

## 광중합 Glass Ionomer Cement와 Amalgam의 결합강도에 관한 연구

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

정 태 성

### Abstract

#### A STUDY ON THE BOND STRENGTHS OF LIGHT-CURING GLASS IONOMER CEMENTS TO DENTAL AMALGAM

Jeong Tae Sung, D. D. S., M. S. D.

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University*

The purpose of this study was to assess the shear bond strengths of 3 types of light-curing Glass Ionomer cement to dental amalgam with or without an intermediary agent. 60 amalgam **adherent** specimens were prepared and aged in water at 37°C for 3 days. Before bonding, the amalgam surfaces were finished flat on 600-grit silicon carbide paper. 30 specimens among 60 were used for bonding in this condition, and the other 30 were covered with a thin layer of light-curing intermediary agent.

Shear bond strengths were measured with universal testing machine (Instron, Model 4301) and statistically processed by ANOVA and t-test. On completion of bond test, the fracture surfaces were examined under light microscope so that the mode of bond failure could be assessed

The results were as follows :

1. Bond strength of Fuji II LC group showed the highest value and was followed by Vitremer, Vitrebond groups ( $p < 0.05$ ).
2. The bond strengths achieved without an intermediary agent were higher than those obtained with intermediary agent ( $p < 0.05$ ).
3. For the specimens bonded with intermediary agent, bond failures occurred mostly at the agent-amalgam interface. So, the use of intermediary bonding agent was thought not recommendable at glass ionomer-amalgam interface.

## I. 서 론

치과영역에서 Glass Ionomer Cement (이하 GIC)는 물성의 지속적인 발전에 힘입어 용도와 활용성이 증가하는 추세에 있다. 지금까지 임상적으로 이 재료는 결손된 치질의 수복, 주조금관 또는 stainless steel crown restoration의 합착, 아말감이나 레진 하방의 이장 및 치면열구전색 등의 용도로 널리 사용되어 왔다<sup>1-3)</sup>. 화학중합형 GIC는 Wilson과 Kent<sup>4)</sup>에 의하여 개발되었으며, 실리카( $\text{SiO}_2$ ), 알루미늄( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), 불화칼슘( $\text{CaF}_2$ )의 글래스 분말과 폴리알케노익산(polyalkenoic acid)사이의 반응에 의해 경화되는 시멘트로 범랑질, 상아질, 또는 어떤 금속과도 물리화학적으로 결합하기<sup>5)</sup> 때문에 산부식이 불필요하며, 불소이온을 방출하여 항우식효과를 나타내는 것으로 보고되어 있다<sup>6,7)</sup>.

Hotz<sup>5)</sup>는 GIC의 일반적인 특징으로 pure gold, platinum 등의 금속이나 porcelain 등에는 화학적인 상호작용의 부재로 접착성 결합이 나타나지 않는 반면, 금속을 주석으로 표면처리하였을 경우 임상적으로 유용한 수준의 결합력을 얻을 수 있음을 보고하였다. 이전의 연구들에서는 통상의 화학중합형 GIC가 경화된 아말감과 강한 adhesive bond를 형성함을 보고하였다<sup>5,8)</sup>. 그러나 화학중합형 GIC는 경화반응상의 특성으로 인해 임상적용에는 한계가 있다<sup>3,9)</sup>. 즉 경화반응이 완료되기 전단계에서 수분의 영향에 매우 민감하다. 경화반응의 초기에는 수분과의 접촉을 피해야 하며, 경화후에는 반대로 탈수가 물성에 유해하게 작용한다. 경화초기에 수분과 접촉되면 금속염의 형성에 필요한 금속양이온의 손실이 초래되어 수복물 표면의 경화상태가 불량해진다<sup>10,11)</sup>. 이러한 현상은 광중합형 GIC가 개발되는 가장 큰 계기가 되었다.

