

상아질 접착제를 사용한 광중합 복합레진과 Glass Ionomer Cement의 전단 결합력에 관한 연구

연세대학교 치과대학 소아치과학교실

권병렬 · 이제호 · 최형준 · 이종갑

Abstract

AN EXPERIMENTAL STUDY FOR SHEAR BOND STRENGTH OF COMPOSITE RESIN USING SEVERAL DENTIN BONDING AGENTS AND LIGHT CURED GLASS IONOMER CEMENT

Byung Ryul Kwon, D. D. S., Jae-Ho Lee, D. D. S., M. S. D.,
Hyung-Jun Choi, D. D. S., M. S. D., Jong Gap Lee, D. D. S., M. S., Ph. D.
Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

The purpose of this study was to compare shear bond strength of composite resin using several dentin bonding agents and light cured glass ionomer cement(Fuji II LC).

40 Bovine primary anterior teeth were used for this experiment. Labial surface of teeth were flattened. It were divided into four groups. Each group was composed of 10 teeth. The material used for this experiment were Scotchbond Multipurpose-Z-100, Allbond 2-Aelitefil, Gluma-Pekalux, light cured glass ionomer cement(Fuji II LC).

Each of the materials was applied to the exposed surfaces of 10 teeth by insertion into a cylindrical shaped matrix which is 3mm diameter and 3mm in height.

The completed specimens were stored at 37°C under 100% humidity for 24 hours : the shear bond strength of each material to dentin surface were measured with INSTRON universal testing machine.

The results were as follows :

1. Shear bond strength to dentin surface increased in order of light cured glass ionomer cement(Fuji II LC), Gluma, Allbond 2, Scotchbond Multipurpose.
2. Between shear bond strength of light cured glass ionomer cement(Fuji II LC) and Allbond 2, there was statistical significace($p < 0.05$)
3. Between shear bond strength of light cured glass ionomer cement(Fuji II LC) and Scotchbond Multipurpose, between shear bond strength of Gluma and Scotchbond Multipurpose,

there was statistical significance. ($p < 0.01$)

The shear bond strength of dentin bonding agents were higher than light cured glass ionomer cement. The reason is that materials and quality of dentin bonding agent were enhanced. Further investigation is necessary to improve shear bond strength of light cured glass ionomer cement.

I. 서 론

치의학의 발달과 더불어 치과수복재로 발전된 복합레진은 전치부의 수복재 뿐 아니라 구치부에도 사용되는 충전재가 되었다. 그러나 복합레진은 경도 및 강도가 낮고 용해율과 수분 흡수성이 크며 경화시 중합수축으로 인하여 수복물의 완전한 변연밀폐가 어렵고 열팽창계수가 치질과 다르기 때문에 구강내 온도변화에 의해 변연누출이 생기고 쉽게 결합력이 감소하게 된다.^{1, 4, 8, 20, 33)} 이런 결합력의 감소는 수복재의 파괴와 용해를 촉진하여 치아의 변색 및 지각과민증상, 이차우식증 그리고 치수병변을 야기하게 된다.^{10, 22)}

따라서 이 결합력을 증가시키기 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다. 1955년 Buonocore¹³⁾가 치아의 법랑질과 복합레진의 결합력을 증가시키기 위해 법랑질 산부식법을 소개하였으며 1962년 Sonebara¹²⁾는 65% 인산액으로 와동변연의 산부식법의 효과를 연구 보고하였다. 법랑질은 96% 수산화 인회석, 4% collagen과 물로 이루어져 있으며 인산을 사용한 산부식법으로 만족할 만한 결합구조를 얻을 수 있게 되었다.⁵⁰⁾ 상아질에서도 복합레진과의 결합력 증진을 위해 산부식법이 이용되었으나 산부식의 치수자극에 대한 논란이 많았다.^{22, 47)} 최근에 Stanley³¹⁾는 치수의 위해작용이 사용되는 산에 의해서 보다는 구강액의 침투나 세균독소에 의한 것이었다고 발표 하였다. 상아질은 상당량의 수분과 유기물을 함유하고 있어 상아질과 복합레진 간의 화학적 결합을 얻기 힘들고 상아질에서 법랑질의 산탈회시에 사용되는 높은 농도의 강산을 사용하면 상아세관 주위구조의

소실로 상아세관이 확대되고 결합력을 얻는데 유용한 교원질섬유의 변성이 일어나게 된다고 하였다.⁹⁾

노출된 상아질 병소의 수복에 있어 직접 상아질에 사용되는 상아질 접착제에 대한 연구로, 1982년 Bowen^{10, 11, 40)}은 ferric oxalate, NTG-GMA 및 PMDM방식의 상아질 접착제를 개발하였고 Munksgaard, Asmussen^{3, 32, 40)}은 HEMA와 Glutaraldehyde 혼합물 상아질 접착제에 대해, Nakabayashi⁴¹⁾ 등은 resin과 dentin의 interdiffused zone을 형성하는 hybrid layer에 대해 연구하였고 Kanca^{30, 31)}는 약간의 수분이 있는 상아질에 Allbond를 사용시에 더 높은 결합력을 얻을 수 있다는 wet bonding에 대한 연구를 하였다.

