

글라스아이오노머 시멘트 표면 처리에 따른 치과용 아말감의 전단 결합 강도에 관한 연구

경희대학교 치과대학 보존학교실

신영주 · 최호영

목 차

- I. 서 론
- II. 실험 재료 및 방법
- III. 실험 결과
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록
- 사진부도 및 설명

I. 서 론

아말감은 1826년 치과충전재로 소개된^{1,2)} 이래 150여년간 사용되어 왔고 그 유해성에 대하여 논쟁의 여지가 있으나 현재까지 치관내외 수복에 광범위하게 사용되고 있으며³⁾, 최근 ADA 연구⁴⁾에 의하면 치아우식증의 충전재로서 아말감의 사용이 약 80%에 달하고 있다.

아말감은 가격이 저렴하고, 조작이 용이하며⁴⁾, 내구성이 있는 재료로써 복합수지등의 교모 및 마모측정 기준에 사용되고 있다³⁾. 그러나 아말감 수복물은 치질에 대한 접착성 결여와 미세누출의 발생이 가장 중요한 단점이다⁵⁾.

즉 복합수지나 산부식 도재 수복(etched porcelain laminate restoration)과는 달리 아말감 수복의 경우 치질에 대한 접착성을 부여할수 없기 때문에 탈락을 방지하기 위하여서는 와동벽을 평행되게 하고, dove tail, box form 및 retentive

groove등의 유지형태나^{3,6)} undercut을 형성하여 유지력을 증가시켜야 하므로, 건전 치질을 대량 삭제하게 되어^{2,3)} 수복후 치아의 파절 우려가 있다⁶⁾. 또한 아말감 수복물은 저작압이 교합면에서 분산되지 않기 때문에, 2급와동의 경우 교두 파절이 자주 발생하며³⁾ 또한 아말감 충전용 와동 형성시 유지를 위하여 심한 undercut을 형성하고⁷⁾ 재료자체가 취약하여 수복물의 탈락이 흔히 나타나^{8,9)} 재 수복의 경우 와동은 더욱 확대되어¹⁰⁾ 치아는 약해진다.

또 일단 수복된 치아에서도 수복재료가 치아와 접착성이 결여되어 있다고 가정하면 2차적인 우식이 수복물 변연부에 발생될 수 있으며, 치아우식증은 '진행성'으로 알려져 있고¹¹⁾, 치아우식 예방법의 효과가 인정되고 있으나¹²⁾, 일단 우식이 발생된 후 치료와 수복은 반드시 영구성이 요구된다. 그러나 현재 수복재의 수명은 영구적이지 못하므로^{8,13)} 수복방법 즉 와동형성 방법에 변화를 주어야 한다는 주장이 있다⁴⁾. 따라서 실제 임상에서는 와동형성시 치질 보존적인 와동형성 방법¹⁵⁾을 이용하여 치질 접착성을 향상시킬 필요가 있다.

아말감의 또 다른 단점으로 수복후 미세누출이 발생¹⁶⁾됨으로써 구강액과 미생물이 아말감과 와동벽 사이의 간격으로 침투되고, 수복 후 치아의 민감성과 재발성 치아우식증을 유발하여^{17,18)} 치수 손상을 일으킬 수 있으며¹⁹⁾ 이러한 재발성 치아우식증은 아말감 수복 실패의 가장 주된 원인

이기도 하다⁴⁾.

또한 저동 아말감과 고동 아말감 간에는 다른 양상의 변연누출 현상이 나타나며²⁰⁾, Fayyad와 Ball²¹⁾은 in vitro에서 부식성 처치후 저동 아말감의 변연 봉쇄가 향상되었으나 고동 아말감에는 별 영향이 없었음을 보고하였고, Andrews와 Hembree¹⁶⁾는 고동 아말감 주위 누출은 전형적 아말감에 비해 장기간 경과후 개선되지 않았음을 보고하였다. 즉 전형적 아말감은 부식 산물이 공간을 봉쇄하기까지 처음 수 개월은 매우 많은 미세누출이 있으며^{17,18)}, 부식과 관련있는 r_2 phase가 거의 없어 누출에 개선이 일어나지 않는 고동 아말감은^{17,18)} 수명이 길고 성공적 이려면 변연 봉쇄가 반드시 이루어져야 한다²⁰⁾.

결과적으로, 보다 치질을 보존하기위한 와동형성과 변연 누출 봉쇄를 위하여 아말감 수복과정에 접착 과정(adhesive system)이 필요하다고 할 수 있다.

전통적으로 아말감의 이장재로는 수산화 칼슘 제제가 많이 사용되어 왔는데⁴⁾ 이차 상아질 성장을 유도하는 중요한 장점을 가지고 있으나⁴⁾ 아말감 수복시 발생하는 충전 가압이나 수복후 가해지는 저작압에 의해 파절될 수 있으며⁴⁾, 용해도가 높아 아말감 부식에 의한 누출 감소 이전에 이미 용해되어 이차우식 발생 우려가 있는 단점을 가지고 있어⁴⁾ 점차 임상에서 새로운 재료인 글라스아이오노머 이장재를 사용하여 보관을 하고 있다^{4,22,23)}.

1970년대 Wilson과 Kent는 silicate의 항우식 장점⁴⁾을 살려 글라스아이오노머 시멘트를 개발 하였으며²⁴⁾, 장점으로는 비교적 높은 탄성률, 낮은 온도 전달 계수, 잠재적 불소 유리에 의한 치아우식증 예방 특성, 낮은 용해도로 인한 수분에 대한 저항력, 치질 결합 능력에 의한 술후 민감성 감소와 치수보호, 재발성 우식 감소, 방사선 불투과성, 그리고 생물학적 안정성 등을 가지고 있다^{4,25,26,27,28)}. 최근에 개발된 광중합형 글라스아이오노머는 도포 후 바로 최대 강도에 도달하며 표층 산도가 훨씬 높아져 경화 도중에 생기는 산에 의한 치수 손상의 우려가 훨씬 적어졌으며^{29,30,31)} 시술 시간의 절감, 초기 수분 오염의 감소와 강화된 물리적 특성등을 가진다^{32,33)}.