비교적 최근에 개발된 광중합형 GIC는 분말 성분이 radiopaque, ion-leachable fluoroaluminosilicate glass powder로 구성되어 있고 용액은 light-curable polyalkenoic acid, 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) 그리고 물로 구

성되어 있다. 그러므로 광중합형 GIC의 중합은 이종적 중합반응에 의한다고 할 수 있는데, 일차적인 중합반응은 분말과 액을 혼화하는 순간부터 전통적인 화학중합형 GIC의 산-염기 반응이 일어나고, 또한 가시광선의 조사로 이차적인 레진성분의 중합이 개시된다. 광중합형 GIC는 광중합반응에 의해 cement의 초기강도가 결정되므로 광중합이 완료된 후에는 초기의 수분에 대한 접촉의 문제를 별로 걱정할 필요가 없고 초기에 높은 표면강도를 얻을 수 있다. 더우기 광중합형 GIC는 화학중합형에 비하여 각종의 물성이 매우 개선된 것으로 밝혀졌다<sup>12-14)</sup>.

경화된 아말감에 대한 GIC의 접착능은 여러 방면에서 임상적용이 가능하다. 즉, 주조된 금관을 지지할 목적으로 형성된 아말감 core나 기공실에서 제작한 수복물이 부실하거나 손상된 경우, 현존아말감 수복물의 인접부위에 “장기간”의 임시수복이 필요할 경우, 아말감으로 수복된 치아의 교두파절에 대한 수리 등의 상황에 적용될 수 있다. 이러한 경우 GIC 자체만으로 수복에 이용하거나, 아니면 composite resin을 상아질에 접착시키는 경우와 마찬가지로 아말감에 composite resin을 부착시키기 위한 중간재(intermediary agent)로 사용할 수 있다<sup>15,16)</sup>.

현재까지 소아치과임상에서 가장 널리 사용되고 있는 수복재중의 하나인 아말감은 수복물과 치면의 경계부에 이차우식으로 인하여 실패하는 경우가 대부분이었다. 이러한 경우 종종 병소의 범위를 확인하기가 어렵고 치수 노출에 대한 위험성이 상존한다. 이러한 병소를 수복하는 경우 수복재는 치아와 경계부에서 치질과 화학적인 결합으로 밀폐가 완벽하여 세균이나 세균에 대한 영양공급원을 차단시킬 수 있어야 한다. 따라서, 정상탈락 시기가 얼마남지 않은 유치에서 GIC는 아말감 수복물의 파절이나 이차우식으로 ditching된 아말감 수복물에 대한 임시수복, 아말감 수복물 인접부의 fissure sealant로서 아말감과 결합능이 장점일 수 있다<sup>17,18)</sup>.

GIC의 결합력과 관련된 연구로 Aboush 와

Jenkins<sup>19)</sup>, 김 등<sup>20)</sup>이 GIC 와 치아의 법랑질, 상아질간의 결합에 대하여 보고하였으며, Mclean 등<sup>15)</sup>, Sneed 와 Looper<sup>21)</sup>, Subrata 와 Davidson<sup>22)</sup>은 레진과 GIC간의 결합에 관하여 보고하였다.

금속 및 아말감에 대한 GIC의 접착에 대한 연구<sup>5, 8, 16, 23)</sup>는 연구에 사용된 GIC의 종류 및 연구방법에 따라 상이한 결과를 보여주고 있으며 특히 최근에 개발된 광중합형 GIC의 아말감에 대한 접착강도와 관련한 연구는 미미한 실정이다. 이에 저자는 현재 치과임상에서 흔히 사용되는 3 종류의 광중합형 GIC를 이용하여 경화된 치과용 아말감에 대한 전단결합강도를 측정하고, 중간결합제로 사용된 Scotchbond가 경계부의 파절양상과 결합강도에 미치는 영향을 평가할 목적으로 본 연구를 시행하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 가. 연구 재료

시편제작을 위해 광중합형 GIC로 Vitrebond, Vitremer, Fuji II LC, 중간결합제로 Scotchbond, 아말감은 lathe-cut type amalgam alloy를 사용하였다. (표 1)

### 나. 연구 방법

#### 1. 시편제작(그림 1)

모든 재료들은 제조사의 지시에 따라 계량, 혼합 및 경화시켰다. lathe-cut amalgam은 mechanical mixer(Degussa)로 약 30 초간 혼합하였다. Scotchbond 와 Vitrebond, Vitremer, Fuji II LC는 Visilux 2 light source (3M Dental Products)로 경화시켰다.