복합레진 이외에 심미적인 수복재 및 이장재로 개발된 것이 Wilson 과 Kent⁵⁷⁾에 의해 소개된 glass ionomer cement 이다. glass ionomer cement과 치질의 결합은 cement 성분중 carboxyl group과 치질의 hydroxyapatite calcium 간의 화학적인 결합으로 이루어 진다.^{38, 56)} 최근에는 자가중합형 glass ionomer cement 대신 광중합형 glass ionomer cement이 개발되었는데 이를 통해 경화반응을 빠르게 해서 초기강도와 경도를 증가시키고 수분오염에 대한 민감성을 감소시키게 되었다.^{16, 25, 27)}

이러한 연구가 진행되었지만 최근에 개발된 여러가지 상아질 접착제 및 광중합형 glass ionomer cement의 유치와의 결합력에 관한 연구는 거의 없었다.

이에 저자는 3세대 상아질 접착제로 분류된 Gluma, 최근에 개발된 Scotchbond Multipurpose, Allbond 2 를 광중합형 glass ionomer

cement과 비교하여 유치상아질과의 전단결합 강도를 비교 관찰하여 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

가) 실험재료

1) 실험치아

성별에 관계없이 연령이 2세 미만인 소에서 발거된 하악 유전치 40개를 선택하여 생리 식염수에 보관하였다가 본 실험에 사용하였다.

2) 실험재료

상아질 접착제로는 Gluma, Scotchbond Multipurpose, Allbond 2를 사용하였고 광중합복합레진은 각각 Pekalux, Z-100, Aelitefil을 제조회사의 지시대로 사용하였다. 광중합 glass ionomer cement는 Fuji II LC를 사용하였다.

조사광원은 XL 1000(3M)을 이용하였으며 전단 결합강도는 만능시험기(INSTRON 4302)로 측정하였다.

나) 실험방법

치아에 붙어있는 연조직을 기계적으로 제거하고 법랑백아 경계부에서 치근단쪽으로 약 2-3 mm 부위에서 치근을 잘라서 base segment에 용이하게 위치될수 있게 하였다. 소의 유전치 순면을 240grit SiC 연마지 상에서 연마기를 사용하여 연마하여 평평한 상아질이 노출되도록 하였다. 그후 시편을 지름이 25mm인 stainless steel mold의 중앙에 순면이 하부를 향하도록 양면테이프를 사용하여 고정시키고 자가중합레진을 사용하여 매몰하여 레진블럭을 제작하였다. 레진에 매몰된 치아시편을 연마기 상에서

240, 600 grit SiC연마지 상에서 주수하에 연마하여 치아의 상아질 면이 일정한 표면조도를 갖게 하였다. 이때 레진블럭의 옆면과 상아질 면이 수직되고 균일하게 연마될 수 있도록 하기 위하여 242gm의 하중이 시편에 가해지는 연마용 장치에 위치시켜 연마하였다. 연마후 시편을 흐르는 물로 씻은 후 증류수로 1분간 초음파 세척하였다.

10개의 치아시편을 1개의 군으로 하여 4개의 군으로 나누었다. 제1군은 상아질 접착제로 Gluma, 제2군은 Scotchbond Multipurpose, 제3군은 Allbond 2, 제4군은 광중합 glass ionomer cement를 사용하였다. 광중합 glass ionomer cement의 dentin conditioner는 GC dentin conditioner를 사용하였다.

이렇게 형성된 치아시편에 각각의 실험재료를 부착하였다. 실험재료는 지름 3mm, 높이 3 mm가 되도록 custom made device를 사용하여 치면에 부착하였다.

가) Gluma 군

형성된 상아질에 30초간 37% orthophosphoric acid gel을 사용하여 산부식을 시행하였고 물과 압축공기로 세척해냈다. cleaner를 면구에 묻혀 상아질에 도포한 후 세척하였고 primer를 도포하고 30초가 경과한 후 압축공기로 건조시켰다. sealer를 도포하였고 압축공기를 불어서 여분의 sealer를 제거한 후 20초간 광중합하였다. custom made device를 사용하여 Pekalux 복합레진을 충전하고 제조회사의 지시대로 30초간 광중합하였다.

나) Scotchbond Multipurpose 군

형성된 외동면에 15초 간 10% maleic acid를

Table 1. Used materials

material	batch number	manufacture
Scotchbond MP	19940316	3M U.S.A.
X-100	19941111	3M U.S.A.
Allbond 2	059142	Bisco U.S.A.
Aelitefil	039124	Bisco U.S.A.
Gluma	4090s	Bayer. Germany.
Pekalux	4133s	Bayer. Germany.
Fuji II LC	050741	G.C. Japan

사용하여 산부식을 시행하였고 물과 압축공기로 세척해냈다. 부식된 상아질에 primer를 도포하였고 압축공기로 건조시켰다. adhesive를 상아질에 도포하였고 10초간 광중합하였다. Z-100 복합레진을 제조회사의 지시대로 광중합하였다.

다) Allbond 2 군

상아질에 All Etch를 15초간 적용시킨 후 물과 압축공기로 세척하였다. 상아질면을 압축공기로 건조시킬 때 면이 약간 촉촉할 때까지 건조시켰고 Primer A와 Primer B를 혼합하여 상아질에 5회 도포하였고 압축공기로 건조시켰다. Adhesive resin을 상아질 표면에 도포하였고 20초간 광중합하였다. Aelitefil 복합레진을 충전하였고 제조회사의 지시대로 40초간 광중합하였다.