따라서 이러한 글라스아이오노머 이장재와 아말감 간에 접착성 결합이 이루어진다면 아말감 수복물의 우수성이 훨씬 증대될 것이다^{19,34,35)}.

지금까지 아말감에 접착 과정(adhesive system)을 도입하여 단점을 보완하려는 많은 연구가 있었다.

Varga등³⁵⁾은 4-META 함유 resin과 Panavia를 이장재로 사용하여 상아질과 법랑질에 대한 아말감의 결합강도 변화를 연구하였고, Simizu와 Kawakami³⁴⁾는 Panavia, Superbond, 글라스아이오노머 시멘트등의 이장재및 수종의 불소가 함유된 전처리제를 사용하여 아말감의 법랑질과 상아질에 대한 인장결합 강도를 측정 보고한 바 있다.

Staninec과 Holt¹⁹⁾는 산부식된 와동내의 법랑질과 상아질면에 접착성 레진을 도포한 후 아말감과 결합이 향상되었음을 보고하였다. Staninec²⁾은 box form 2급 와동에서 proximal groove, dovetail보다 접착성 레진 이장재에 의한 아말감 결합 술식(amalgam bonding technic)이 탈락 방지에 더 효과적 이라고 보고했다. Lacy와 Staninec³⁾은 결합 아말감 수복(bonded amalgam restoration)의 임상 적용을 보고한 바 있고 Warren과 Söderholm²²⁾은 초기 경화된 글라스아이오노머 표면에 얇은 PAA(polyacrylic acid)막을 아말감 충전 전에 도포하여 치과용 아말감 혼합물과 초기 경화된 글라스아이오노머 간에 접착을 유도하였다. Aboush와 Jenkins³⁶⁾는 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트가 경화된 아말감에 잘 접착됨을 보였으며 Aboush와 Elderton³⁷⁾은 경화된 광중합형 글라스아이오노머 시멘트에 경화되지 않은 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 혼합물을 얇게 이장하여 아말감을 결합시키는 연구를 하였다.

최근 Aboush와 Elderton²³⁾은 경화된 광중합형 글라스아이오노머 시멘트에 Scotchbond, 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 미경화 혼합물, 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액등을 도포하고 아말감을 충전하여 경화시켜 접착강도를 비교 연구하였다.

이에 본 연구에서는 글라스아이오노머 이장용 아말감 충전시 가장 우수한 결합력 증진을 찾

기 위하여 경화된 화학중합형 글라스이오노머 시멘트에 그 액을 도포한 경우, 경화된 광중합형 글라스이오노머 시멘트에 레진 시멘트, 상아질 접착제, 글라스이오노머 시멘트의 액이나 미경화 혼합물등을 도포한 경우로 나누어 아말감을 충전하여 글라스이오노머 시멘트와 아말감간의 전단 결합강도를 측정하였으며 결합강도 측정시 분리된 글라스이오노머 시멘트와 아말감의 표면을 주사 전자 현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구의 재료로는 광중합형 글라스이오노머인 Vitrebond[®]와 화학중합형 글라스이오노머인 Dentin Cement[®]를 선택하였으며, 아말감은 구상형의 고통아말감인 Optaloy II[®]를 사용하였다.

경화된 글라스이오노머 표면에 도포하는 재료로는 화학중합형 글라스이오노머 시멘트의 액, 광중합형 글라스이오노머 시멘트의 액과 미경화 혼합물을 사용하였으며, 또한 레진 시멘트인 Panavia EX[®], 그리고 상아질 접착제인

Scotchbond 2[®]를 사용하였다(Table 1).

실험군은 글라스이오노머 시멘트의 시편 표면에 도포되는 재료에 따라 다음과 같이 (Table 2 참조) 6 군으로 나누었다.

제 1 군은 화학중합형 글라스이오노머 시멘트가 경화된 후 동일한 시멘트의 액을 표면에 도포하고 아말감을 결합시킨 경우이며(CCL), 나머지 실험군들은 광중합형 글라스이오노머 시멘트가 경화된 후 아말감을 결합시킨 경우로서, 제 2 군은 제 1 군과 같은 도포제인 화학중합형 글라스이오노머 시멘트의 액을 도포한 경우(CL), 제 3 군은 레진 시멘트를 도포한 경우(EX), 제 4 군은 상아질 접착제를 도포한 경우(SC), 제 5 군은 광중합형 글라스이오노머 시멘트의 액을 도포한 경우(VL), 제 6 군은 광중합형 글라스이오노머 시멘트의 미경화 혼합물을 도포한 경우이다(VM).

2. 실험 방법

1) 시편 제작

48개의 원기둥형 레진 블럭을 직경 2.5cm, 높이 1.5cm로 하여 만능 시험기에 고정할 수 있도록 하였고 레진 블럭 상단면 중앙에 직경 6mm, 깊이 2mm가 되도록 글라스이오노머 시멘트

Table 1. Materials used in this study

Materials	Product Name (Type)	Batch No.	Manufacturer
Glass Ionomer	Dentin Cement (Chemical curing type)	Powder : 170421 Liquid : 300321	GC Dent. Ind. Co. Japan
	Vitrebond (Light curing type)	Powder : 1162 Liquid : 114	3M Dent. Pro. Div. U. S. A.
Resin Cement	Panavia EX (Chemical curing type)	Powder : PN-0970 Liquid : 2162	Kuraray Co., Ltd. Japan
Dentin Bonding Agent	Scotchbond 2 (Light curing type)	Adhesive : 1 EL	3M Dent. Pro. Div. U. S. A.
Amalgam	Optaloy II (High-copper, spherical type)	930216	L. D. Caulk Div. Dentsply, Int. Inc. U. S. A.

Table 2. Experimental groups established in this study

Group	Code	Cement	Intermediary
1	CCL	Dentin Cement (Chemical curing glass ionomer)	Liquid of Dentin Cement
2	CL	Vitrebond (Light curing glass ionomer)	Liquid of Dentin Cement
3	EX		Panavia EX (Resin cement)
4	SC		Scotchbond 2*
5	VL		Liquid of Vitrebond
6	VM		Uncured mixture of Vitrebond

* : Light curing dentin bonding agent

충전용 와동을 형성하였다.