통법에 따라 합성수지(methyl methacrylate)

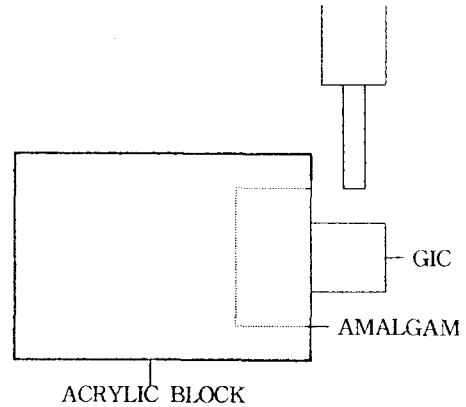


Fig. 1 Bond test set up

block에 직경 6 mm, 깊이 2 mm로 와동을 형성한 후 수은과 혼합된 lathe-cut amalgam alloy를 과다충전하여 60 개의 아말감 부착시편을 제작하였다. 제작된 시편들은 37°C 물속에서 3 일간 보관하여 완전히 경화시킨 후 실험에 적용하였다.

접착직전에 아말감의 표면을 젖은 상태의 600-grit silicon carbide paper로 편평하게 마감하여 흐르는 물로 세척후 건조시켰다. 30 개의 시편은 이런 상태로 직접 결합에 사용하였으며, 나머지 30 개는 먼저 Scotchbond를 얇게 도포하여 10 초간 광중합후 결합시켰다.

제조사의 지시대로 혼합한 각각의 GIC를 미리 준비된 아말감 표면에 직경 5 mm, 높이 5 mm 의 원통형 플라스틱을 사용하여 먼저 약 1-2 mm 높이로 주입하였다. 최초 주입한 cement가 완전히 경화될 수 있도록 2 회에 걸쳐 주입하고 각각을 30 초씩 광중합하였다. 제작된 시편은 초기경화가 이루어진 직후 varnish를 도포하여 수분의 이동을 차단한채 24 시간동안

Table 1. Materials used in this study

Material	Characteristics	Manufacturer
Vitrebond	liner/base	3M Dental Products
Vitremer	restorative, Peđo powder	3M Dental Products
Fuji II LC	restorative	GC
Amalgam alloy	lathe-cut type	Cavex Holland
Scotchbond	Multi-Purpose Plus Dental Adhesive	3M Dental Products

경화시킨 후 37°C의 물속에서 48 시간동안 보관하였다.

## 2. 결합강도의 측정 및 실패양상의 평가

시편은 만능시험기(Instron : Model 4301, USA)에서 500 Kg의 load cell로 cross-head speed 1 mm/ min의 조건으로 부착시편이 탈락될 때까지의 전단결합강도를 측정하였다. 결합력에 대한 측정이 완료된 후 파절면을 광학현미경하에서(×40) 파단면을 관찰하고 결합실패양상을 평가하였다.

## 다. 통계 처리

실험에서 얻어진 수치들에 대한 통계분석은 컴퓨터용 SAS 통계프로그램을 이용하여 ANOVA 및 t-test로써 재료간 및 방법간 결합력의 차이에 대하여 유의수준 5 %로 검정하였다.

# III. 연구 성적

각 재료의 아말감과의 결합강도에 대한 측정결과는 표 2에 제시된 바와 같다. Fuji II LC를 중간결합제 없이 직접 아말감에 결합한 군에서  $0.626 \pm 0.203$  Mpa로 가장 높은 결합강도를 보였으며, Fuji II LC를 Scotchbond를 이용하여 아말감과 결합한 군에서  $0.059 \pm 0.025$  MPa로 가장 낮은 결합강도를 나타내었다(표 2).