라) Fuji II LC 광중합형 glass ionomer cement 군

상아질에 dentin conditioner로 10초간 처리한 후 물로 세척하였고 압축공기로 건조시켰다. Fuji II LC를 제조회사의 지시대로 혼합하여 치아에 부착하고 20초간 광중합하였다.

완성된 40개의 시편은 24시간동안 37 °C 100 % 상대습도에서 보관하였다가 만능 시험기를 이용하여 cross head speed 0.5mm/min으로 전단 결합강도를 측정하였다.

III. 실험성적

상아질에 대한 4개의 충전재료의 전단 결합강도를 측정하여 Table 3과 같은 결과를 얻었다.

상아질에서 충전재료의 결합강도는 Scotchbond Multipurpose, Allbond 2, Gluma, Fuji II LC 광중합형 glass ionomer cement 순으로 높았다.

각각의 재료에 대한 상아질에서의 결합강도의 비교는 Duncan Multiple Range Test를 사용하였으며 table 4와 같은 결과를 얻었다.

Fuji II LC 광중합형 glass ionomer cement과 Scotchbond Multipurpose의 전단 결합강도 사이, Gluma와 Scotchbond Multipurpose의 전단 결합강도 사이에 통계학적 유의차가 있었다. ($P < 0.01$)

Table 2. Clinical procedures for 4 materials

	Fuji II LC	Gluma	Allbond 2	SBMP
1	15s conditioning	30s EDTA	15s etching	15s etching
2	washing	washing	washing	washing
3	drying	drying	blot drying	drying
4	30s mixing	priming	primer A & B	priming
5	curing	sealer	adhesive	adhesive
6		curing	curing	curing
7		Pekalux	Aelitefil	Z-100
		curing	curing	curing

Table 3. Shear bond strength of 4 materials to dentin

Material	(unit Kg/cm ²)			
	SBMP	Allbond 2	Gluma	Fuji II LC
Number	10	10	10	10
mean	148.63	107.03	62.52	47.43
Std. dev	81.58	44.07	33.15	24.93
Std. err	25.79	13.93	10.48	7.88

(SBMP=Scotchbond Multipurpose)

Table 4. Comparison of shear bond strength among 4 materials to dentin

(Duncan Multiple Range test)				
	Fuji II LC	Gluma	Allbond 2	SBMP
	47.43	62.52	107.03	148.63
Fuji II LC		15.09-	59.60*	101.2**
Gluma			44.51-	86.11**
Allbond 2				41.6-

(SBMP=Scotchbond Multipurpose)

-No significant ; *Significant at $p < 0.05$; **Significant at $p < 0.01$

Fuji II LC 광중합형 glass ionomer cement과 Allbond 2의 전단 결합강도 사이에 통계학적 유의차가 있었다. ($P < 0.05$)

IV. 총괄 및 고찰

치아의 심미성을 향상시키기 위한 재료의 발달 및 기술적인 접근이 치의학 분야에서 끊임없이 이루어져 왔다. 1940년대 polymethyl methacrylate가 소개되었는데 이 재료는 자연 치와 색상에 있어 조화가 잘되고 다루기 쉽고 매끄럽게 표면을 마무리할 수 있어 심미적인 충전재로 많이 사용되었다. 그러나 중합시의 수축이 크고 열팽창계수가 자연치와 상당한 차이가 있으며 그로 인해 변연의 미세누출이 생기게 되어 치수 자극이 일어나는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 1962년 Bowen⁵⁰은 BIS-GMA macrofilled 복합레진을 개발하여 중합수축을 줄이고 열팽창계수도 치아와 유사하게 되었다.

레진을 치아에 사용시 치아와의 접착력을 증가시키려는 많은 연구들이 있었다. 1955년 Buonocore¹³가 법랑질에 85% 인산을 사용하여 산부식법을 소개하였는데 이는 10 μ 깊이로 법랑질을 부식시켜 잔존법랑질에서 법랑질 rod의 끝부분을 선택적으로 녹여내게 되면 다공성 표면이 만들어 지고 이 다공성 표면은 술한 미세통로로 이루어져 있어 이 미세통로로 레진이 흘러 들어가 강력한 미세기계적 결합력을 나타내게 된다. 즉 산으로 부식된 법랑질은 2000배 이상 표면적이 증가되어 법랑질과 레진 사이에 결합력을 증가시켜 준다. 오늘날 일부

재료는 부식된 법랑질과의 접착강도를 법랑질 자체의 응집력과 비슷한 230kg/cm²까지 증가시켰다고 보고되었다.^{6,50}

상아질에서의 접착은 여러가지 면에서 법랑질과 다르다. 상아질이 65%의 수산화 인회석, 20%의 교원질, 15%의 물로 이루어 진데 반해 법랑질은 96%의 수산화 인회석, 4%의 물로 이루어져 있다.^{45,49} 상아질은 치수로 부터 비롯된 상아세관에 의해 치수와의 사이에 침투성을 갖게 되며 치수의 조상아세포의 돌기가 상아세관으로 연장되어 있다. 간세포액이 각각의 상아세관을 채우고 있으며 상아질을 삭제시에 삭제된 상아질 표면으로 이동하게 된다. 이러한 표면의 친수성 외에도 상아세관의 분포가 다양성을 띄고 있다. 즉 치수쪽의 상아세관의 직경은 3-4 μ m이고 법랑질에 가까워짐에 따라 1 μ m으로 좁아지게 되며 외부의 상아질에 비해 치수쪽의 상아질에서 단위 면적당 더 많은 상아세관을 볼수있다. 이러한 구조적 다양성 때문에 임상적으로 상아질의 심도에 따른 결합력의 차이를 고려해야만 한다.^{6,21,39}

