

## Compomer의 치면처리방법에 따른 전단 결합 강도에 관한 연구

단국대학교 치과대학 보존학교실

김진용 · 홍찬의

### Abstract

#### A STUDY ON THE SHEAR BOND STRENGTH OF COMPOMER ACCORDING TO SURFACE TREATMENT

Kim, Jin-Yong, Hong, Chan-Ui

*Department of Conservative Dentistry, Graduate School, Dankook University*

To evaluate the change in shear bond strength according to dentin surface treatment, 4 materials were divided into control group(A) and experimental group(B). Group A was treated according to the instruction of manufacture. Group B was treated with 32% phosphoric acid. After dentin surface treatment, each material was bonded and stored in 100% humidity during 7 days, and then, the shear bond strength was evaluated.

The results were as follows:

1. In the case of treatment according to the instruction of manufacture, the shear bond strength according to material showed Z-100 to be highest with 12.42 MPa, Compoglass had the lowest shear bond strength with 4.23 MPa and there was significant difference between Compoglass and Z-100, Dyract ( $p < 0.01$ ).
2. The group treated with 32% phosphoric acid showed lower shear bond strength than that of the group treated according to the instruction of manufacture but there was no statistical significance.
3. As a result of observation under SEM, the fracture pattern was a mixture of cohesive and adhesive failure in group 1, and there was more adhesive failure in group 2, and in group 3 and 4 there was cohesive failure of material or tooth structure.

From the results above Dyract showed shear bond strength levels between resin and resin-modified glass ionomer but Compoglass showed much lower shear bond strength than that of resin-modified glass ionomer thus indicating that even though they are the same

type of material they show evident differences in physical properties. And it is thought that the treatment of dentin surface with phosphoric acid did not increase the shear bond strength, unlike enamel.

## I. 서 론

접착성 수복재료는 치아의 삭제량이 적고 심미성이 우수하여 현재 많이 사용되고 있으며, 대표적으로 글래스 아이오노머 시멘트와 복합레진이 있다. 글래스 아이오노머 시멘트는 법랑질과 상아질에 직접 접착하고, 열팽창계수가 자연치와 유사하며, 생체 친화성이 높고, 불소를 유리하는 등 여러 가지 장점이 있는 반면<sup>1)</sup>, 복합레진에 비해 심미성과 물성이 떨어지고<sup>2)</sup> 경화시간이 길며 초기의 수분오염과 탈수에 민감하다는 단점이 보고되어<sup>3)</sup> 상대적으로 복합레진보다 제한적으로 사용되었다<sup>4)</sup>.

이러한 글래스 아이오노머 시멘트의 단점을 해결하기 위해 글래스 아이오노머 시멘트에 레진성분을 첨가한 레진강화형 글래스 아이오노머가 개발되었다. 레진강화형 글래스아이오노머 시멘트는 두가지 방법에 의해 경화가 일어나는데, 먼저 분말과 액의 두가지 성분을 혼합하면 종래의 글래스아이오노머의 경화반응인 산-염기 반응에 의해 경화가 일어나며, 부가적으로 가시광선을 조사하면 methacrylate group의 중합이 개시된다. 레진강화형 글래스 아이오노머 시멘트는 기존의 재래식 글래스 아이오노머 시멘트에 비해 치질이나 복합레진에 대한 결합력이 높고, 조작시간이 상대적으로 길며, 경화시간을 짧게 조절할 수 있어 수분 접촉의 기회를 줄일 수 있고, 충전후 바로 최대강도에 도달하며, 표층의 산도가 훨씬 낮아져 경화도중에 생기는 산에 의한 치수손상의 우려가 감소되었다. 또한 시술시간의 절감 및 강화된 물리적 특성을 갖는 등의 장점이 있어 충전용, 이장용, 치면열구 전색용, 코아 축성용등으로 현재 임상에서 유용하게 사용되고 있으나 아직도 복합레진에 비해 물성이 떨어져 복합레진과 글래스 아이오노머의 장단점을 포함한 재료에 대한 연구가 계속되고 있다. 최근에 레진강화형 글래스 아이오노머 시멘트보

다 물성이 좀더 복합레진에 가까운 compomer가 개발되었는데, compomer는 암흑상태에서는 경화가 일어나지 않고 광중합에 의한 경화가 시작되어야 부가적으로 산-염기 반응이 일어나는 특성이 있어 광중합형 글래스 아이오노머와 구분된다. Compomer는 새로운 재료이기 때문에 물리적 성질이나 임상 적용에 대한 연구보고가 적으나 광중합형 글래스 아이오노머에 비해 결합력이 증가된 것으로 보고되고 있다. 수복 재료의 수명을 결정짓는 가장 중요한 요소는 치질과 수복재료 사이의 긴밀한 부착이다. 법랑질에 대한 결합력은 비교적 임상적으로 문제가 없었으나, 상아질의 경우는 상대적으로 결합력이 낮아 여러 각도에서 상아질 결합력을 증가시키는 방법에 대한 연구가 있어왔다. Compomer의 경우에는 이러한 상아질 표면 처리 방법으로 자사에서 개발한 bonding agent를 치면처리제로 권장하고 있는데, 이러한 bonding agent는 자사의 복합레진의 bonding agent로 사용되고 있는데 이럴 경우 인산처리과정이 추가된다.

