

Giomer와 자가 산부식 접착제의 상아질에 대한 전단 결합강도

윤은영 · 이난영 · 이상호

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

Giomer는 글라스 아이오노머 시멘트의 불소 방출 능력과 복합레진의 물성을 동시에 가지고 있는 새로운 형태의 재료로서 소개되었다. 이에 본 연구에서는 giomer의 전단 결합강도를 기존의 심미 수복재료인 복합 레진과 컴포머와 비교하여 심미 수복재료로서의 임상적 효용성을 평가하고자 한다. 소의 전치를 자가중합 고정용 레진을 이용하여 아크릴 튜브에 매몰시킨 후, 상아질을 노출시키기 위해 실리콘 페이퍼를 이용하여 표면을 연마하였다. 샘플을 무작위로 I군(Giomer), II군(복합 레진), III군(컴포머), IV군(Giomer와 5세대 단일병 접착제)으로 분류하였다. 만능 시험기를 이용하여 각 샘플의 전단 결합강도를 측정하였다. One-way ANOVA와 Scheffe test를 이용하여 통계분석을 시행하였다. I군은 III군에 비해 통계학적으로 유의하게 높은 전단 결합강도를 나타냈다($p < 0.05$). I군과 II군의 전단 결합강도는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). IV군은 I군에 비해 낮은 결합강도를 보였지만, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$). 실험의 결과로 보아 불소 방출의 특성을 지닌 giomer의 결합강도가 컴포머에 비해 우수하고, 복합 레진과 유사한 것으로 나타남으로써 소아 환자의 심미 수복재료로서의 임상적 효용성이 있다고 사료된다.

주요어: Giomer, 전단 결합강도, 자가 산부식 접착제, 상아질

I. 서 론

이차 치아우식증은 치과 수복물의 가장 빈번한 실패 요인으로 지적되고 있는데, 특히 구강위생관리 능력에 한계가 있는 소아 환자의 경우에는 그 빈도가 더욱 높은 것으로 알려져 있다. 불소는 다양한 기전을 통하여 우식 발생을 억제하고 초기 우식의 재석회화를 촉진하는 작용이 있어, 이차 치아우식 예방을 위해 현재까지 다양한 치과수복 재료에 포함되어 왔다.

글라스 아이오노머 시멘트는 불소를 방출하는 가장 대표적인 수복재료로서 생체 친화성이 우수하고, 치질에 화학적인 결합을 하는 등 여러 가지 장점으로 인해 다양한 임상 분야에 사용되고 있으며, 특히 이차 우식증이 흔히 발생하는 소아 환자의 수복재료로서 광범위하게 사용되어 왔다¹⁾. 그러나 복합 레진에 비해 물리적 성질, 조작성, 심미성이 떨어지며 수분에 민감하다는 단점이 있어, 이러한 단점을 개선시키고자 다양한 재료들이 개발되어 왔다.

Resin-modified glass ionomer는 기존의 글라스 아이오노머 시멘트에 레진 성분을 첨가하여 글라스 아이오노머 시멘트의 고유 성질인 불소 방출 능력은 유지하면서 물리적 성질을 개선시키고자 개발되었다²⁾. 기존의 글라스 아이오노머 시멘트 보다 우수한 심미성을 가지며, 수분 민감성 등이 개선되었지만 복합레진에 비해 여전히 낮은 물리적 성질과 치질과의 결합력에 한계가 있어 응력이 가해지지 않는 부위에서만 사용이 추천된다³⁻⁵⁾.

컴포머는 복합레진과 글라스 아이오노머 시멘트의 단점을 상호 보완하기 위한 목적으로 개발되었으나⁶⁾, 글라스 아이오노머 보다 현저히 낮은 불소 유리 양상을 보이며 중합 수축의 양이 크고, 복합 레진 보다 물리적 성질이 떨어진다는 점이 단점으로 지적되었다⁷⁻⁹⁾.