상아질과의 결합력을 증가시키기 위해 많은 상아질 접착제가 개발되었다.^{5,11,17,23,26,49,52,53} 이를 분류해 보면, 1세대 상아질 접착제는 Fusayama²²에 의해 처음 소개되었는데 glycerophosphoric acid, dimethacrylate, NPG-GMA 반응물로 구성되어 있다. 1951년 Hagger가 이 양극성 분자를 사용하여 상아질의 무기물과 레진중합체 사이의 결합을 유도하였다. 그러나 구강내에서 phosphate calcium 간의 결합이 가수분해되고 용액에서 보관되는 활성화 물질들이 불안정하다는 결점이 나타났다. 2세대

상아질 접착제는 두개의 범주로 나누어 볼 수 있는데 halophosphorus 혹은 BIS-GMA phosphorus ester와 polyurethane이다. BIS-GMA phosphorus ester는 복합레진과 중합되는 칼슘과 이온결합을 이루는 반응성 인산염을 함유하고 있다. 이재료의 주된 문제점은 물에서의 가수분해와 온도변화에 의해 이온결합이 불안정하게 변하는 것이며 또한 methacrylate와의 이중결합이 없어져서 레진과의 공유결합이 저하되는 것이다. polyurethane은 수산기와 반응하는 isocyanate군을 포함하고 있다. 이재료의 단점은 반응시간이 느리고 CO₂ 발생시 기포가 생기며 물에 용해가 제한적으로 일어나 교원섬유의 NH₂ 군과의 반응이 제한되는 것이며 수산기나 질산기가 있는 레진과만 공유결합을 한다. 3세대 상아질 접착제는 Gluma(Bayer), Tenure(Denmat), Scotchbond 2(3M), Miragebond(Chameleon)등이 있으며 본 연구에 사용된 Gluma에 대해 살펴보면 dentin cleaner, dentin primer와 dental adhesive resin으로 구성되어 있는데 dentin cleaner는 EDTA용액이며 dentin primer는 HEMA와 glutaraldehyde로 구성되고 adhesive resin은 BIS-GMA와 TEGDMA로 구성되어 있다.^{2,3)}

최근에 다양한 충전물과의 결합을 위해 여러가지 재료가 개발되었고 ScotchBond Multipurpose와 Allbond 2도 여기에 포함된다.³³⁾ Scotchbond Multipurpose는 3가지 성분으로 구성되어 있는데 10% maleic acid, HEMA와 polyalkenoic acid-methylmethacrylate중합체, BIS-GMA와 HEMA로 구성되어 있다. Allbond 2 system은 dentin conditioner와 primer, adhesive resin으로 구성되어 있으며 primer A는 아세톤 용액내에 NTG-GMA, primer B는 아세톤 용액 내에 BPDM으로 구성되어 있다.¹¹

30, 48)

상아질 접착제의 결합력을 증가시키기 위한 연구가 있었다. 결합력 증가를 위한 도말층 제거에 대한 많은 논란이 있었는데 이는 도말층이 수복물과 치질과의 미세간격을 밀봉하여 줌으로써 자연적인 보호층 역할을 할 수 있으며 레진접착에 도움을 준다는 주장과 정상 상아

질의 조성이나 구조와는 다른 오염층으로서 낮은 표면에너지를 갖으며 실제 상아질과의 상호작용을 방해함으로써 레진의 접착을 방해한다는 주장이 서로 상반되고 있다.^{45,52)} 최근에 사용되는 대부분의 상아질 접착제는 도말층을 제거하는데 산부식법으로 도말층을 제거하게 되면 smear plug와 관주 상아질의 용해로 상아세관면적이 증가하게 되고 dentinal fluid에 의해서 상아질에 대한 레진의 부착성 및 침투가 기계적으로 영향을 받게된다. 이에 Branstrom은 상아세관 입구의 smear plug은 제거하지 않고 표층의 도말층만을 제거하는 것이 바람직하다고 하였으며 이때 0.1-0.2 % EDTA 사용이 좋다고 하였다. Kanca³¹⁾는 약간 수분이 있는 상아질에 Allbond를 사용시에 더 높은 결합력을 얻을 수 있다고 발표하였는데 이는 Allbond primer와 acetone이 친수성이기 때문이며 상아질 뿐 아니라 법랑질에도 동일한 원리가 적용된다고 하였다. 습기가 있는 상아질은 상아질 내로의 primer투과를 용이하게 한다. 그러나 약간의 습기가 있는 것과 타액에 의해서 오염된 것은 구별되어야 한다고 하였다. Nakabayashi⁴¹⁾는 Hybrid layer에 대해 연구하였다. 이는 resin과 dentin의 interdiffused zone을 형성하며 이것은 inner tubule과 resin의 direct interaction을 의미하는 것이다. primer를 상아질에 적용하면 micro tag을 형성한다. 이를 SEM으로 관찰하면 상아세관 내로 들어가 있는 레진의 micro tag이 다른 레진의 tag과는 달리 hollow를 형성하고 있으며 이는 레진과 inner dentin사이에 직접적인 결합을 가능하게 하고 이 hollow속으로 계속적으로 레진이 채워 짐으로써 완전히 상아세관을 막을 수 있다고 언급하였다.