Compomer의 구성성질은 기존의 광중합형 글래스 아이오노머 보다 레진을 다량 포함하고 있으므로 인산에 의한 기계적인 표면 구조 변화가 결합력을 증가시킬 것으로 예상할 수도 있다. 이에 대한 연구로 Robert와 Eileen<sup>5)</sup>은 법랑질을 인산으로 치면처리하였을 때 결합력이 증가한다고 하였고, 1996년 Moll 등<sup>6)</sup>은 37% 인산을 compomer의 법랑질에 치면 처리제로 사용하여 결합력이 증가했다고 보고하였다. 이같이 법랑질의 치면처리에 대한 compomer의 결합력에 대한 연구는 다소 진행되고 있지만, 상아질의 경우는 아직 연구가 미흡한 실정이다.

본 실험의 목적은 두가지 compomer의 상아질에 대한 결합력을 레진강화형 글래스 아이오노머 시멘트 및 복합레진과 비교하고, 상아질의 인산처리가 compomer의 결합력에 미치는 영향을 조사하고

자 함이며, 부가적으로 파절양상을 주사전자 현미경으로 관찰하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

상하악 대구치 40개를 실험대상으로, 수복재료는 표 1과 같은 재료를 사용하였으며, 치면처리제는 표 2와 같은 재료를 사용하였다.

### 2. 실험방법

상,하악 대구치 40개를 발거한 직후 치면에 부착

된 연조직, 치석, 착색 및 이물질 등은 초음파 치석 제거기와 큐렛을 이용하여 제거한 후 0.9% 생리 식염수에 보관하였다. 저속의 다이아몬드 디스크를 이용하여 백아-법랑경계 하방의 치근을 제거하고, 치관부를 협측과 설측으로 분리 하여 80개의 절편을 얻었다. 분리된 절편을 가로 12mm, 세로 12mm, 높이 17mm의 mold내에 교정용 레진 (Orthojet, Dentsply)을 이용하여, 매몰하였다. 연마기를 이용하여, 협면 또는 설면의 상아질이 노출되도록 연마하였고, 실물확대현미경 (SR 40, Olympus, Japan)을 이용하여, 노출된 상아질을 확인하였다. 평활면을 얻기 위해 600, 800, 1000, 1200

표 1. 실험재료

	재료	분류	색상	제조사
1군	Fuji II LC	Resin modified GI	A3	GC Co., Japan
2군	Compoglass	Compomer	A3	Vivadent Co., Liech.
3군	Dyract	Compomer	A3	Dentsply Co., Int.
4군	Z-100	Composite Resin	A3	3M Co., USA

표 2. 실험에 사용된 치면처리제

재료	구성 성분	제조사
GC Conditioner	10% polyacrylic acid GC	Co., Japan
Syntac bonding agent	MA-Mod. polyacrylic acid HEMA, H <sub>2</sub> O, Maleic acid	Vivadent Co., Liech.
Prime bond 2.1	DMA, PENTA, acetone	Dentsply Co., Int
Scotchbond Multipurpose	Etchant:10% maleic acid Primer:HEMA Adhesive:Bis-GMA, HEMA	3M Co., USA
Unietch	32% Phosphoric acid	Bisco Co., USA

표3. 군의 분류 및 치면처리

군	재료	치면처리
1A군 1B군	Fuji II LC	10% polyacrylic acid 32% phosphoric acid
2A군 2B군	Compoglass	Syntac bonding agent (SCA) 32% phosphoric acid + SCA
3A군 3B군	Dyract	Prime bond 2.1 32% phosphoric acid + Prime bond 2.1
4A군 4B군	Z-100	Scotchbond Multipurpose (SCM) 32% phosphoric acid + SCM*

\* No treatment of 10% maleic acid

grits의 sand paper를 순차적으로 사용하여 연마하였다.

절편 80개를 헝측, 설측이 동수가 되도록 무작위로 배분하여 10개씩 표3과 같이 8개 군으로 분류하여 사용하였다.

가. 치면처리

A군은 제조회사의 지시대로 치면처리를 시행하고, B군은 별도의 산처리 과정이 있는 경우, 32% 인산으로 대체하여 치면처리를 시행한 후 제조회사의 지시대로 치면처리를 하였고, 별도의 산처리 과정이 없는 경우 32% 인산처리과정을 추가한 후 제조회사의 지시대로 처리하였다.

제조회사의 지시에 따라 Fuji II LC를 사용한 1A군은 10% polyacrylic acid가 주성분인 dentin conditioner(GC conditioner, GC)를 20초 동안 적용한 후 수세 건조 하여 사용하였고, 1B군은 32% 인산(Unietch, Bisco)을 15초 동안 적용한 후 수세 건조 하여 사용하였다.

Compoglass를 사용한 2A군은 HEMA가 주성분인 Syntac single-component bonding agent(SCA)를 brush로 적용시켜 20초간 기다린 후 oil-free air로 얇은 피막이 되도록 한다음 20초 동안 광중합하고, 다시 한번 SCA를 적용시키고 oil-free air로 얇은 피막이 되도록 한다음 광중합을 하였다. 2B군은 32% 인산(Unietch, Bisco)을 15초 적용한 후 수세 건조한 다음 2A군과 같은 처리를 하였다.