8개의 블럭에 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트를 분말-액 비율 2.2 - 1.0으로 하여 15초간 혼합한 후 충전하였고 나머지 40개의 블럭에는 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 분말-액의 비율 1.4 - 1.0, 혼합 시간은 15초로 하여 2회로 나누어 각 30초동안 광조사(Heliomat Type H2, Vivadent Co., Austria)하여 충전하였다. 글라스아이오노머 시멘트가 충전된 레진 블럭은 30분 경과후 320번 사포와 600번 사포로 주수하에서 연마하였다.

연마한 후 글라스아이오노머 시멘트에 높이 1mm 내경 4mm의 고무 몰드를 수용성 폴로 고정시켜 아말감을 충전할 수 있도록 하였다.

글라스아이오노머 시멘트 시편 48개 중 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트가 들어 있는 8개의 레진 블럭을 1군으로 하였고, 광중합형 글라스아이오노머 시멘트가 들어 있는 40개의 레진 블럭을 8개씩으로 나누어, 2군, 3군, 4군, 5군 및 6군으로 나누었다.

그 중 1군(CCL)과 2군(CL)은 글라스아이오노머 시멘트의 표면에 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액을 붓으로 얇게 2회 도포하였으며, 3군(EX)은 레진 시멘트를 분말과 액의 비가 3.2 대 1.0이 되도록 한 후 60초동안 혼합하여 글라스아이오노머 시멘트의 표면에 붓으로 2회 도포하였다. 4군(SC)은 상아질 접착제 구성

성분 중 adhesive를 붓으로 2회 도포하고 10초 동안 광조사하였다. 5군(VL)은 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액을 붓으로 얇게 2회 도포하였고, 6군(VM)은 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 분말과 액을 15초동안 혼합한 후 붓으로 2회 도포하였으며 이 때 광조사는 시행하지 않았다.

4군은 도포후 즉시 아말감을 충전하였으나, 1군, 2군, 3군, 그리고 5군과 6군은 도포후 60초가 경과하였을 때 아말감을 충전하여 글라스아이오노머 시멘트와 결합시켰다.

2) 전단 결합 강도 측정

아말감을 충전하여 제작이 완료된 시편은 30분 경과후 37렘수조에 24시간 침지시킨 후 전단 결합강도를 측정하였다. 전단 결합강도 측정용 고정장치에 레진 블럭을 고정하여 하중이 정확히 레진 블럭내의 글라스아이오노머 시멘트와 아말감 사이에 전단력이 가해지도록 한 후 만능시험기(Instron, 1122)에서 1 mm/min의 속도로 하중을 가하고, 기록기에서 하중이 급격히 감소할 때의 하중을 분리하중으로 하였으며, 이 수치를 단위 면적당 (kgf/cm²)으로 환산하여 시편의 전단 결합강도로 측정하였다.

3) 파절양상 관찰

전단 결합강도 측정이 끝난 후 각 실험군중 가

통계 처리 결과 광중합형 글라스아이오노머 시멘트 상방에 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 미경화 혼합물을 이장한 군인 VM 군이 유의하게 높은 결합강도를 보였으며, 다음으로는 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트 상방에 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액을 도포한 군이 높은 전단 결합강도를 나타내었다(Fig. 2).

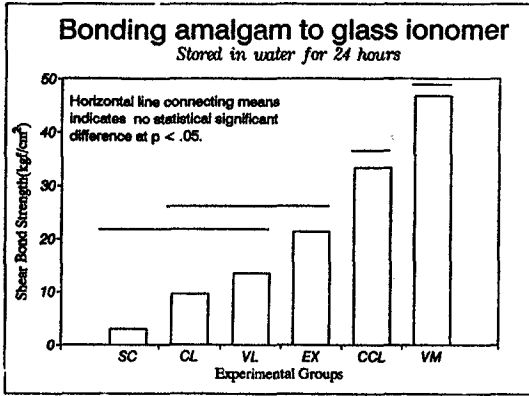


Fig. 2. Statistical analysis of the data of all groups

2. 주사 전자현미경 관찰

화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 표면에 동일한 시멘트의 액을 도포하고 아말감을 결합시킨 뒤(1 군, CCL), 전단 결합강도 측정에 의하여 분리된 두 재료의 파단면에 있어서 글라스아이오노머 시멘트의 파단면(Fig. 3 참조)은 시멘트 표층의 파절을 보였으며 아말감의 파단면(Fig. 4 참조)은 결합강도 측정시 파절된 시멘트의 미세한 요철이 부분적으로 합입되어 있었다. 많은 파립양상의 돌출부들은 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액 성분이 경화되어 덮여 있는 아말감의 입자이다.

광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 표면에 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액을 도포하고 아말감과 결합시킨 뒤(2 군, CL), 분리시켰을 때의 시멘트 쪽 파단면(Fig. 5 참조)은, 결합강도 측정시 응력에 의해 변형되거나 찢어진

양상을 보였고, 아말감쪽 파단면(Fig. 6 참조)은 아말감의 표면에 부착되어 있는 도포재가 보였다.

광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 표면에 레진 시멘트를 이장하고 아말감을 결합시킨 경우(3 군, EX)의 파단면중 글라스아이오노머 시멘트쪽의 관찰(Fig. 7 참조)에서 광중합형 글라스아이오노머 시멘트와 레진 시멘트간의 분리는 나타나지 않았고, 아말감의 충전에 의해 형성된 압흔이 보였다. 아말감쪽 파단면(Fig. 8 참조)에서는 비교적 깨끗한 분리면을 보이고 있으며, Fig. 7과 유사한 요철 양상을 보이고 있다.