한편 복합레진 사용시의 상아질과의 접착성, 치수위해 작용등을 보완하고 항우식효과를 부여해 주기 위해 glass ionomer cement이 또 하나의 심미성 재료로 등장하였다.

glass ionomer cement은 silicate cement, polycarboxylate cement, 복합레진의 장점을 합할 목적으로 개발된 재료로서 fluoroaluminosilicate glass 분말과 polyacrylic acid 액으로

구성되어 혼합시 용액내 카르복실기로 부터 수소이온이 glass 표면을 통과하고 glass 내의 Ca, Al이 유리되면서 수소이온에 의해 대체되어 표면에 silicious gel이 형성된다. 이때 유리된 금속이온 중 초기 경화 시에는 Ca^{2+} 에 의해, 후기 경화 시에는 Al^{3+} 에 의해 다염기 기질이 형성되어 crosslink가 이루어 지면서 cement이 경화하게 된다. ^{6, 37, 42, 50, 56)} glass ionomer cement은 법랑질과 상아질 및 백악질과의 화학적 접착력이 우수하고 중합수축이 적고 열팽창계수가 치질과 비슷하여 우수한 변연접착성을 보이며 치수에 대한 위해작용이 적고 불소이온을 유리하여 항우식 작용등의 장점이 있다고 하였다. ^{34, 35, 44, 50, 58)} 그러나 마모저항성, 압축, 인장강도, 경도가 낮고 표면평활정도가 떨어지며 지연경화로 치명적인 수분오염의 가능성이 증가하는 단점이 있다. ^{19, 36, 62, 63, 64)}

지연경화로 인한 수분오염을 줄이기 위해 개발된 것이 광중합 glass ionomer cement으로 구성성분에 빛을 감지할 수 있는 물질과 HEMA, 광중합기시제 및 methacryoxy group이 달려있는 polyacrylic acid를 사용함으로써 기존의 산염기 반응이 일어나는 동안 빛에 의한 중합기전에 의해 glass ionomer cement이 안정화 되어 짧은 시간내에 초기경화를 획득하여 조작을 간편하게 하였고 잔금등을 최소화 하였으며 높은 초기결합력을 보이게 되었다. ^{7, 27, 29, 44, 50, 61)}

Powis⁴⁶⁾는 25% polyacrylic acid로 치면을 처리하여 결합력이 증대되었다고 하였는데 이는 hydroxyapatite와 polyacrylic acid가 반응을 일으켜서 crystal growth를 일으키기 때문이라고 하였다. Joynt, Davis²⁸⁾는 40%, 25%, 10% polyacrylic acid 사용시 사용하지 않은 경우보다 결합력이 모두 증대되었으며 10% 사용시 가장 우수한 결합력을 얻을 수 있었다고 보고하였다.

glass ionomer cement에서도 도말층의 제거에 대한 논란이 있었는데 Powis, Olio⁴⁶⁾는 도말층이 높은 칼슘과 인산을 함유하므로 부착에 도움을 준다고 하였으나 Bowen, Symond¹¹⁾는 임상에서 도말층이 타액과 혈액, 미생물로 오염되어 있어서 전체를 제거하는 것이 바람직하다고 하였다.

실험시 결합력측정에 있어서 결합력에 영향을 줄수 있는 요소에는 사용된 치아의 age^{18, 39)}, 시편보관 방법¹⁵⁾, 사용된 상아질의 상아법랑경계로 부터의 거리^{21, 39)}, 상아질표면의 표면조도⁴⁸⁾, 시편에 가해지는 힘의 방법 및 지속시간⁵⁵⁾, 접착제의 curing time 등이 있으며 본 실험에서는 2세 미만의 소에서 발거한 유전치를 10일 정도 생리식염수에 보관 후 사용하였고 상아질 표면조도를 일정하게 하기 위해 240, 600 grit SIC 연마지 상에서 연마하였으며 전단결합력 측정시에 시편과 가해지는 힘이 정확하게 90°를 이루도록 시편을 규격화하였다. 그러나 상아법랑 경계부에서 일정한 거리에 있는 상아질면을 실험에 사용하지는 못하였는데 이는 거리를 측정하기 어려웠기 때문이며 이로 인해 실험상의 오차가 생겼으리라 생각된다.

Scotchbond Multipurpose의 전단결합 강도가 다른재료와 비교해서 가장 높게 나왔다. 이는 Scotchbond 2에서 개량된 재료로서 여러가지 다양한 재료와의 결합을 시도한 상아질 접착제로 알려져 있으며 primer 성분중 polyalkenoic acid-methylmethacrylate, HEMA의 친수성때문에 결합력의 향상이 이루어진 것으로 생각된다. Allbond 2를 상아질면에 처리시 primer A와 primer B를 서로 섞어서 5회정도 도포하는데 섞을때 동일한 양을 섞기 어렵고 또한 5회도포시 소요되는 시간이 타 재료보다 길어서 실제 임상에서 적용시 문제가 될수 있으며 primer도포 두께도 Scotchbond Multipurpose보다 두껍게 나타났는데 이로 인해서 결합력의 저하가 나타난 것으로 생각된다.