Dyract를 사용한 3A군은 DMA(Dimethacrylate)가 주성분인 Prime & Bond 2.1를 20초 적용한 후 5초 동안 oil free-air로 건조시키고 10초간 광중합하였다. 3B군은 32% 인산(Unietch, Bisco)을 15초 적용한 후 수세 건조한 다음 3A군과 같은 처리를 하였다.

Z-100을 사용한 4A군은 10% maleic acid가 주성분인 etchant로 15초 적용한 후 primer를 적용 5초간 건조시킨후 bonding agent를 적용한 다음 20초간 광중합 하였다. 4B군은 10% maleic acid 대신 32% 인산(Unietch, Bisco)을 15초 적용한 후 수세 건조한 다음 4A군과 같은 처리를 하였다.

나. 재료의 치질접착

직경 3mm, 깊이 2mm의 구멍이 뚫린 분리 가능한 silicone rubber mold를 제작한 다음, 표면처리된 평활면위에 위치시키고 제조회사의 지시에 따라 충

전재를 충전한 후 광중합하였다. 광중합시 광조사 시간은 XL 3000(3M, USA)을 사용하여 1군의 경우 20초, 2, 3, 4군의 경우 40초간 조사하였다.

광중합을 시행한 후 분리 가능한 silicone rubber mold를 제거하고 제작된 모든 시편은 37°C, 100% 습도가 유지되는 항온기(IS61, Yamato)에 1주일 동안 보관하였다.

다. 전단결합강도의 측정

제작된 시편을 만능재료 시험기(Instron, USA)에 그림 1과 같이 위치시킨다음, 100Kg의 load cell을 이용하여 분당 5mm의 cross head speed로 하중을 가하여 치면에서 수복재가 분리되는 순간의 전단결합강도를 측정하였다. 각군의 결합력에 대한 유의성 검정을 위하여 SPSS(ver 7.0)를 이용하여 One way ANOVA, Scheffe test, Independent t-test로 통계처리 하였다.

라. 파절양상 관찰

수복물의 파절양상을 관찰하기위해 시편의 파절면을 10% citric acid로 처리한 다음 10% NaOCl로 탈유기화 시키고, 금도금한 후 SEM(JSM 5200, JEOL Co., Japan)을 이용하여, 1500배, 3500배로 관찰하였다.

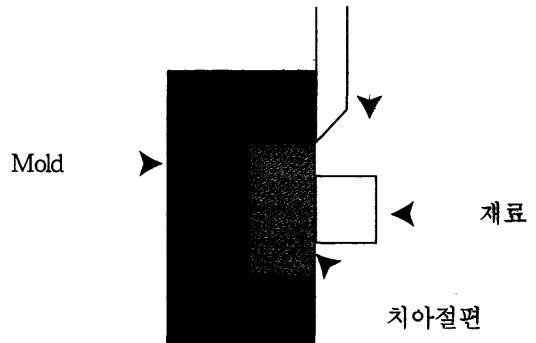


그림 1. 전단결합강도의 측정

III. 실험 결과

1. 전단 결합 강도

각 군당 10개씩 시편을 제작하고 상아질 표면 처리에 따른 재료의 전단결합강도를 만능재료 시험기를 이용하여 측정한 결과는 표 4과 같은 결과를

얻었으며, 그림 2는 그것을 그래프로 나타낸 것이다. 각 재료를 제조회사의 지시대로 처리한 A군을 Scheffe test를 이용하여 유의성을 조사하여 표 5와 같은 결과를 얻었다. 제조회사의 지시대로 치면 처리를 한 경우, 재료에 따른 전단결합 강도는 Z-100군이 12.42 MPa로 가장 높게, Compoglass군이 4.23 MPa로 가장 낮게 나타났으며, 각 재료를 비교한 결과 Compoglass군은 Z-100, Dyract군과 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ).

치면처리방법에 따른 전단결합강도는 32% 인산으로 처리한 B군이 제조회사의 지시대로 처리한 A군보다 전반적으로 낮게 나타났으나, 통계적 유의성은 없는 것으로 나타났다(그림 2).

## 2. 파절 양상

파절양상을 주사전자 현미경으로 관찰한 결과, Fuji II LC의 경우, 재료에서 파절이 일어난 응집성 파절양상(그림 3)이 주를 이루었으며, 부분적으로 재료와 치아간의 결합성 파절양상(그림 4)도 보인다.

Compoglass의 경우, 결합성 파절양상(그림 5)이 주를 이루었으나, 약간의 재료의 응집성 파절양상(그림 6)도 보인다.

Dyract의 경우, 재료의 응집성 파절양상(그림 7)이 주를 이루며, 치아의 응집성 파절양상(그림 8)도 관찰된다.

Z-100의 경우 재료의 응집성 파절양상과, 치아의 응집성 파절양상(그림 9, 10)을 함께 볼 수 있다.