광중합형 글라스아이오노머 시멘트 표면에 상아질 접착제를 도포시킨 경우(4 군, SC), 시멘트 쪽 파단면(Fig. 9 참조)에서 결합되었던 부분이 부분적으로만 관찰되었고, 나머지 부분은 평활면의 레진층이 덮혀 있었다. 아말감쪽 파단면(Fig. 10 참조)은 비교적 결합이 이루어졌을 것으로 생각되는 부분의 아말감을 관찰한 것이다.

광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 표면에 그 액을 도포한 경우(5 군, VL), 시멘트쪽의 관찰(Fig. 11 참조)에서는 Fig. 5의 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액만 도포한 경우와 같이 도포재질이 분리하중에 의해 변형되면서 균열된 양상을 보이고 있다. 아말감쪽 관찰(Fig. 12 참조)에서는 아말감의 요철부 사이에 도포재질이 합입되어 부드러운 질감을 나타내고 있었다.

본 연구에서 가장 높은 결합 강도를 보인 실험군(6 군, VM)의 시멘트쪽 파단면(Fig. 13 참조)을 보면 이장한 광중합형 글라스아이오노머 시멘트 혼합물이 잘 경화되어 있고, 결합강도 측정시 바로 이 층에서 파절이 일어난 소견을 보이고 있으며, 아말감쪽의 관찰(Fig. 14 참조)은 많은 미세 요철이 합입되어 있고, 파절된 이장층이 넓게 아말감 속으로 합입되어 있는 소견을 보이고 있었다.

IV. 총괄 및 고안

본 연구에 사용된 Scotchbond는 최근 복합 수지 수복 과정에 많이 사용되는 치과용 접착제로서 Vitrebond와 친화성이 있으며²³⁾, 레진 시멘트

장 전형적인 파단 양상을 보이는 시편을 선택하여 글라스아이오노머 시멘트와 아말감의 파단면을 주사 전자 현미경으로 관찰하였다.

모든 시편은 금증착(IB-3, Elko Engineering, Co., Japan) 한 후 주사 전자 현미경(S-2300, Hitachi, LTD., Japan)에 의한 가속전압 20 kv 전자빔으로 시편의 표층을 관찰하여 도포재에 따른 글라스아이오노머 시멘트와 아말감의 파단 양상을 비교하였다.

III. 실험 결과

1. 전단 결합강도

글라스아이오노머 시멘트 표면에 수종의 재료를 도포한 뒤 아말감을 충전하여 24시간 후의 전단 결합강도를 측정하여 Table 3의 결과를 얻었다.

화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액을 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트에 도포한 뒤 아말감을 결합시켰을 때는 33.2 kgf/cm²의 결합강도를 보였으나, 광중합형 글라스아이오노머 시멘트에 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액을 도포하고 아말감을 결합시켰을 때는 9.6 kgf/cm²의 현저히 낮은 결합강도를 나타냈다.

광중합형 글라스아이오노머 시멘트에 레진 시멘트를 이장한 뒤 아말감을 결합시켰을 때의 결합강도는 21.2 kgf/cm²이었으며, 상아질 접촉재 도포는 3.0 kgf/cm²의 결합강도를 나타냈다.

광중합형 글라스아이오노머 시멘트에 역시 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액만 도포한 경우 13.5 kgf/cm²의 결합 강도를 보인 반면 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 미경화 혼합물을 이장한 경우에는 46.7 kgf/cm²의 결합 강도를 보였다(Fig. 1).

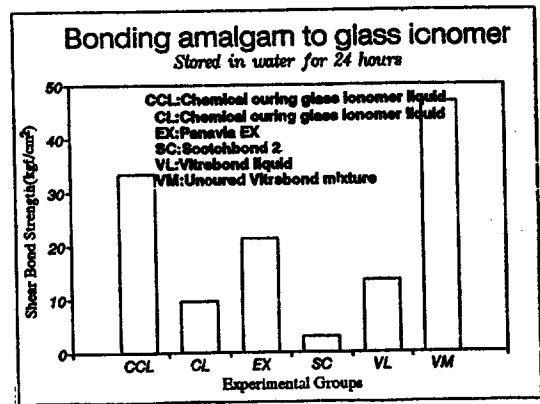


Fig. 1. Comparison of shear bond strength of amalgam to glass ionomer cements treated with 5 kinds of intermediaries

Table 3. Shear bond strength measured in all groups

Experimental groups			Shear bond strength (Mean ± S. D.)
Code	Intermediary	Glass ionomer	
CCL	CGI* liquid	Chemical curing	33.2 ± 7.4
CL	CGI* liquid	Light curing	
EX	Resin cement	Light curing	
SC	DBA**	Light curing	
VL	LGI*** liquid	Light curing	
VM	LGI*** mixture	Light curing	

Groups joined by vertical lines in the same plane are not statistically different at $p > .05$. Unit was kgf/cm² and S.D. means standard deviation.

* : Chemical curing glass ionomer

** : Dentin bonding agent

*** : Light curing glass ionomer

인 Panavia는 아말감 충전시 접착을 유도하기 위한 연구에 사용된 anaerobic curing resin cement로, 아말감이 충전되기 전에 미리 경화되지 않는 장점을 가지고 있다²⁰⁾.

글라스아이오노머 시멘트는 1972년 Wilson과 Kent에 의해 개발된 것으로³⁸⁾, silicate cement와 poly carboxylate cement의 장점만을 갖는 수복재이다³⁹⁾. 글라스아이오노머 시멘트는 fluoride flux로 된 미세한 calcium aluminosilicate glass 분말과 acrylic acid의 homopolymer와 copolymer의 수성 용액으로 이루어졌으며³⁹⁾ 광중합형 글라스아이오노머인 Vitrebond는 최근에 개발되어 복합 수지, 아말감, 금속 및 도재등을 사용한 수복물 하방의 이장재로 사용되고 있다.

Vitrebond의 분말 성분은 방사선 불투과성이고, 광선에 민감하며, 이온이 유리되는 fluoro-aluminosilicate glass powder이며, 액 성분은 광중합될 수 있는 polymer와 물, 2-hydroxyethylmethacrylate (HEMA), photosensitizer로 이루어져 있다⁴⁰⁾.