김등⁶¹⁾의 연구에 의하면 Scotchbond Multipurpose, Allbond 2는 hybrid layer를 형성하고 Gluma등은 hybrid layer를 형성하지 않는 것으로 보고하였다. hybrid layer 형성을 통해 결합력이 증가되는 것으로 알려져 있으며 사용된 상아질 접착제중 Gluma가 가장 낮은 전단결합력을 나타낸 것이 hybrid layer 미형성과 관련이 있는 것으로 생각된다. 치수에 위해작용이 적고 불소유리를 통한 항우식효과 때문에 유전치의 수복에 많이 사용되는 광중합형 glass ionomer cement의 전단 결합력이 가장 낮게

V. 결 론

나타났다. 실제 임상에서 glass ionomer cement 사용시 수복물의 탈락이 많이 발생하는 것을 관찰할 수 있으며 탈락을 막기 위한 결합력증진이 필요하리라 사료된다. 레진의 중합수축에 대해 접착을 유지하기 위해서는 상아질 접착제의 결합강도가 적어도 170 Kg/cm² 정도 되어야 한다고 보고되고 있다. 본 실험에서 모든 재료의 결합강도가 중합수축력 보다 적게 나왔는데 이에 의해서 상아질면과 상아질 접착제 사이에 microleakage가 생기며 전단 결합력이 작을수록 많은 microleakage가 생길 것으로 사료된다.

전단결합 강도가 제조회사가 발표한 수치보다 낮게 나왔다. 이는 실험에 사용된 치아가 유전치로 상아질 두께가 얇아서 평평한 상아질면을 얻기 위해 연마시 치수쪽에 근접하게 되고 이로 인해서 결합력이 저하된 것으로 생각된다. 또한 각 회사마다 실험방법, 조건이 서로 다르므로 이를 동일한 실험조건, 방법으로 비교하는 것이 의미있는 일이라 생각된다. 많은 논문이 영구치를 실험재료로 사용하고 있고 유치를 사용한 연구가 적은 것이 현실이다. 유치를 사용한 다양한 연구가 필요하리라 생각된다. 전단결합력을 측정하기 위하여 만능 실험기를 사용시 cross head speed를 0.5 mm/min으로 천천히 동작시켰는데 이는 사용된 재료와 상아질과의 결합력이 낮을 것으로 생각되어 이를 정확하게 측정하기 위함이며 시편이 가해지는 힘에 정확하게 수직으로 위치되게 하기위해 시편을 custom made device를 사용하여 제작하여 시편의 옆면과 시편면 사이의 각도가 90°를 이루도록 하였다.

이번 실험의 문제점으로는 발거된 치아에서 실험이 진행되어 생체내에서와 같이 생활치수를 가지고 있지 않아 상아세관내에 있는 상아세관액의 영향을 받지 않았다는 것이다. 이 실험의 결과 최근에 개발된 Scotchbond Multipurpose, Allbond 2의 결합력이 높게 나왔는데 이는 계속되는 재료물성의 향상에 기인하는 것으로 생각되며 생체실험을 통해 치수 및 상아세관액이 결합력에 미치는 영향에 대한 지속적인 연구가 필요하리라 생각된다.

상아질과의 전단 결합력을 알아보기 위해 2세 미만의 소에서 발거한 40개의 유전치를 사용하여 10개씩 4개의 군으로 나누어 노출된 상아질면에 Scotchbond Multipurpose, Allbond 2, Gluma로 처리한후 Z-100, Aelitefil, Pekalux를 부착시키고 나머지 1군은 광중합형 glass ionomer cement(Fuji II LC)를 부착시켰다. 완성된 시편은 24시간 동안 37°C 100% 상대 습도에서 보관한 후 만능 시험기를 사용하여 전단결합력을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 상아질에서의 전단 결합강도는 Scotchbond Multipurpose, Allbond 2, Gluma, 광중합형 glass ionomer cement(Fuji II LC)순으로 높았다.
2. 광중합형 glass ionomer cement (Fuji II LC)과 Scotchbond Multipurpose의 전단결합강도 사이, Gluma와 Scotchbond Multipurpose의 전단 결합강도사이에 통계학적 유의차가 있었다($p < 0.01$).
3. 광중합형 glass ionomer cement (Fuji II LC) 과 Allbond 2의 전단 결합강도 사이에 통계학적 유의차가 있었다($p < 0.05$).

최근에 개발된 상아질 접착제의 전단 결합강도가 광중합 glass ionomer cement보다 높게 나타났다. 이는 상아질 접착제의 물성향상에 의한 것으로 생각되며 광중합형 glass ionomer cement의 전단 결합강도를 증가시키기 위한 지속적인 연구가 필요하리라 생각된다.