## IV. 총괄 및 고안

글래스 아이오노머 시멘트는 1969년 Wilson과 Kent에 의해 개발된 이래 물성과 조작성 등에서 많은 발전을 해 왔다. 1971년 Wilson<sup>7)</sup>은 polycarboxylic acid와 acid soluble calcium fluoroaluminosilicate glass로 이루어진 글래스 아이오노머 시멘트가 법랑질과 상아질에 직접 접착될 수 있다는 것을 제시하였다. 글래스 아이오노머 시멘트는 열팽창계수가 자연치와 유사하고<sup>8)</sup>, 높은 압축강도, 지속적

표 4. 각 군의 평균 전단결합강도 (MPa)

군	A		B	
	평균	표준편차	평균	표준편차
Fuji II LC	8.06	2.21	7.44	2.30
Compoglass	4.23	1.97	2.80	1.94
Dyract	9.96	4.06	6.48	3.43
Z-100	12.42	4.52	10.28	5.70

표 5. 각 재료간의 유의성 검정 (Scheffe test)

	1A	2A	3A	4A
1A				
2A				
3A		*		
4A		*		

\*Significant difference at  $p < 0.01$

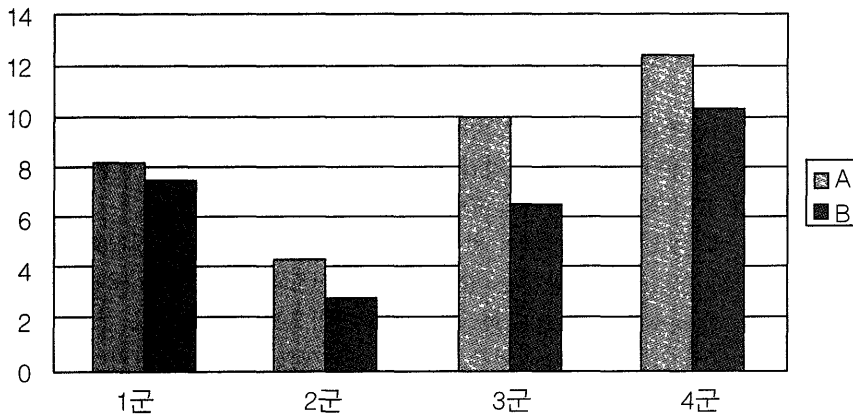


그림 2. 각군의 전단 결합 강도 (MPa)

인 불소 유리<sup>9)</sup>, 치아구조, 치수, 치은조직 등에 대한 높은 생물학적 친화성 등 많은 장점을 가지고 있다. 그러나 초기의 글래스 아이오노머 시멘트는 초기의 수분 흡수, 탈수, 초기 탈락, 술후 민감성, 그리고 낮은 색안정성 등이 단점으로 지적되었다.

글래스 아이오노머 시멘트의 경화는 polyacrylic acid가 aluminosilicate glass 입자를 공격함으로써 개시되는 산-염기 반응에 의해 일어나며, 시멘트내의 collagen network가 초기 경화 후의 강도를 높이는 것으로 알려져 있다.

글래스 아이오노머 시멘트는 치아 구조의 수산화인회석내의 칼슘 이온과 시멘트내의 카복실기와 이온결합을 통해 치질과 직접결합을 한다<sup>10)</sup>. 1979년 Causton과 Johnson<sup>11)</sup>에 의해 치아와 글래스 아이오노머 시멘트 사이에 이온이 풍부한 중간층이 형성되고, 이 중간층으로 치아의 이온이 확산될 수 있는 가능성이 제시되었다. 또한 Wilson 등<sup>12)</sup>은 polyacrylate ion이 수산화인회석 표면의 인산염과 칼슘 이온을 대체하고, 대체된 이온은 치면과 인접한 재료 내에서 ion-enriched layer를 형성하며, Mount<sup>13)</sup>는 이런 ion-rich layer가 글래스 아이오노머 시멘트의 일차적 결합 기전이라고 제시하였다.

재래형 글래스 아이오노머 시멘트의 전단결합강도는 3-5 MPa로 비교적 낮은 것으로 보고<sup>14)</sup>되고 있으며, Fritz 등<sup>15)</sup>은 글래스 아이오노머 시멘트의 탈락양상을 실험확대현미경으로 관찰한 결과, 재료자체의 응집성 파절 양상을 보이며, 결합력이 낮은 이유는 재료의 낮은 물성에서 기인한다고 하였고, 또한 Mount 등<sup>16)</sup>은 실제로 분말/액 비율이 3:1인 캡슐형 시멘트가 분말/액 비율이 낮은 수동 혼합형 시멘트보다 우수한 결합력을 가진다고 보고하였다.

산-염기 반응 기전 때문에 재래형 글래스 아이오노머 시멘트는 도말층이 존재하더라도 범랑질과 상아질에 직접 결합할 수 있지만, 결합력을 증가시키기 위한 연구가 여러 각도에서 진행되어 왔다. 대표적으로 치아에 표면 처리제를 적용하는 방법이 있는데, citric acid, phosphoric acid, polyacrylic acid 등이 사용되었으며, 이중 polyacrylic acid가 가장 결합력을 증가시키는 것으로 알려져 있다<sup>17)</sup>. 재래식 글래스 아이오노머는 치면처리를 하지 않았을 경우, 2-4 MPa의 결합력을 보이며, 치면 처리

를 한 경우는 일반적으로 4-6 MPa까지 결합력이 증가한다. Polyacrylic acid는 약한 산 부식제로 상아세관의 smear plug는 제거하지 못하고 단지 표면의 도말층을 제거하여 표면 청결의 의미를 지니기 때문에, 인산 등의 강산에 의한 산부식법과 구별하기 위해 "surface conditioning"이라는 개념<sup>18)</sup>이 도입되었다. Polyacrylic acid는 관내 상아질을 부식시키고 관내 상아질에 흡수되어 복합레진의 primer와 같은 역할을 하는 것으로 여겨지고 있다. 또한 인산은 상아질 표면에서 광물질의 소실을 일으킴에도 불구하고 결합력을 크게 떨어뜨리지 않는다고 보고 되고 있으며, 이것은 미세기계적 결합이 존재한다는 것을 의미한다<sup>19,20)</sup>.