한편, 실험조건에 따른 각 군의 결합력을 비교해 보면 다음과 같다.

## 1. 각 재료의 결합강도의 비교

중간결합제로 사용된 Scotchbond의 사용여부에 관계없이 재료별 결합력은 Fuji II LC가

가장 높게 나타났고, 다음으로 Vitremer, Vitrebond의 순이었다. Scotchbond를 사용하지 않은 경우에는 Fuji II LC가 Vitremer나 Vitrebond 보다 높았다 ( $p < 0.05$ ).

3 종의 GIC 모두 Scotchbond를 사용하여 아말감과 결합한 경우에는 Scotchbond를 사용하지 않은 경우보다 낮은 결합강도를 보였으며, 재료간에는 유의한 차이가 없었다 ( $p > 0.05$ ).

전체적으로는 Scotchbond를 사용하지 않은 경우의 결합강도가 Scotchbond를 사용하여 결합한 경우 보다 유의하게 높은 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

## 2. 각 재료내에서 Scotchbond의 사용에 따른 결합강도의 차이

동일 재료에서 Scotchbond의 사용 여부에 따른 결합강도를 비교해보면 Vitrebond를 제외한 Fuji II LC 와 Vitremer에서 Scotchbond를 사용하지 않은 경우의 결합강도가 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

## 3. 결합실패양상의 평가

직접 아말감에 결합한 30 개의 시편중 Vitrebond 군에서 5 개, Vitremer 군에서 7 개, Fuji II LC 군에서 9 개 등 21 개에서 파절면이 GIC 내부로 일부 응집성 파절양상이 나타나 cement의 일부가 아말감표면에 접착된채 남아있었다. 나머지 9 개의 시편에서는 모두 아말감과 GIC경계부에서 접착실패(adhesive failure)의 파절양상이 나타났다.

Scotchbond를 사용하여 결합한 30 개의 시편중 24 개 (80 %) 에서 아말감과 Scotchbond 경계부에서 접착실패로 접착성 파절양상이 나타났다으며, 6 개의 시편에서만 Scotchbond의 일부가 아말감에 부착된채 남아있었다.

Table 2. Shear bond strengths of each group (MPa)

Material \ Group	Non-intermediary	Scotchbond(intermediary)
Vitrebond	$0.185 \pm 0.041$	$0.150 \pm 0.067$
Vitremer	$0.237 \pm 0.029$	$0.094 \pm 0.037$
Fuji II LC	$0.626 \pm 0.203$	$0.059 \pm 0.025$

Mean ± SD

#### IV. 총괄 및 고안

1970년대 Wilson과 Kent<sup>4)</sup>에 의해 처음 소개된 GIC는 치질과의 결합력이 우수하여 치질의 기계적 삭제량을 최소화할 수 있을 뿐 아니라, 금속에 유착하는 성질이 있으며 침식과 변색에 강하고, porcelain과 유사한 심미성을 보이며 치수자극이 적고, 불소를 방출하는 등의 장점으로 인하여 현재 3 급, 5 급, 치경부 침식증 등의 수복재, 보철물 접합제, 이장재 혹은 치면열구전색제 등으로 광범위하게 이용되고 있다<sup>1-3,5)</sup>. 특히 소아치과 영역에 있어서도, 최초의 치질삭제 및 시술의 간편성, 불소방출로 인한 2차 우식 예방효과 등의 장점으로 인하여 여러 분야에 걸쳐 사용이 추천되고 있다<sup>24,25)</sup>. 그러나 마모저항성, 압축 및 인장강도, 경도가 낮고 표면활택성이 떨어지며 경화지연으로 치명적인 수분오염의 가능성이 증가하는 등의 단점이 있다고 알려져 있다<sup>3,9,26)</sup>.