본 연구에서 가장 우수한 접착력을 보인 미경화 혼합물이 이장된 6군의 전단 결합강도는 Aboush와 Elderton²³⁾의 연구 결과와 유사하였고 이 결합강도는 광중합형 글라스아이오노머 시멘트와 상아질간의 결합강도와도 유사하여 임상적 의의를 가진다⁴¹⁾.

Vitrebond가 광선에 노출되지 않아도 경화됨²³⁾을 알 수 있었으며 임상에서 아말감 충전후 와동 벽을 통해 광조사를 하여 free radical polymerization을 돕는다면 응집강도가 신장되고 수분에 대한 저항이 커지는 효과를 얻을 수 있다³⁾.

경화된 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트에 그 액을 도포하고 아말감을 결합시킨 1군의 경우, Warren과 Söderholm²²⁾의 연구결과와 유사하였으며, 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 응집강도와도 유사하였다²²⁾. 액을 도포한 후 60초에서 120초 사이에 아말감을 충전해야 하며, 이유는 이 시간내 도포한 액이 gelation되어 mechanical adhesive 역할을 하기 때문이다²²⁾. 초기 경화된 글라스아이오노머 표면의 미반응 유리 이온이 poly acrylic acid (PAA) film과 화학

반응을 하여 낮은 분말과 액의 혼합비를 갖는 시멘트가 되기 때문이라는 연구결과가 있다^{22, 42)}. 강도는 분말과 액의 혼합비에 직접 연관되기 때문에^{43, 44)} 결합강도는 도포되는 PAA film 두께와 반비례함을 알 수 있다²²⁾. 본 연구의 주사 전자 현미경 관찰에서, 파단양상이 시멘트를 통과하는 응집성이었는데, 이는 시멘트에 대한 아말감의 결합강도가 시멘트의 응집 강도보다 강한 때문으로 보이며⁴⁵⁾, 보다 낮은 결합을 위해서는 시멘트 자체의 물성이 중요하다고 사료된다.

Panavia의 주조제 (cast metal surface)에 대한 접착 기전은 기계적 결합 뿐 아니라 주로 hydrogen bonding에 의한 화학적 상호 작용에 의한 것¹⁹⁾이나, 본 연구의 주사 전자 현미경 관찰에서 Panavia와 아말감 간의 결합의 흔적이 없었다. Panavia와 글라스아이오노머 시멘트와의 결합은 충분한 것으로 사료된다.

Scotchbond를 아말감 충전에 Copalite와 같은 용도로 사용한 연구에서, Scotchbond는 아말감의 미세누출을 방지하는 효과가 거의 없었고⁴⁶⁾, 완전히 경화된 아말감 표면에 도포하여 결합 여부를 알아본 연구에서는, 단지 joint부의 weak link를 확인하였을 뿐이었다⁴⁵⁾. 본 연구에서는 Aboush와 Elderton²³⁾의 연구결과보다 더 미약한 결합강도를 보였다. 이는 Aboush와 Elderton²³⁾은 dual cure용 상아질 접착제를 사용하였으나 본 연구에서는 광중합형을 사용하여 아말감 충전후 잔여 경화가 없었던 때문으로 사료된다.

Vitrebond의 액을 도포한 5군에서 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트에 그 액을 도포한 1군의 결과에 미치지 못하였는데, 이는 두개 군에 사용된 각각의 재료의 화학 구성분이 다르고 특성 또한 다르며, 1군의 경우, 액을 도포한 60초만에 gelation이 일어나고 이것이 아말감과 기계적 결합을 하여²²⁾ 훨씬 높은 결합강도를 가진 것으로 보인다. 5군의 주사 전자 현미경 소견에서 관찰된 도포제의 균열이 낮은 결합강도의 원인으로 사료된다.

화학중합형 글라스아이오노머의 액을 광중합형 글라스아이오노머 시멘트에 도포한 경우(2군)의 결과는 광중합형 글라스아이오노머의 액을 도포한 경우와 마찬가지로 주사 전자 현미경

상에서 도포층이 경화되지 못하고 찢어진 양상을 보이며 낮은 결합강도를 보였다.

Mclean과 Wilson⁴⁷⁾이 발표한 glass-ionomer / composite laminate technic 이후, 초기 경화된 글라스아이오노머 시멘트가 37% phosphoric acid로 표면 처리된 후 복합수지의 bonding agent와 결합 되는 것이 발견⁴⁸⁾되면서 복합 수지를 산부식된 글라스아이오노머를 통하여 상아질에 결합시키는 임상 술식이 가능해졌고⁴⁹⁾, Fayyad와 Shortall⁵⁰⁾이 5급 와동에서 구치부 복합 수지 수복물 하방에 글라스아이오노머 시멘트를 이장하여 치경부의 변연누출이 감소됨을 밝힌 후 복합수지와와의 사용에 많은 발전이 있었다.

또한 글라스아이오노머 시멘트는 이미 경화된 아말감에 접착하는 능력이 있는데³⁶⁾, 이는 글라스아이오노머 시멘트가 혼합된 후 초기 경화 반응 단계에서 주석과 은 같은 base metal에 결합될 수 있기 때문이며^{51,52)}, 이 결합은 주로 polyacrylic acid의 많은 carboxyl end group의 금속 양이온에 대한 친화성 때문이다²²⁾. 실제 임상에서, 수복물을 유지하기 위한 아말감 core가 손상되었거나 불완전한 경우의 보충, 아말감 수복물 인접한 곳의 장기적 임시 수복, 아말감 수복된 치아의 부러진 교두 수복시 단독수복 또는 복합수지와 아말감 사이 매개역할, ditched 아말감의 복구 그리고 아말감 인접 부위 열구 전색등으로 쓰이고 있다⁴⁵⁾. 이와 같이 글라스아이오노머 시멘트의 임상 용도는 복합수지와 아말감과 조화를 이루면서 다양해졌으나, 와동내 이장을 하고 아말감을 축조하는 기본적인 우식 치료에 대한 사용은, 이미 경화된 글라스 아이오노머 이장재에 아직 경화되지 않은 아말감 혼합물을 충전하므로 재료의 경화 순서가 바뀐 까닭에²²⁾, 서로 접착하지 못하면서⁵³⁾, 아말감 수복물의 단점을 개선시키지 못한다.