글래스 아이오노머 시멘트의 물리적 성질과 작업 특성을 개선하기 위해 레진성분이 추가된 레진 강화형 글래스 아이오노머가 개발되었고, 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트의 결합력이 재래형에 비해 크게 높은 것으로 보고되고 있는데, 일반적으로 6.1-11.6 MPa의 결합력이 보고되고 있다<sup>21,22)</sup>. 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트는 재래형 글래스 아이오노머 시멘트와 결합 기전이 같을 것으로 사료되고 있으나, 결합력은 광중합에 의해 크게 영향을 받는 것으로 보아 치질 표면에 결합시 다른 결합기전의 가능성도 제시되고 있다. Uno 등<sup>23)</sup>은 레진강화형 글래스 아이오노머 시멘트가 높은 결합력을 보이는 이유는 레진강화가 물성을 증가시키기 때문이라고 보고하였으며, Lin 등<sup>24)</sup>은 레진강화형 글래스 아이오노머 시멘트가 재래형보다 도말층을 통해 상아세관으로 더 많이 침투하여, 미세기계적 결합이 증가한다고 보고하였다. 한편 Friedl 등<sup>25)</sup>은 또 다른 이유로 이 재료들이 HEMA를 함유하고 있기 때문이며, polyacrylic acid로 치면을 처리할 때 도말층이 제거되고, HEMA가 노출된 교원질에 쉽게 침투할 수 있기 때문이라고 하였다.

Compomer는 레진강화형 글래스 아이오노머 시멘트와 구성성분이 유사하여 레진강화형 글래스 아이오노머 시멘트로 분류되기도 하였으나, 어두운 상태에서는 산-염기 반응이 일어나지 않아 경화가 되지 않는다고 알려져 있으며<sup>26)</sup>, 또한 수분이 없는 상태에서는 산-염기 반응이 일어나지 않고, 구강내의 수분과 접촉되어야 산-염기 반응이 일어

나는 것으로 보고되고 있어<sup>27)</sup> 기존의 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트와는 구별된다. McLean 등<sup>28)</sup>은 이러한 특성 때문에 재료들을 polyacid-modified resin으로 부를 것을 제안하기도 하였다.

Compomer의 치면처리방법은 재래형 글래스 아이오노머나 레진강화형 글래스 아이오노머의 치면처리 방법과는 달리 산과 HEMA등이 주성분인 bonding agent를 사용하여 처리를 하며, 이것은 복합 레진의 치면처리와 비교하여 별도의 산부식 처리과정이 생략되었다고 볼 수 있다. 이런 compomer에 사용되는 bonding agent는 별도의 산부식 처리과정을 포함하여, 자사의 복합레진 제품의 bonding agent로 사용되고 있다.

1997년 Palaghias 등<sup>29)</sup>은 Compoglass와 Dyract를 대상으로 compomer 수복물의 상아질에 대한 결합 기전에 대한 연구에서 compomer의 primer는 표층의 상아질을 탈회시키고, 상아세관을 개방시키며, 관간 상아질에 혼합 확산층을 형성한다고 하였으며, Compoglass의 SCA(syntac single component)의 치면처리시 상아질의 탈회와 확산층의 형성이 더 많았으나, primer와 compomer의 계면에서 많은 틈이 발견된다고 하였으며, Dyract의 PSA의 경우는 뛰어난 중합효율과 뛰어난 피막형성능력을 지닌다고 하여, 결론적으로 compomer의 primer는 자가부식 능력과 상아질의 확산층을 형성하는 능력을 가졌다고 보고하였다.

Jodkowska와 Iracki<sup>30)</sup>은 compomer의 상아질에 대한 전단결합강도가 Compoglass는 7.17 MPa, Dyract는 6.64 MPa라고 보고한 반면, 본 실험에서는 Compoglass가 4.23 MPa, Dyract는 9.96 MPa로 Dyract의 경우 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트와 복합레진과 비교했을 때 중간의 결합 강도를, Compoglass는 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트보다 떨어지는 결합강도를 보였다. 같은 compomer로 분류되는 재료이지만 현저한 결합력의 차이를 보였으며, Dyract의 경우는 레진강화형 글래스 아이오노머 시멘트와 복합레진의 중간에 해당하는 결합 강도를 보였지만, Compoglass는 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트보다 떨어지는 결합강도를 보였다.

이런 이유는 Dyract는 Compoglass보다 먼저 개발 되었고, 그동안 primer가 PSA에서 Prime &

bond 2.0을 거쳐 Prime & bond 2.1로 발전을 하였지만, Compoglass는 과절양상이 결합과절양상을 보이는 것으로 보아 primer의 결합에서 기인하는 것으로 사료된다.

