1981.

– ABSTRACT –

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE CHANGES OF
FLEXURAL STRENGTH OF GLASS IONOMER CEMENT
FOLLOWING SURFACE TREATMENT

Byung Wooh Kim, D.M.D., Byung Soon Min, D.D.S., Ph.D

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, KyungHee University

The purpose of this study was to examine the effect of surface treatment on the flexural strength of glass ionomer cement with time elapsed.

Glass ionomer cement (Fuji ionomer type II, (GC Co.) was used as experimental materials.

Glass ionomer cement was placed in a beam-shaped teflon mold (3mm x 3mm x 25mm) that was rest on a glass plate. Another flat glass was placed on the top of the mold with pressure.

After the cement was set, the specimens were divided into three groups and thirty two specimens in each group were surface-treated as follows:

No treatment group: Specimens were no surface-treated and stored at 35.6°C in distilled water.

Fuji varnish application (FA) group: Specimens were surface-treated with Fuji varnish (GC Co.) and stored at 35.6°C in distilled water.

Vaseline storage (VS) group: Specimens were no surface-treated and stored at 35.6°C in vaseline.

The flexural strength was measured after 1 day, 1 week, 2 weeks, 4 weeks from the start of mixing using Instron Universal Testing Instruments.

Results were as follows:

1. After 4 weeks, vaseline storage group exhibited the maximum flexural strength ($p < 0.0005$).
2. The flexural strengths in no treatment group were slightly increased with time elapsed, but its difference was not significant, statistically.
3. The flexural strengths in Fuji varnish application group were increased with time elapsed ($p < 0.05$).
4. The flexural strengths in Fuji varnish application group and vaseline storage group were greater than that in no treatment group ($p < 0.0005$).