근래 pre-reated glass ionomer(PRG) 필러와 레진 기질을 바탕으로 한 새로운 불소유리 광중합 레진 제제가 개발되어 “Giomer”(Glass ionomer + polymer)라는 이름으로 소개되

교신저자 : 이상호

광주광역시 동구 서석동 375 / 조선대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실 / 062-220-3860 / shclee@chosun.ac.kr

원고접수일: 2010년 08월 03일 / 원고최종수정일: 2010년 11월 08일 / 원고채택일: 2010년 11월 12일

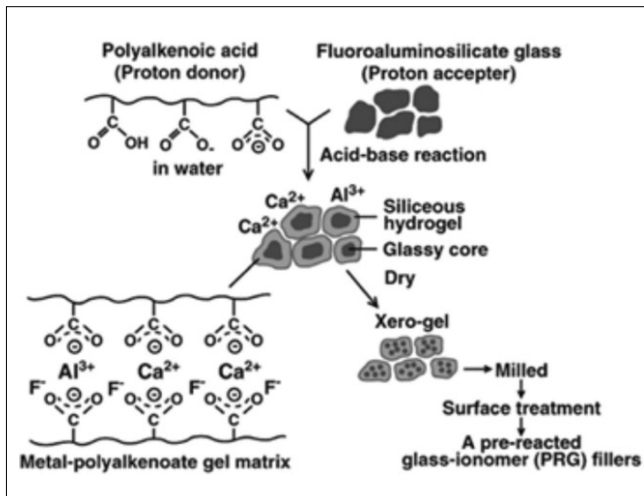


Fig. 1. Schematic diagram of the fabrication of pre-reacted glass ionomer fillers (Dent Mater, 19:137-146, 2003).

었다. PRG 필러의 제조과정은 Fig. 1에 나타나있다. 수분이 있는 환경 속에서 fluoroaluminosilicate glass(FASG)와 polyalkenoic acid(PAA) 사이의 산 염기 반응에 의해 wet siliceous hydrogel이 형성된다. 이를 냉동 건조시킨 xerogel을 분쇄시키고, 실란 처리하여 일정 크기의 PRG 필러를 제조한다(Fig. 1). 기존의 불소 방출 수복재료들의 불소 방출 필러로서 함유된 NaF는 많은 양의 불소를 방출하지만 Na^+ 와 F^- 이온의 용출로 인해 수복물의 integrity 붕괴를 야기한다¹⁰⁾. 그러나 PRG 필러는 미리 반응된 hydrogel 내부에서 불소 이온과 반대 양이온의 리간드 교환을 통해 지속적으로 불소를 유리하는 것으로 알려져 있다¹⁰⁾. Toshiyuki 등¹¹⁾은 *in-vitro* 실험에서 giomer가 컴포머와 불소 유리 복합레진에 비해 더 많은 불소를 유리하고, 불소 재충전 능력이 더 우수하다고 보고하였다. 심미 수복재는 불소 방출 능력 뿐만 아니라 결합 강도를 비롯한 물리적 성질이 우수해야 한다. 그러나 아직까지 giomer의 물리적 성질에 대한 연구는 미흡한 실정으로, 이에 본 연구에서는 giomer의 전단 결합강도를 기존의 심미 수복재료인 복합 레진과 컴포머와 비교하여 심미 수복재료로서의 임상적 효용성을 평가하고자 한다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 실험대상 치아

우식이 없는 건강한 소의 치아(bovine teeth)의 순면을 diamond disc를 이용하여 6 × 6 mm의 크기로 잘라 치아 절편을 만들었다. 이 절편들은 증류수에 넣어 상온에서 보관하였다.

2) 실험재료

본 실험에서 사용된 수복 재료로서 Beautiful II®(Shoufu,

Table 1. Distribution of samples according to materials and various experimental condition

Group	Restorative Material	Adhesive	Number of sample
I	Beautiful II®	Fluoro Bond II®	25
II	Z250®	Adper™ Prompt™ L-Pop™ Self-Etch Adhesive	25
III	Dyract Extra®	Xeno® III single step self-etching dental adhesive	25
IV	Beautiful II®	Adper™ Single Bond Plus	25

Japan), Z250®(3M ESPE, USA), Dyract Extra® (Dentsply, German)를 선택하였다.

상아질 접착 시스템은 서로 다른 회사의 제품을 혼합 사용할 경우 결합력의 저하가 초래될 수 있다고 생각하여, 각 재료의 제조회사에서 추천하는 접착 시스템인 FL-Bond®(Shoufu, Japan), Adper™-Prompt™ L-pop™(3M, USA), Xeno® III (Dentsply, German), Adper™ Single Bond Plus를 사용하였다(Table 1).