글래스 아이오노머 및 compomer의 인산 치면처리시 결합력에 관한 연구를 조사해 보면, Robert와 Eileen<sup>5)</sup>은 재래식인 Fuji II에서 범랑질에 10% polyacrylic acid로 20초 처리하였을 경우 6.9 MPa, 인산으로 15초 처리하였을 경우 7.2 MPa로 결합력이 증가하였고, Fuji II LC는 polyacrylic acid로 20초 처리하였을 경우 결합력이 17.4 MPa, 인산으로 15초 처리하였을 경우에는 20.5 MPa로 결합력이 증가하였다고 하였으며, Cortes 등<sup>31)</sup>도 Fuji II LC에서 10% 인산으로 10초간 처리하였을 경우 19.64 MPa의 결합력을 얻었다고 보고하였다. 1996년 Moll 등<sup>6)</sup>은 Dyract와 Compoglass의 경우에서 37% 인산으로 범랑질을 30초 처리할 경우 전단결합강도가 각각 11.2 MPa에서 33.6 MPa로, 17.9 MPa에서 32.1 MPa로 증가하였고, 이것은 복합레진의 전단결합강도와 비슷한 수치라고 보고하였다. Vichi 등<sup>32)</sup>은 Dyract와 PSA primer, Dyract와 Prime bond 2.0, Compoglass와 SCA primer, Compoglass와 인산처리시 미세누출에 관한 연구에서, 각각 Dyract와 Prime bond 2.0, Compoglass와 인산 처리군의 경우에서 범랑질부위의 미세누출이 적었다고 보고하였다. 이상과 같이 여러 연구에서 레진 강화형 글래스 아이오노머 및 compomer의 범랑질과의 결합은 인산의 처리에 의해 증가함을 알 수 있다.

한편 상아질과의 결합력을 살펴보면, Fuji II의 경우 치면처리를 하지 않은 경우에는 4.2 MPa의 결합력을 가지며, 10% polyacrylic acid로 20초 동안 처리한 경우 5.4 MPa, 35% 인산으로 15초간 처리한 경우 3.2 MPa의 결합력을 가진다고 보고하였다. 레진강화형 글래스 아이오노머인 Fuji II LC의 경우, 10% polyacrylic acid로 처리할 경우 9.2 MPa의 결합력을 보이나, 35% 인산으로 처리할 경우는 3.0 MPa로 결합력이 감소하였고, 다른 연구에서는 10% polyacrylic acid와 10% 인산의 상아질 치면 처리시 결합력이 같았다고 보고되고 있어, 35% 인산은 이온결합에 필요한 상아질의 탈회를 너무 많이 일으켜 레진강화형 글래스 아이오노머

시멘트의 결합력을 떨어뜨리는 것으로 사료된다. 하지만 compomer의 경우는 아직까지 보고된 연구는 없지만, bonding agent를 사용하고, 물리적 특성이 좀더 복합레진에 가까워 32%의 인산으로 상아질을 처리할 경우 좀더 강한 결합력을 보일 것으로 예상되었으나, 결합력을 증가시키지 못하는 것으로 나타났다.

파절양상은 Fuji II LC의 경우 제조회사의 지시대로 처리한 경우, 재료의 응집성 파절양상이 주를 이루었으며, 인산으로 처리한 군에서 부분적으로 결합성 파절양상이 관찰되기도 하였으나 재료의 응집성 파절양상이 주를 이루었으며, 이는 Fritz 등<sup>15)</sup>의 소견과도 일치한다. Compoglass의 경우, 치아와 재료간의 결합성 파절양상이 두드러졌으며, Dyract는 재료의 응집성 파절양상이 두드러졌으나, 부분적으로 치아의 응집성 파절양상도 보였다. Z-100의 경우 전체적으로 Dyract의 파절양상과 유사하나, 치아의 응집성 파절양상이 좀더 많았다.

이상의 연구결과 Compomer인 Dyract는 레진강화형 글래스아이오노머 시멘트와 복합레진의 중간에 해당하는 전단결합강도를 가지는 것으로 나타났다. 반면에 Compoglass는 레진강화형 글래스아이오노머 시멘트 보다 전단 결합 강도가 떨어져 같이 분류되는 재료라도 현저한 물성차이를 보였으며, 상아질의 인산처리는 범랑질과는 달리 전단결합강도의 증가에 도움이 되지 않는 것으로 사료된다.

## V. 결 론

Compoimer의 상아질 표면처리에 따른 전단결합강도의 변화를 측정하기 위해 4가지 재료를 대조군(A)과 실험군(B)으로 나누어 실험을 실시하였으며, A군은 제조회사의 지시대로 처리하고, B군은 32% 인산으로 처리하였다. 상아질 표면처리후 각각의 재료를 접착시켜, 7일후의 전단결합강도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 제조회사의 지시대로 치면 처리를 한 경우, 재료에 따른 전단결합 강도는 Z-100이 12.42 MPa로 가장 높게 나타난 반면, Compoglass가 4.23 MPa로 가장 낮게 나타났으며, 이를 분석

- 한 결과 Compoglass군은 Z-100, Dyract군과 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ).
2. 32% 인산으로 처리한 군이 제조회사의 지시대로 처리한 군보다 전단결합강도가 낮게 나타났으나, 통계적 유의성은 없었다.

3. 주사전자 현미경 관찰결과 파절양상은 1군의 경우 재료의 응집성 파절과 결합성 파절이 혼합된 혼합파절 양상을 보였고, 2군의 경우는 결합성 파절양상이 많았고, 3,4군의 경우는 재료 혹은 치아의 응집성 파절양상이 두드러졌다.