이러한 화학중합형 GIC의 단점을 개선하기 위해 개발된 광중합형 GIC는 구성성분에 소량의 레진을 첨가함으로써 이러한 문제점을 극복하고 광조사로써 짧은 시간내에(25-30 초) 초기경화를 획득하여 조작을 간편하게 하였고 경화초기의 수분오염의 가능성을 최소화하여 높은 초기 결합력을 얻을 수 있음이 보고되고 있다<sup>12-14,19,20,24)</sup>.

예비실험에서 화학중합형 GIC인 Ketac-Fil (ESPE)의 아말감에 대한 전단강도의 측정결과 0.06 MPa 정도로 나타나 본 연구에서 가장 결합력이 낮게 나타난 광중합형 GIC liner/base인 Vitrebond의 0.15 MPa 와 비교하여 광중합형 GIC가 화학중합형에 비해 아말감에 대한 결합력이 높게 나타난 사실은 여타의 연구들<sup>8,16,20)</sup>과 일치하였다. 그러나 그 절대치에 있어서는 본 연구의 결과가 여타 연구<sup>5,16)</sup>의 결과와 차이를 보이는 것은 실험에 사용된 아말감의 종류, 수복재 적합과정의 압력, 시편의 보관방법 뿐 아니라 cross-head의 속도 등 실험방법 등의 차이에 기인한 것으로 사료되므로, 타 연구결과와 수평비교하기 보다는 실험재료와 조건간의 상대적 평가가 더 의미있을 것으로

생각된다.

본 연구에 사용된 3 종의 광중합형 GIC중 아말감과 결합력이 높은 것으로 나타난 Fuji II LC의 경우 치아와 GIC간의 결합강도에 관한 김 등<sup>20)</sup>의 연구결과와 일치하였다. 대개 화학중합형 GIC의 결합력이 낮은 이유는 재료자체의 강도가 약함에 기인한 것인데 광중합형 GIC는 구성성분에 레진이 첨가됨으로써 레진에 의한 광중합으로 초기경화가 나타나고 이어서 전통적인 GIC의 경화반응인 산-염기반응이 일어나 강도자체가 많이 보강되었고, 또한 단 시간내에 경화가 이루어지도록 하여 수분오염의 가능성을 줄였기 때문에 결과적으로 결합강도가 상당히 개선된 것으로 사료된다.

Aboutsh와 Elderton<sup>16)</sup>는 아말감과 광중합 GIC의 결합과 관련된 연구에서 화학중합형 GIC보다 광중합형 GIC에서 아말감과의 결합력이 높게 나타났으며, 아말감의 경화가 완전하지 못 할 경우 결합력이 감소됨을 보고하였고 접착후 시편을 37°C에서 95±5 % 상대습도하에서 보관한 경우와 37°C 물속에 보관한 경우 중 후자에서 더욱 결과의 재현성이 높았음을 보고한 바 있다. McCaghren 등<sup>28)</sup>은 치아와 광중합형 GIC간의 결합력과 관련한 연구에서 광중합형 GIC의 double setting reaction으로 인하여 혼화직후 보다는 일정시간이 경과한 후에 결합강도가 높게 나타났고, 시편을 37°C 물속에 저장한 시간에 따른 결합력의 차이는 인정되지 않음을 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 아말감시편은 제작후 3일간 37°C 물속에서 아말감이 완전히 경화된 후 결합에 사용함으로써 경화에 따른 결합력의 오차를 줄이고자 노력하였으며, 광중합형 GIC와 결합시킨 아말감시편은 초기경화가 이루어진 직후 varnish를 도포하여 수분의 이동을 차단하고 공기중에 24시간동안 경화시킨 후 37°C 물속에서 48시간 동안 보관한 다음 결합력의 측정에 이용하였다.