따라서 본 연구에서 가장 우수한 결합력을 보인, 경화된 광중합형 글라스 아이오노머시멘트에 미경화 시멘트 혼합물을 이장하고 아말감을 충전한 경우의 결합이, 임상적으로 아말감 수복물의 유지력에 도움이 된다면 기존의 한계들을 극복할 수 있으리라 본다.

그러므로 보다 보존적인 와동 형태를 구할 수

있는데²³⁾, 특히 수복물이 대체될 때마다 와동은 커지며¹⁰⁾ 그 결과 치아는 약해진다고 할 수 있다. 따라서 매 번 가능한 한 와동 크기를 작게 해야 함⁹⁾이 중요하다고 본다.

다음으로 글라스아이오노머 시멘트가 와동 와연에서 구강내 노출되는 것을 의미하는 것은 아니나 와동벽과 와동저에서 아말감의 접착은 물론 미세 누출까지 감소시킬 수 있음을 알 수 있었다.

Aboush와 Elderton⁴⁵⁾의 경화된 치과용 아말감에 대한 Vitrebond의 결합에 관한 연구에서, 완전히 경화된 아말감에 대한 Vitrebond의 결합력이 본 연구의 결합 방식에 의한 결합력보다 강한 것을 볼 때, Vitrebond와 아말감사이 결합력이 아말감의 완전한 경화 여부와도 관련이 있을 것으로 생각되며 이에 대한 연구가 필요하리라 본다.

V. 결 론

경화된 글라스아이오노머 시멘트에 글라스아이오노머 시멘트의 미경화 혼합물 또는 액, 레진 시멘트 및 상아질 접착제등을 도포하고 아말감을 충전하여 경화시킨 후 그 전단 결합강도를 측정하고 파단면은 주사 전자 현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 경화된 광중합형 글라스아이오노머 시멘트에 동일한 미경화 혼합물을 이장하고 아말감을 충전한 경우 가장 높은 전단 결합강도(46.7 kgf/cm², p<0.05)를 나타냈고, Scotchbond (광중합형 상아질 접착제)를 도포한 경우 결합강도(3.0 kgf/cm², p<0.05)가 가장 낮았다.
2. Panavia를 이장한 경우의 결합강도(21.2 kgf/cm²)는 광중합형 글라스아이오노머의 미경화 혼합물을 이장한 경우의 결합강도보다 낮았다.
3. 동일한 시멘트액을 도포한 경우, 화학중합형 시멘트의 결합강도(33.2 kgf/cm²)가 광중합형 시멘트의 결합강도(9.6 kgf/cm²)보다 높았다.

4. 경화된 광중합형 글라스아이오노머 시멘트에 동일한 액을 도포하고 아말감을 충전한 경우의 파단면 관찰에서는 균열된 피막이 관찰되었다.

REFERENCE

1. Craig R.G. : Restorative Dental Materials. St Louis, C. V. Mosby Co., 1985.
2. Staninec M. : Retention of amalgam restoration : undercuts versus bonding. *Quint Int*, 20 : 347-351, 1989.
3. Lacy A.M. and Staninec M.A. : The bonded amalgam restoration. *Quint Int*, 20 : 521-524, 1989.
4. Phillips R.W. : Glass ionomers : boosting amalgam, s value, *J Am Dent Assoc*, 122 : 159-160, 1991.
5. Going R.E. : Reducing marginal leakage : a review of materials and techniques. *J Am Dent Assoc*, 99 : 646-651, 1979.
6. Eakle W.S., Maxwell E.H., and Braly B.V. : Fractures of posterior teeth in adults. *J Am Dent Assoc*, 112 : 215-218, 1986.
7. Elderton R.J. : Cavo-surface angles, amalgam margin angles and occlusal cavity preparations. *Br Dent J*, 156 : 319-324, 1984.
8. Elderton R.J. : Longitudinal study of dental treatment in the General Dental Service in Scotland. *Br Dent J*, 155 : 91-96, 1983.
9. Elderton R.J., Jenkins C.B.G., Marshall K.J., Hooper S.M., Foster L.V., Hooper G.R., and Roberts K. : Changing perceptions of the requirements of cavity preparations. *Br Dent J*, 168 : 30-32, 1990.
10. Elderton R.J. : The quality of amalgam restorations. London, London Hospital Medical College, 1977.
11. Silverstone L.M. : Remineralisation and enamel caries : new concepts. *Dent Update*, 10 : 261-273, 1983.
12. Elderton R.J. : Scope for change in clinical practice. *J Roy Soc Med*, 78 : 27-32, 1985.
13. Elderton R.J. : Implications of recent dental health services research on the future of operative dentistry. *J Publ Health Dent*, 45 : 101-105, 1985.
14. Mendel I.D. : Changing patterns of dental caries. *Quint Int*, 16 : 81-87, 1985.
15. Perera S.L. : Teaching cavity preparation to trainee school dental therapists. Bristol, Clinical Press, 1990.
16. Andrews J.T. and Hembree J.H. : Marginal leakage of amalgam alloys with high content of copper : a laboratory study. *Oper Dent*, 5 : 7-10, 1980.
17. Phillips R.W. : Skinner's science of dental materials, 7th ed. Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1973.
18. Baum L., Phillips R.W., and Lund M.R. : Textbook of operative dentistry, 2nd ed. Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1985.
19. Staninec M. and Holt M. : Bonding of amalgam to tooth structure : tensile adhesion and microleakage tests. *J Prosthet Dent*, 59 : 397-402, 1988.
20. Simizu A., Ui T., and Kawakami M. : Microleakage of amalgam restoration with adhesive resin cement lining, glass ionomer cement base and fluoride treatment. *Dent Mater*, 6 : 64-69, 1987.
21. Fayyad M.A. and Ball P.C. : Cavity sealing ability of lathe-cut, blend, and spherical amalgam alloys : a laboratory study. *Oper Dent*, 9 : 86-93, 1984.
22. Warren J.A. and Söderholm K.-J.M. : Bonding amalgam to glass ionomer with PAA. *Dent Mater*, 4 : 191-196, 1988.
23. Aboush Y.E.Y. and Elderton R.J. : Bonding dental amalgam to a light-curing glass ionomer liner/base. *Br Dent J*, 170 : 219-222, 1991.
24. McLean J.W. : Glass ionomer cements. *Br Dent J*, 164 : 293-300, 1988.
25. Farah J.W., Clark A.E., Mohsein M., and Thomas P.A. : Effect of cement base thickness on MOD amalgam restorations. *J Dent Res*, 62 : 109-111, 1983.
26. Watts D.C. and Smith R. : Thermal diffusivity in finite cylindrical specimens of dental cements. *J Dent Res*, 60 : 1972-1976, 1981.
27. McCourt J.W., Cooley R.L., and Huddleston A.M. : Fluoride release from fluoride-containing liners/bases. *Quint Int*, 21 : 41-45, 1990.
28. Barakat M.M., Powers J.M., and Yamaguchi R. : Parameters that effect in vitro bonding of