광중합기는 LED(Bluephase G2® Light Curing Unit, Ivoclar vivadent Inc)를 사용하였고, 일정한 광도를 유지하기 위하여 radiometer를 사용하여 측정하면서 반복 조사하였다.

2. 실험 방법

1) 수복재료의 접착

① 치아 절편의 매몰

치아 절편을 매몰하기 위해 직경 15 mm, 높이 10 mm의 원통형 아크릴 주형을 제작하였다. 교정용 레진을 이용하여 원통형 아크릴 주형에 치아 절편을 순면이 위를 향하도록 매몰하였다. 매몰 후 레진 경화 시 발생하는 열을 방지하기 위하여 상온의 증류수에 보관하였다.

② 상아질의 노출

Polisher/grinder(METPOL-1, TOPMET®)를 사용하여 범랑질을 삭제하고 상아질을 노출시켰다. 주수 하에 각 시편들을 220, 400, 800, 1200 grits silicon carbide abrasive paper를 이용하여 차례대로 연마하였다. 이와 같은 과정을 거쳐 완성된 시편 100개를 giomer, 복합 레진, 컴포머, giomer와 단일병 접착제군 총 4개 군으로 무작위 배분하였다.

③ 상아질 표면 처리 및 수복재의 적용

각 시편들을 러버컵을 이용하여 세척한 후, 각 군별로 자가산부식 접착제(self-etching adhesive)를 제조사의 지시대로 적용하였다. 내경 3 mm, 높이 2 mm의 plastic straw 내부에 각 군의 수복재를 채운 후, 상아질 표면 처리된 치면에 부착시켰다(Fig. 2). 부착 후 1 mm 상방에서 LED(Bluephase G2® Light Curing Unit, Ivoclar vivadent Inc)를 이용하여 10초씩 광중합 하였다.

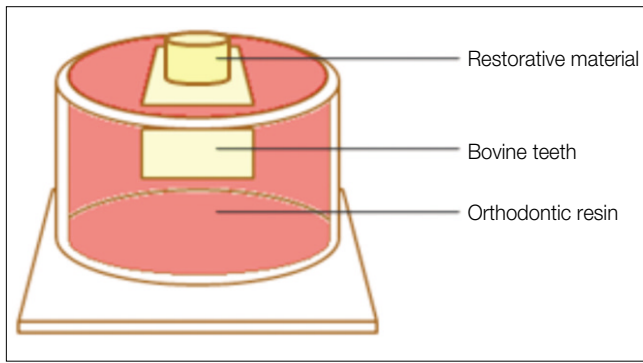


Fig. 2. Specimen preparation for measuring the shear bond strength.

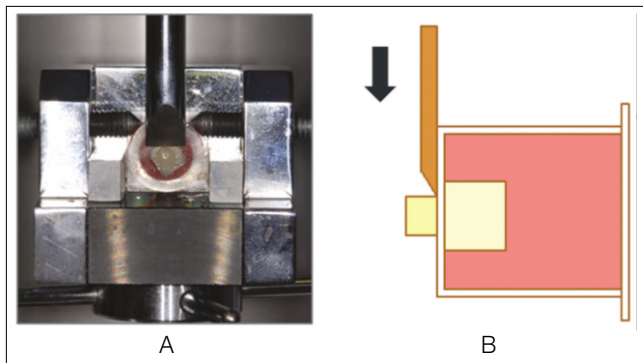


Fig. 3. Testing machine(A), and diagram of cross-sectioned specimen engaged in test machine(B).

2) 열 순환 및 보관

각 수복재료의 중합이 완료된 다음 plastic straw를 제거하고, 열순환 기기를 이용하여 5-55℃에서 각각 500회의 열 순환을 시행하였다. 열순환 시행 후 24시간 동안 상온의 증류수에 보관하였다.

3) 전단 결합강도 측정

상아질면과 수복재 사이의 접착 계면이 crosshead의 장축과 평행이 되도록 시편을 고정할 수 있도록 특별히 고안된 zig와 cross-head에 부착할 straight-edge chisel을 제작하였다. 만능 시험기(EZ Test®, Shimadzu, Japan)를 이용하여 최대 하중 500 N, cross-head speed 0.5 mm/min의 조건하에 각 시편의 전단 결합강도를 측정하였다(Fig. 3).