본 실험에서 사용된 Scotchbond system은 치아의 상아질과 화학적 결합을 하는 접착제로 알려져 있는데 성분은 primer와 adhesive resin으로 구성되어있으며 primer는 maleic acid와

HEMA(Hydroxyethyl-Methacrylate)를, adhesive resin은 BIS-GMA와 HEMA를 포함하고 있다. Aboush 등<sup>16)</sup>은 경화된 아말감에 대한 GIC Liner/Base의 결합력에 대한 연구결과 중간결합제로 Scotchbond의 사용은 불필요한 과정으로 결합력을 감소시킨다고 보고하였으며, 본 연구에서도 Scotchbond를 중간결합제로 사용한 경우에서 사용하지 않은 경우보다 결합력이 저하된 것으로 나타났고 ( $p < 0.05$ ), 파절양상 또한 아말감과 Scotchbond의 접촉실 패양상으로 나타난 경우가 대부분으로 중간결합제로 Scotchbond를 사용하는 것은 바람직하지 않은 것으로 확인되었다.

또한 본 연구에서 결합강도의 측정 후 파단이 일어난 시편의 표면을 관찰한 결과 Scotchbond를 사용하지 않은 경우에서는 GIC의 일부가 아말감의 표면에 부착된 응집성 파절의 양상이 나타나 GIC와 아말감간의 결합이 단순한 부착성 뿐 아니라 화학적 결합이 나타날 수 있는 가능성을 제시한 Hotz 등<sup>3)</sup>, Aboush<sup>20)</sup>의 연구에서 나타난 결과와 일치하였다.

결합기전에 있어서도 일반적인 경우의 결합에 있어서는 표면이 거칠수록 반응에 관여하는 표면적이 증가하고, 기계적 유지력이 증가하여 결합력이 증가하나, GIC와 같이 치아와 화학적 결합을 하는 경우에 있어서는 표면이 거친 경우 이러한 거친 면을 따라 응력집중이 일어나므로 오히려 결합을 약화시킨다고 알려져 있다<sup>27)</sup>. 또, Mount<sup>26)</sup>, 김 등<sup>29)</sup>은 치아에서 결합면의 평활도와 표면에너지 및 도말층의 존재가 중요한 역할을 함을 보고하고있으며, Hotz 등<sup>3)</sup>은 금속을 기질로 사용할 경우에는 GIC와 금속간의 화학적 상호작용의 정도에 따라 결합력이 달라짐을 보고하고 있다. 아말감이나 금속의 표면에서는 표면활성이 낮아 치질과 같은 강력한 화학반응을 기대하기는 사실상 힘든 상태로 생각되므로 부가적인 유지를 위한 와동의 형태적인 고려가 필요할 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서는 lathe-cut amalgam alloy 한 가지 종류만을 사용하여 시편을 제작하였으나 여러 종류의 amalgam alloy를 대상으로 한 연구와 접촉면의 형태적 특성이나 표면조도 등을 고

려하여 기계적 유지력을 증가시킬 수 있는 방법적 연구, 그리고 임상적용을 위해서는 구강내 환경인자를 고려한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 요 약

소아치과 임상에서 자주 사용되는 3종의 광중합형 GIC의 아말감에 대한 접착능을 평가할 목적으로 60 개의 아말감 부착시편을 이용하여 중간결합제인 Scotchbond의 사용여부에 따른 경화된 아말감에 대한 광중합 GIC의 전단결합강도를 측정하고 경계부의 파절양상을 관찰한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 아말감에 대한 광중합형 GIC의 전단강도는 Fuji II LC, Vitremer, Vitrebond의 순으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).
2. 중간결합제인 Scotchbond를 사용하지 않은 경우에서 Scotchbond를 사용한 경우에 비해 전단결합강도가 높게 나타났다( $p < 0.05$ ).
3. 결합파절면은 Scotchbond를 사용한 경우의 대부분에서 Scotchbond와 아말감의 경계부에서 시편의 탈락이 나타났다. 아말감과 광중합 GIC의 결합을 시도할 경우에는 Scotchbond는 사용하지 않는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

## 참고문헌

1. Croll TP : Glass Ionomers for Infants, Children and Adolescents. J.Am.Dent.Assoc.120 : 65-68,1990.
2. McLean JW : Glass-ionomer Cements. Br. Dent.J. 158 : 410-414, 1988.
3. Wilson AD and McLean JW : Glass-ionomer Cement.1 Quintessence Publishing Co., Inc., 1988.
4. Wilson AD and Kent BE : A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. Br. Dent. J., 132 : 133-135, 1972.