- glass ionomer liners to dentin. *J Dent Res*, 67 : 1161-1163, 1988.
29. Woolford M. J. : The surface pH of glass ionomer cavity lining agents. *J Dent*, 295-300, 1989.
 30. Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. reported sensitivity to glass ionomer luting cements. *J Am Dent Assoc*, 109 : 476, 1984.
 31. Smith D.C. and Ruse N.D. : Acidity of glass ionomer cements during setting and its relation to pulp sensitivity. *J Am Dent Assoc*, 112 : 654-657, 1986.
 32. Smith D.C. : Composition and characteristics of glass ionomer cements. *J Am Dent Assoc*, 120 : 20-22, 1990.
 33. Wilson A.D. and McLean J.W. : Glass-ionomer Cement. Chicago, Quintessence Publishing CO., 1988.
 34. Simizu A., Ui T., and Kawakami M. : Bond strength between amalgam and tooth hard tissues with application of fluoride, glass ionomer cement and adhesive resin cement in various combination. *Dent Mater*, 5 : 225-232, 1986.
 35. Varga J., Matsumura H., and Masuhara E. : Bonding of amalgam filling to tooth cavity with adhesive resin. *Dent Mater*, 5 : 158-164, 1986.
 36. Aboush Y. E. Y. and Jenkins C. B. G. : The bonding of glass-ionomer cements to dental amalgam. *Br Dent J*, 166 : 255-257, 1989.
 37. Aboush Y. E. Y. and Elderton R. J. : Bonding of dental amalgam to a light cure glass-ionomer liner /base. *J Dent Res*, 69 : 989, 1990.
 38. Wilson A.D. and Kent B.E. : A new translucent cement for dentistry. the glass ionomer cement. *Br Dent J*, 132 : 133-135, 1972.
 39. McLean J.W. and Wilson A.D. : The clinical development of the glass-ionomer cements. formulation and properties. *Aust Dent J*, 22 : 31-36, 1977.
 40. McCaghren R. A., Retief D.h., Bradley E.L., and Denys F.R. : Shear bond strength of light-cured glass ionomer to enamel and dentin. *J Dent Res*, 69(1) : 40-45, 1990
 41. Aboush Y. E. Y. and Jenkins C. B. G. : An evaluation of the bonding of glass ionomer restoratives to dentin and enamel. *Br Dent J*, 161 : 179-184, 1986.
 42. Warren J. A. and S derholm K. -J. M. : Short-term moisture conditions and the amalgam-PAA-glass ionomer bond. *Dent Mater*, 4 : 232-7, 1988.
 43. Prosser H. J., Powis D.R., and Wilson A.D. : Glass ionomer cements of improved flexural strength. *J Dent Res*, 65 : 146-8, 1986.
 44. Crisp S., Lewis B.G., and Wilson A.D. : Characterization of glass-ionomer cements. Effect of powder : liquid ratio on the physical properties. *J Dent*, 4 : 287-290, 1976.
 45. Aboush Y. E. Y. and Elderton R. J. : Bonding of a light-curing glass ionomer cement to dental amalgam. *Dent Mater*, 7 : 130-132, 1991.
 46. Keadle D.M., Dickinson G.L., and McCutcheon W.R. : Effect of a dentin bonding agent on microleakage of amalgam. *IADR*, 69 : #170, 1990.
 47. Mclean J.W. and Wilson A.D. : The clinical development of glass-ionomer cement. some clinical applications. *Aust Dent J*, 22 : 120-127, 1977.
 48. Sneed W.D. and Looper S.W. : Shear bond strength of a composite resin to an etched glass ionomer. *Dent Mater*, 1 : 127-8, 1985.
 49. McLean J.W., Powis D.R., Prosser H.J., and Wilson A.D. : The use of glass ionomer cements in bonding composite resins to dentin. *Br Dent J*, 158 : 410- 414, 1985.
 50. Fayyad M. A. and Shortall A. C. C. : Microleakage of dentin-bonded posterior composite restorations. *J Dent*, 15 : 67-72, 1987.
 51. Hotz P., McLean J.W., Sced I., and Wilson A. D. : The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Br Dent J*, 142 : 41-47, 1977.
 52. Negm M.M., Beech D.R., and Grant A.A. : An evaluation of mechanical and adhesive properties of poly carboxylate and glass ionomer cements. *J Oral Rehabil*, 9 : 161-167, 1982.
 53. Pashley D.H. : Smear layer : physiological considerations. *Oper Dent*, 3 : 13-29, 1984 (Suppl).

- ABSTRACT -

A STUDY ON BONDING STRENGTH OF DENTAL AMALGAM TO GLASS IONOMER CEMENT FOLLOWING SURFACE TREATMENT

Young-Joo Shin, D. M. D., Ho-Young Choi, D. D. S., Ph. D.

Department of Conservative Dentistry, Division of Dentistry, Graduate School, Kyung Hee Univ.