이상의 연구결과 Compomer인 Dyract는 레진강화형 글래스아이오노머 시멘트와 복합레진의 중간에 해당하는 전단결합강도를 가지는 것으로 나타났다. 반면에 Compoglass는 레진강화형 글래스아이오노머 시멘트 보다 전단 결합 강도가 떨어져 같이 분류되는 재료라도 현저한 물성차이를 보였으며, 상아질의 인산처리는 범랑질과는 달리 전단결합강도의 증가에 도움이 되지 않는 것으로 사료된다.

## References

1. Walls AWG. Glass polyalkenoic cements: a review J Dent 1986;14:231-46
2. Wilson AD. Developments in glass-ionomer cements. Int J Prosth 1989;2:438-46
3. Mount GJ, Makison OF. Glass-ionomer restorative cements: Clinical implications of the setting reaction. Oper Dent 1982;7:134-41
4. Reinhardt JW, Swift EJ, Bolden AJ. A national survey on the use of glass-ionomer cements. Oper Dent 1993;18:56-60
5. Robert LE, Eileen AG. Bonding to tooth structure: A comparison of glass ionomer and composite resin system. J Esthet Dent 1994;6:227-44
6. Moll KH, Haller B, Hofmann N, Klaiber B. Phosphoric acid etching and enamel bond of composite/glass ionomer hybrids. J Dent Res 1996;75:Abst 1225
7. Kent BE, Lewis BG, Wilson AD. The properties of a glass ionomer cement. Br Dent J



- 1973;135:322-6
8. Puckett AD, Benett B, Shelby A. Thermal expansion of new photocurable ionomer restoratives. *J Dent Res* 1993;72:134
  9. Forsten L. Fluoride release from a glass ionomer cement. *Scand J Dent Res* 1977; 85:503-4
  10. Wilson AD, Mclean JW. Glass ionomer cement. Quintessence publishing. 1988
  11. Causton BE, Johnson NW. The role of diffusible ionic species in the bonding of carboxylate cements to the dentine: an in vitro study. *J Dent Res* 1979;58:1383-93
  12. Wilson AD, Prosser HJ, Powis DM. Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite. *J Dent Res* 1983;62:590-2
  13. Mount GJ. Adhesion of glass-ionomer cement in the clinical environment *Oper Dent* 1991;16: 141-8
  14. Swift EJ, Pawlus MA, Vargas MA. Shear bond strengths of resin-modified glass-ionomer restorative material. *Oper Dent* 1995;20:138-43
  15. Fritz UB, Finger WJ, Uno S. Resin-modified glass ionomer cements: bonding to enamel and dentin. *Dent Mater* 1996;12:161-6
  16. Mount GJ. The tensile strength of the union between various glass ionomer cements and various composite resin. *Aust Dent J* 1989;34: 136-46
  17. Powis DR, Folleras T, Merson SA, Wilson AD. Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *J Dent Res* 1982;61: 1416-22
  18. McLean JW. Evolution of glass-ionomer cements: a personal view. *J Esthet Dent* 1994;6: 195-206
  19. Smith DC. Polyacrylic acid based cements: adhesion to enamel and dentin. *Oper Dent* 1992; Supplement:177-83
  20. Akimade A. The adhesion of glass polyalkenoate cement to collagen. *J Dent Res* 1994; 73: Abst 633
  21. McCaghren RA, Retief DH, Bradley EL, Denys FR. Shear bond strength of light-cured glass ionomer to enamel and dentin. *J Dent Res* 1990;69:40-5
  22. Garcia-Godoy F. Dentin surface treatment and shear bond strength of light-cured glass ionomer. *American J Dent* 1992:283-5
  23. Uno S, Finger WJ, Fritz U. Long-term mechanical characteristics of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dent Mater* 1996;12:64-9
  24. Lin A, McIntyre NS, Davidson RD. Studies on the adhesion of glass ionomer cements to dentin. *J Dent Res* 1992;71:1836-41
  25. Friedl KH, Powers JM, Hiller KA. Influence of different factors on bond strength of hybrid ionomers. *Oper Dent* 1995;20:74-80
  26. Kakaboura A, Eliades G, Phalaghias G. Evaluation of the extent of the acid-base reaction in Dyract restorative material. 1995 Abstract for IADR
  27. Sustercic D, Cevc P, Schara M, Funduk N. Free radical kinetics in composite resin and compomer polymerization. *J Dent Res* 1995; 74:561
  28. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass ionomer dental cements and related dental material. *Quintessence* 1994;25:587-9
  29. Palaghias G, Kakaboura A, Eliades G. Bonding mechanism of compomer restoratives with dentine. *J Dent Res* 1997;76:1145
  30. Jodkowska E, Iracki J. Shear bond strength of compomers to dentin and enamel. *J Dent Res* 1997;76:1146
  31. Cortes O, Garci-Godoy F, Boi JR. Bond strength of resin reinforced glass ionomer cements after enamel etching. *Am J Dent* 1993; 6:299-301
  32. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. In vivo microleakage of resin modified glass ionomer cements. *J Dent Res* 1997;76:1146