5. Hotz P, et al. : The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Br. Dent. J.*, 142 : 41-47, 1977.
6. Maldonado A, et al. : An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cement. *J. Am. Dent. Assoc.*, 96 : 785-791, 1978.
7. Swartz ML, et al. : Long-term F release from Glass ionomer cements. *J. Dent. Res.*, 63 : 158-160, 1984.
8. Aboush YEY and Jenkins CBG : The bonding of Glass-ionomer cements to Dental Amalgam. *Br. Dent. J.*, 166 : 255-277, 1989.
9. Smith DC : Composition and Characteristics of Glass Ionomer Cements. *J. Am. Dent. Assoc.*, 120 : 20-22, 1990.
10. Roulet JF et al. : Influence of oral fluid on composite resin and glass-ionomer cement. *J. Pros. Dent.*, 52 : 182-189, 1984.
11. Earl MSA and Ibbetson RJ : The clinical disintegration of a glass-ionomer cement. *Br. Dent. J.*, 161 : 287-291, 1986.
12. Wilson AD : Developments in glass-ionomer cements. *Int. J. Prothod.*, 2 : 438-446, 1989.
13. Mitra SB : Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. *J. Dent. Res.*, 70 : 72-74, 1991.
14. McCarthy MF and Hondrum SO : Mechanical and bond strength properties of light-cured and chemically cured glass ionomer cements. *Am. J. Orthod.* 105 : 135-141, 1994.
15. McLean JW et al. : The Use of Glass-ionomer Cements in Bonding Composite Resins to Dentin. *Br. Dent. J.* 158 : 410-414, 1985.
16. Aboush YEY and Elderton RJ : Bonding of a light-curing glass-ionomer cement to dental amalgam. *Dent. Mater.*, 7 : 130-132, 1991.
17. 대한소아치과학회 : 소아치과학, 1991. 대림출판사
18. Gwinnett AJ, et al. : Adhesive restorations with amalgam : Guidelines for the clinician. *Quintessence Int.*, 25 : 687-695, 1994.
19. Aboush YEY and Jenkins CBG : An evaluation of the bonding of the glass ionomer cement restorative to dentin and enamel. *Br. Dent. J.*, 161 : 179-184, 1986.
20. 김보혜, 손홍규 : 광중합 Glass Ionomer Cement의 결합 강도에 대한 실험적 연구. 대한 소아치과 학회지. 20(2) : 590-599, 1993.
21. Sneed WD and Looper SW : Shear bond strength of a composite resin to an etched glass ionomer. *Dent. Mater.*, 1 : 127-128, 1985.
22. Subrata G and Davidson CL : The effect of various surface treatments on the shear strength between composite resin and glass-ionomer cement. *J. Dent.* 17 : 28-32, 1989.
23. Aboush YEY and Elderton RJ : Bonding of Dental Amalgam to a Light Cure Glass-ionomer Liner/Base. *J. Dent. Res.*, 69 : 989, Abstr. No.277.
24. Viletstra JR, et al. : The use of a glass-ionomer cement in deciduous teeth. *Br. Dent. J.* 145 : 166, 1978.
25. Hicks MJ, et al. : Secondary caries formation in vitro around glass ionomer restorations. *Quintessence. Int.*, 17 : 527-532, 1986.
26. Mount GJ : Glass ionomer cements and future research. *Am. J. Dent.* 7 : 286-292, 1994.
27. Phillips RW : Skinner's Science of Dental Materials 8th. edition, W.B. Saunders Company.
28. McCaghren, R.A. et al. : Shear Bond Strength of Light-cured Glass Ionomer to

Enamel and Dentin. J. Dent. Res., 69(1) :  
40-45, 1990.

29. 김 영진, 김 교한, 최 영운 : 도말층이 글라스

아이오노머 시멘트의 결합강도에 미치는  
영향. 대한소아치과학회지. 19(2) : 570-  
582, 1992.