The purpose of this study was to assess the 24-hour shear bond strength of amalgam to glass ionomer cement, using five different intermediaries.

The intermediaries used in this study were Scotchbond 2 (light curing dentin adhesive), Panavia (resin cement), liquid of glass ionomer cement (chemical curing & light curing), and uncured mixture of light curing glass ionomer cement.

This study was operated with 48 specimens divided into 6 groups.

The experimental groups are as follows :

- Group 1 : Bonded Amalgam to chemical curing glass ionomer cement with liquid of chemical curing glass ionomer.
- Group 2 : Bonded Amalgam to light curing glass ionomer cement with liquid of chemical curing glass ionomer.
- Group 3 : Bonded Amalgam to light curing glass ionomer cement with resin cement.
- Group 4 : Bonded Amalgam to light curing glass ionomer cement with light curing dentin adhesive.
- Group 5 : Bonded Amalgam to light curing glass ionomer cement with liquid of light curing glass ionomer.
- Group 6 : Bonded Amalgam to light curing glass ionomer cement with uncured mixture of light curing glass ionomer cement.

30 minutes after amalgam condensation, all specimens were stored for 24 hours in water at 37°C and tested with Instron (1122).

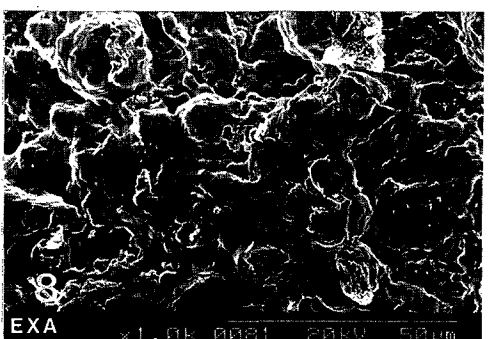
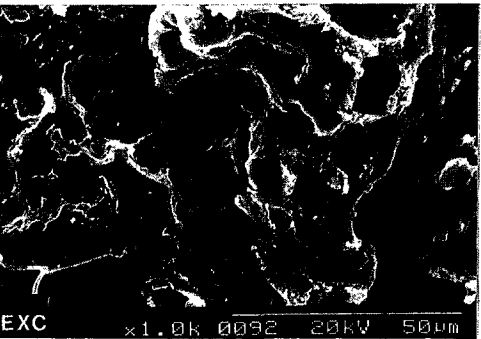
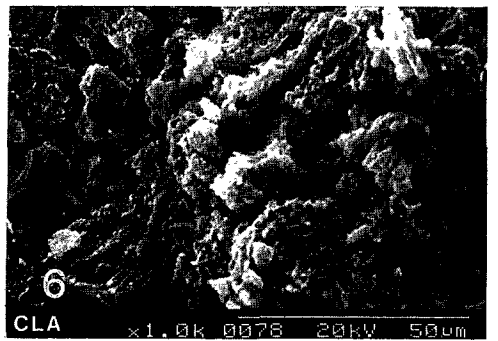
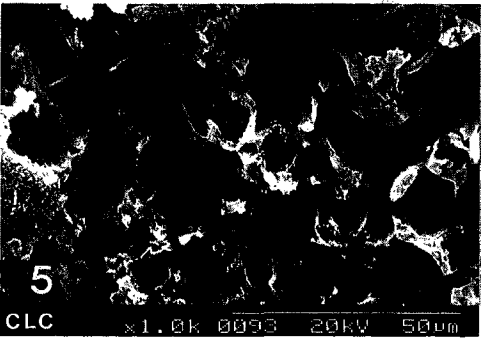
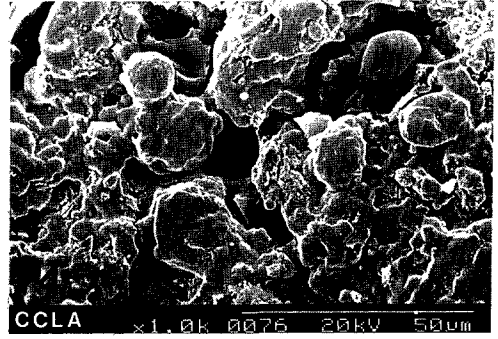
The following results obtained :

1. The shear bond strength of group 6 was higher than those of the other groups (46.7 kgf/cm², p < 0.05).
2. The shear bond strength of resin cement intermediary group was lower than that of the group using uncured mixture of light curing glass ionomer cement.
3. The results of group 1 and group 2 were different, even though the intermediaries used were same.
4. Intermediary of Group 5 did not show complete set in Scanning Electromicroscopic examination.
5. Light-curing dentin adhesive did not show any bonding ability to amalgam.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 3.** (CCLC) Detached surface of chemical curing glass ionomer cement treated with liquid of chemical curing glass ionomer cement
- Fig. 4.** (CCLA) Detached surface of amalgam bonded with liquid of chemical curing glass ionomer cement
- Fig. 5.** (CLC) Detached surface of light curing glass ionomer cement treated with liquid of chemical curing glass ionomer cement
- Fig. 6.** (CLA) Detached surface of amalgam bonded with liquid of chemical curing glass ionomer cement
- Fig. 7.** (EXC) Detached surface of light curing glass ionomer cement treated with resin cement
- Fig. 8.** (EXA) Detached surface of amalgam bonded with resin cement
- Fig. 9.** (SCC) Detached surface of light curing glass ionomer cement treated with light curing dentin bonding agent
- Fig. 10.** (SCA) Detached surface of amalgam bonded with light curing dentin bonding agent
- Fig. 11.** (VLC) Detached surface of light curing glass ionomer cement treated with liquid of light curing glass ionomer cement
- Fig. 12.** (VLA) Detached surface of amalgam bonded with liquid of light curing glass ionomer cement
- Fig. 13.** (VMC) Detached surface of light curing glass ionomer cement mediated with uncured light curing glass ionomer mixture
- Fig. 14.** (VMA) Detached surface of amalgam bonded with uncured light curing glass ionomer mixture

논문 사진부도 ①



논문 사진부도 ②