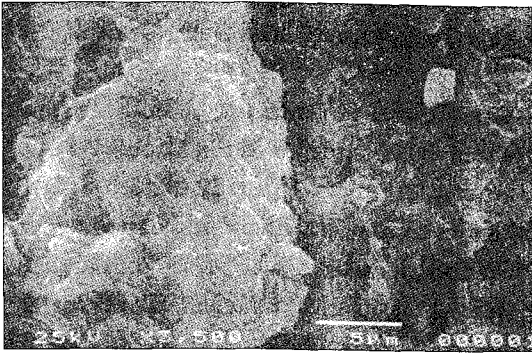


그림 3. 1군의 파절양상

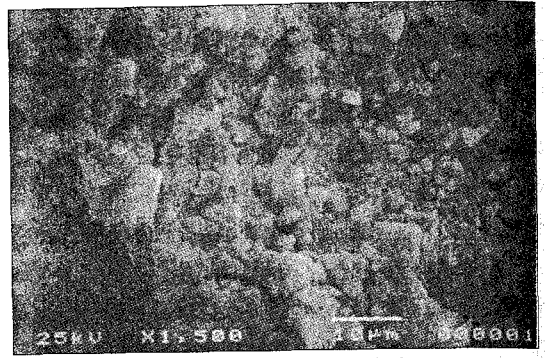


그림 4. 1군의 파절양상

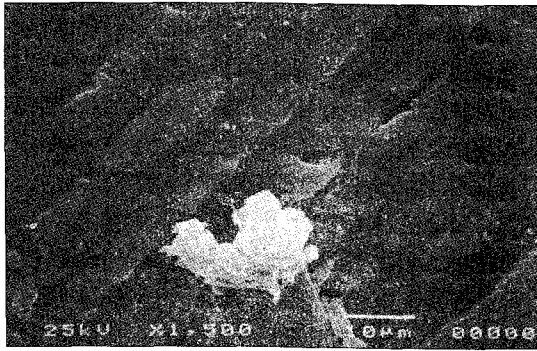


그림 5. 2군의 파절양상

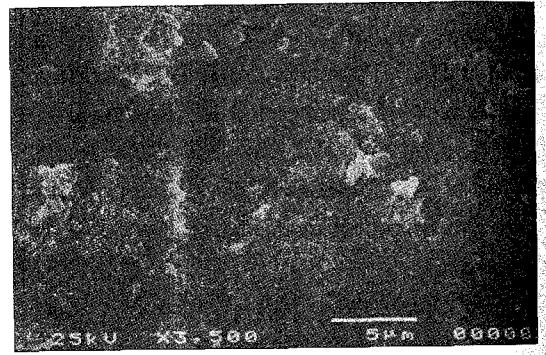


그림 6. 2군의 파절양상

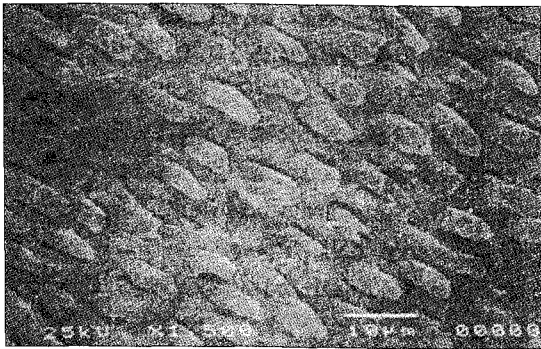


그림 7. 3군의 파절양상

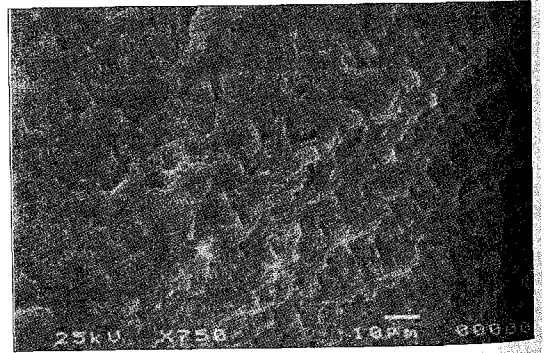


그림 8. 3군의 파절양상

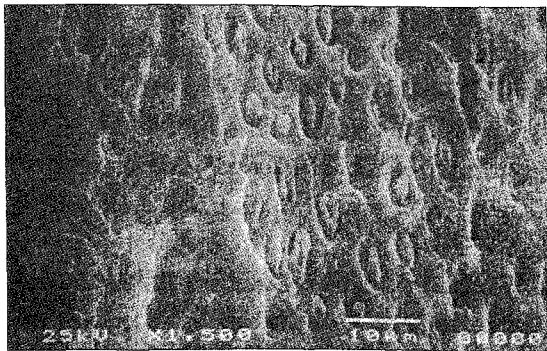


그림 9. 4군의 파절양상

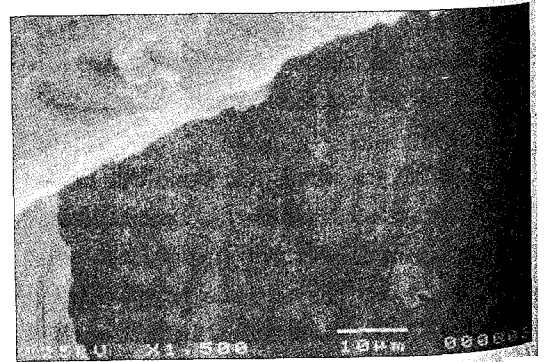


그림 10. 4군의 파절양상