4) 통계분석

만능 시험기(EZ Test®, Shimadzu, Japan)를 사용하여 측정된 전단 결합 강도의 데이터를 대상으로 각 군간의 측정치 차이는 일차원 공분산 분석법(One-way ANOVA)을 통하여 검정하였으며 이의 사후 검정을 위해 Scheffe test를 시행하였다.

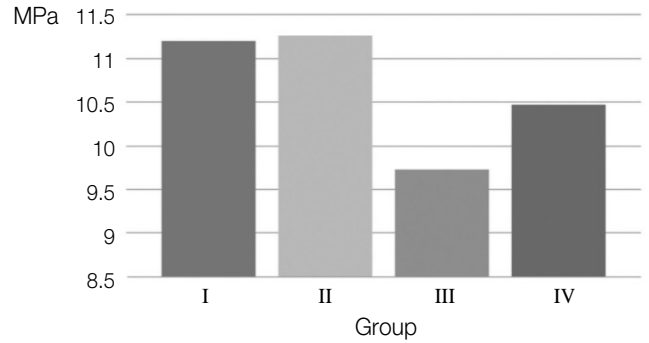


Fig. 4. Comparison of mean shear bond strength(MPa) of each group.

Table 2. Mean shear bond strength of three groups(MPa)

Group	I	II	III	IV
Shear bond strength	11.2	11.27	9.73	10.47
(Mean ± Standard deviation)	±2.12	±2.22	±1.66	±1.86

Ⅲ. 실험 결과

총 100개의 시편을 대상으로 측정된 각 군의 평균 전단 결합 강도와 표준 편차는 Table 2, Fig. 4에 표시하였다. II, I, IV, III군 순으로 높은 전단 결합강도를 나타냈다. 통계분석을 시행한 결과, I군과 II군은 차이가 없었으며($p > 0.05$), III군은 I군과 II군에 비해 낮게 나타났다($p < 0.05$). 그리고 I군과 IV군은 차이가 없었다($p > 0.05$).

Ⅳ. 총괄 및 고안

레진을 바탕으로 한 수복재료(resin-based materials)는 치질과 직접 접촉되지 않기 때문에 반드시 접착제를 사용해야 한다. 접착제의 지속적인 개발로 인하여 범랑질과 복합 레진의 접착은 신뢰할 만한 수준에 도달하였다¹²⁾. 그러나 상아질에 대한 접착은 상아질의 구조나 상아세관 액과 같은 특성으로 인해 아직까지 이상적인 결합 수준에 도달하지 못하였다¹³⁾. 이와 같이 상아질의 부족한 접착에도 불구하고 환자들의 심미적인 요구가 증가됨에 따라 심미 수복재에 대한 연구가 지속되고 있다.

인산을 이용한 total etching 술식은 치질과 복합 레진의 강한 접착을 제공한다^{14,15)}. 그러나 산처리에 의한 상아질의 과도한 부식은 상아질의 침투성을 증가시키고, 탈회된 상아질 기저부의 콜라겐 섬유에 레진이 불완전하게 침투되어 접착을 약하게 한다^{14,16)}. 또한, 상아질의 과도한 건조로 인한 콜라겐의 붕괴와 과습윤도 접착력의 저하를 초래한다^{16,17)}. 따라서 술식에 대한 민감성을 피하고, 접착술을 단순하게 하기 위해 자가 산부식 접착 시스템(self-etching adhesive system)이 출현하게 되었다. 특히, 행동조절이 어려운 소아 환자에 있어서 오랜 시술 시간과 복잡한 과정은 결합력을 감소시킬 수 있는 중요한 요인으

로 작용하게 되는데, 최근에 개발되고 있는 6, 7세대 상아질 결합제들은 시술 시간을 줄이고, 과정을 단순화하여 시술 도중의 오염 가능성을 줄여주는 등 행동 조절이 중요시되는 소아치과 영역에서 그 유용성이 부각되고 있다¹⁸⁾. 자가 산부식 접착제는 약한 산성 단량체를 이용하여 도말층을 용해하므로써 상아질과 접착을 이루며, 자가 산부식 프라이머를 적용한 후 접착제를 적용하는 2단계 접착 시스템과 상아질의 처리, 프라이밍, 접착제의 3가지 기능을 동시에 수행하는 1단계 또는 all-in-one 접착 시스템으로 다시 분류된다¹⁹⁻²²⁾. 본 실험에서는 각 수복재료의 제조회사에서 판매되고 있는 자가 산부식 접착제와 5세대 단일병 접착제를 사용하였다.