참고문헌

1. Aasen, S. Oxman, J. : Comparison of adhesion and microleakage for scotchbond 2 and light cured scotchbond, J. Dent. Res., 67 : 309 abstr. 1571, 1988.
2. Asmussen, E. Munksgaard, E.C. : Bonding of restorative resins to dentin promoted

- by aqueous mixture of aldehyde band active monomer, *Int. Dent. J.*, 35 : 160-165, 1985.
3. Asmussen, E. Munksgaard, E.C. : Formaldehyde as bonding between dentin and restorative resins, *J. Dent. Res.*, 92 : 480-483, 1984.
 4. Asmussen, E. : Composite restorative resin : composite versus wall to wall polymerization contraction, *Int. Dent. J.*, 33 : 337-340, 1975.
 5. Barkmeier, W.W., Huang, C.T., Hammesfahr, P.D. : Bond strength, Microleakage, and scanning electron microscopy examination of the prisma universal bond 2 adhesive system, *J. Esthe. Dent.* 2 : 134-139, 1990.
 6. Barry G Dale, Kenneth, W. Aschheim : *Esthetic Dentistry*, 국제치의학 출판사, 15-79, 1993.
 7. Barry, T.I., Clinton, D.J., Wilson, A.D. : The structure of a glass ionomer cement and its relationship to the setting process, *J. Dent. Res.*, 58 : 1072-1079, 1979.
 8. Bausch, J.R. : Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resin, *J. Prosth. Dent.*, 48 : 59-62, 1992.
 9. Bertolotti, R.L. : Total etch-The rational dentin bonding protocol, *J. Esthe. Dent.*, 3 : 1-6, 1991.
 10. Bowen, R.L., Cobb, E.N. : A method for bonding to dentin and enamel, *J.A.D.A.*, 107 : 734-736, 1983.
 11. Bowen, R.L., Marjenhoff, W.A. : Development of an adhesive system for bonding to hard tooth tissue, *J. Esthe. Dent.*, 3 : 86-90, 1991.
 12. Bronnstrom, M., Nordenvall, K.J. : The effect of acid etching on enamel dentin and the inner surface of the resin restoration : A scanning electron microscopic investigation, *J. Dent. Res.*, 56 : 917-920, 1977.
 13. Buonocore, M.G. : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface, *J. Dent. Res.*, 34 : 849-853, 1955.
 14. C. Prati : What is the clinical relevance of *in vitro* dentin permeability test?, *J. Dent.*, 22 : 83-88, 1994.
 15. Carrocho, A.J., Chappell, R.P. : The effect of storage and thermocycling on the shear bond strength of three dentinal adhesives, *J. Dent.*, 22 : 745-751, 1991.
 16. Compton, A.M., Meyer, C.E. : Comparison of the shear bond strength of a light cured glass ionomer and a chemically cured glass ionomer for use as an orthodontic bonding agent, *Amer. J. of Ortho.*, 101 : 138-144, 1992.
 17. Concil on dental material : Dentin bonding systems : an update, *J. A. D. A.*, 114 : 91-95, 1987.
 18. Cooley, R.L., Dodge, W.W. : Bond strength of three dentinal adhesives on recently extracted versus aged teeth, *Quint Int.*, 20 : 513-516, 1989.
 19. Crip, S., Lewis, P.G., Wilson, A.D. : Glass ionomer cement : Chemistry of erosion, *J. Dent. Res.*, 55 : 1032-1041, 1976.
 20. Duncanson, M.G., Miranda, Probst : Resin dentin bonding agent-rationale and results, *Quint Int.*, 17 : 625-630, 1986.
 21. Frauquin, J.C., Brouillet J.L. : Biocompatibility of an enamel and dentin adhesives under different conditions of application, *Quint Int.*, 19 : 813-826, 1988.
 22. Fusayama, Nakamura, Kurosaki : Non pressure adhesion of a new adhesive restorative resin, *J. Dent. Res.*, 58 : 1364-1370, 1979.
 23. G. Elides : Clinical relevance of the formulation and testing of dentin bonding system, *J. Dent.*, 17 : 28-32, 1989.

24. Gwinnett, A.J. : The morphologic relationship between dental resins and etched dentin, *J. Dent. Res.*, 56 : 1155–1160, 1977.
25. Holtan, J.R, Nystrom, G.P., Olin, P.S. : Bond strength of a light cured and two auto cured glass ionomer liners, *J. Dent.*, 18 : 271–275, 1990.
26. Holtan, J.R., Nystrom, G.P., Olin P.S. : Bond strength of six dentinal adhesives, *J. Dent.*, 22 : 92–96, 1994.
27. Jordan, R.E., Suzuki, N., Maclean D.F. : Light cured glass ionomer, *J. Esthe. Dent.*, 2 : 53–61, 1990.
28. Joynt, R.B. Davis, E.L., Pierse, E.L. : Effect of dentinal pretreatment on bond strength between glass ionomer cement and dentin, *Oper. Dent.*, 15 : 173–177, 1990.
29. K.Hinoura, M.Miyazaki, H.Onose : Dentin bond strength of light cured glass ionomer cement, *J. Dent.*, 70 : 1542–1544, 1991.
30. Kanca, III, J. : Dentin adhesion and the all bond system, *J. Esthe. Dent.*, 3 : 129–132, 1991.
31. Kanca III, J. : Effect of dentin drying on bond strength, *J of Res.*, 70 : 394, 1991.
32. Komatsu, M., Wakui, A., Obara, M., : Two year clinical observation of light cured composite resin restorations placed with a dentinal bonding agent, *Quint. Int.*, 21 : 1001–1006, 1990.
33. Luescher : Microleakage and marginal adaptation in conventional and adhesive class II restoration, *J. Prosth. Dent.*, 37 : 300–308, 1977.
34. Maldonado, A., Swartz, M.L., Philips, R. W. : An *in vitro* study of certain properties of a glass ionomer cement, *J.A.D.A.*, 96 : 785–791, 1978.
35. Mckinney, J.W., Antonucci, J.W., Rupp, N. W. : Wear and microhardness of glass ionomer cements, *J. Dent. Res.*, 66 : 1134–1139, 1987.
36. Mclean, J.W., Wilson, A.D., : The clinical development of the glass ionomer cement : formulation and properties, *J. Dent. Res.*, 22 : 31–36, 1977.
37. Mclean, J.W. : Status report on the glass ionomer cement, *J.A.D.A.*, 99 : 221–226, 1979.
38. McCourt, J.W., cooly, R.L. : Fluoride release from fluoride containing liners/base, *Quint. Int.*, 21 : 41–45, 1990.
39. Mitchem, J.C., Gronas, D.G. : Effect of time after extraction and depth of dentin on resin dentin adhesives, *J.A.D.A.*, 113 : 285–287, 1986.
40. Munksgaard, E.C., Asmussen, E. : Bond strength between dentin and restorative resin mediated by mixture of HEMA and glutaraldehyde, *J. Dent. Res.*, 63 : 1087–1089, 1984.
41. Nakabayashi, N., Nakamura, M., Yosuda, N. : Hybrid layer as a dentin bonding mechanism, *J. Esthe. Dent.*, 3 : 133–138, 1991.
42. Olio, G : Adhesive bonding of dental luting cement influence of surface treatment, *J. Dent. Res.*, 36 : 263–270, 1978.
43. Pameijer, C.H., Segal, E., Recharadson, J. : Pulpal response to glass ionomer cement in primates, *J. Prosth. Dent.*, 46 : 36–40, 1981.
44. Pashley, D.H : Dentin bonding : overview of the substrate with respect to adhesive material, *J. Esthe. Dent.*, 3 : 133–138, 1991.
45. Philips, R.W. : New concept in materials and for restorative dentistry, *J.A.D.A.*, 70 : 652–661, 1965.
46. Powis, D.R. : Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel, *J. Dent. Res.*, 61 : 1416–1422, 1982.
47. Stanley, H.R., Going, R.E., Chauncey, H.H. : Human pulp response to acid pretreat-

- ment dentin and to composite restoration, J.A.D.A., 91 : 817-825, 1975.
48. Subrata, G., Davidson, C.L. : The effect of various surface treatment on the shear strength between composite resin and glass ionomer cement, J. Dent., 17 : 28-32, 1989.
 49. Suh, B.I : Allbond-Fourth generation dentin bonding system, J. Esthe. Dent., 3 : 139-147, 1991.
 50. Sumiya, Hobo : Esthetic adhesive dentistry, Koonja publishing, 27-96, 1991.
 51. Swift, E.J. : An update on glass ionomer cements, Quint. Int., 19 : 125-130, 1988.
 52. Swift, E. J : Microleakage of dentin adhesive system, J. Esthe. Dent., 3 : 91-94, 1991.
 53. Vadiakas, G.P., Oulis, C. : A review of dentin bonding agent and an account of clinical application in pediatric dentistry, Int. J. pediatric dent., 4 : 209-216, 1994.
 54. Vojinovic, Nyborg, H., Brannstrom M. : Acid treatment of cavities under resin fillings bacterial growth and pulpal reaction, J. Dent. Res., 52 : 1189-1192, 1973.
 55. Watanabe, I., Nakabayashi N. : Measurement method for adhesion to dentine : the current status in Japan, J. Dent., 22 : 67-72, 1994.
 56. Wilson, A.D., Kent, B.E. : A new translucent cement for dentistry : The glass ionomer cement, J. Dent., 132 : 133-135, 1972.
 57. Wilson, A.D., Mclean, J.W. : Glass ionomer cement, Quintessence publishing, 1982.
 58. Wilson, A.D., Kent, B.E. : A new translucent cement for dentistry : The glass ionomer cement, J. Dent. Res., 132 : 133-135, 1972.
 59. Yu, G., Wiczowski, E.L. : Scanning electron microscopic study of dentinal surfaces treated with various dentinal bonding agent, Quint. Int., 21 : 989-998, 1990.
 60. 강창성, 이정석 : 수종의 상아질 접착제의 제 V급 와동에서의 미세변연누출에 관한 비교연구, 연세대학교 대학원 치의학과 석사학위 논문, 1994.
 61. 김강연, 박영준 : 상아질 결합제 종류에 따른 레진/상아질 결합 계면에 관한 연구, 전남대학교 대학원 치의학과 석사학위 논문, 1994.
 62. 김보혜, 손홍규 : 광중합 glass ionomer cement의 결합강도에 대한 실험적 연구, 대한소아치과학회지, 20 : 590-600, 1993.
 63. 사우경, 김용기 : 글라스 아이오노모와 레진 수복물변연의 우식내성에 관한 비교 실험 연구, 대한소아치과 학회지, 19 : 110-119, 1992.
 64. 오혜은, 차문호 : 충전용 글라스 아이오노모 시멘트의 마모 강도 및 경도에 관한 실험적 연구, 대한소아치과 학회지, 16 : 44-58, 1989.