불소를 유리하는 수복재료가 우식 예방을 목적으로 널리 사용됨에 따라, 불소를 함유한 접착 시스템(fluoride-containing adhesive system)이 시장에 소개되었다. 본 실험에서 사용된 Shofu사의 Fluoro Bond II는 2단계 접착 시스템으로, PRG filler를 함유하고 있어 불소를 방출하고 재충전하는 기능이 있다. Itota 등²³⁾은 불소를 방출하는 접착제가 복합 레진 하방의 탈회된 상아질을 재광화시켜 수복물의 수명을 연장시키는데 도움을 준다고 하였다. Maeda 등²⁴⁾은 소의 치아의 상아질에 대한 전단 결합강도 측정 시험에서 Beautifil II와 Fluoro Bond II를 사용하였을 때, 24시간 후 측정값이 21.6 MPa이었다. 본 실험의 측정 결과인 11.20 ± 2.15 MPa과는 차이를 보이는 결과 값이다. 이는 아마도 cross-head speed, 최대 하중의 크기 등 실험 방법상의 차이에 의한 것으로 생각된다.

본 실험에서 사용한 3M사의 Adper Prompt L-pop은 all-in-one 접착 시스템이며, Dentsply사의 Xeno III는 두 bottle의 용액을 동일한 비율로 섞어서 한 번에 적용하는 1단계 접착 시스템이다. Atash 등²⁵⁾은 소의 치아의 상아질에 대한 전단 결합강도 측정 실험에서 Z250과 Adper Prompt L-pop를 사용하여 측정한 결과, 10.2 ± 1.5 MPa의 결합강도를 보고하였고, Xeno III를 함께 사용한 결과, 11.3 ± 0.9 MPa의 결합강도를 보고하였다. Kazemi 등²⁶⁾은 단일병 접착제(Prime & Bond NT)와 자가 산부식 접착제(Clearfil SE Bond), all-in-one 접착제(Prompt L-pop)의 상아질에 대한 전단 결합강도를 측정 한 결과 Prompt L-pop이 가장 낮은 결합강도를 나타냈다고 했다. 한편, Bouillaguet 등¹⁶⁾은 단일병 접착제(Single Bond)와 자기 산부식 접착제(Clearfil Liner Bond 2V)의 상아질에 대한 결합강도는 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다 ($p < 0.05$).

근래에 많은 심미 수복재료들이 개발 시판되고 있는데, 이들의 치아 범랑질과 상아질에 대한 접착력은 임상적으로 매우 중요하다. 결합력을 평가하기 위한 방법으로는 전단(shear) 결합강도와 인장(tensile) 결합강도 측정법이 있다. 전단 결합강도 시험은 접착제로 연결된 두 재료에 파절이 일어날 때 까지 전단 응력을 가하는 시험으로, 재료의 결합력 평가를 위해 여러 실험에서 가장 널리 사용되어 왔다²⁷⁾. DeHoff 등²⁸⁾은 전단 결합강도는 모든 응력이 접착면에 평행하게 직접적으로 가해지기 때문에 결합력을 평가하는데 이상적이라고 했다. 그러나 전단 결합

강도는 측정 방법에 따라 측정값에 영향을 미칠 수 있는 요인이 많다는 점이 단점으로 지적되고 있다. 전단 결합강도의 측정값에 영향을 미칠 수 있는 요인에는 시편의 보관 방법, 사용하는 치아의 종류, 상아질의 깊이, 하중을 가하는 속도, 열순환의 시행 유무, 시편에 하중을 가하는 위치 등이 있다^{29,30)}.

Hara 등³¹⁾은 전단 결합강도 측정 시 cross-head speed의 변이에 따라 전단 결합강도 측정값과 파절 양상에 영향을 줄 수 있다고 했다. Cross-head speed가 빠를 수록 전단 결합강도 값이 높게 측정되는데, 그 이유는 재료에서 cohesive failure가 일어날 확률이 더 높아지기 때문이라고 설명하였다. 또한 전단 결합강도 측정 시 0.50-0.74 mm/min의 cross-head speed를 이용하는 것이 adhesive failure가 일어날 확률이 더 높기 때문에 추천된다고 하였다. 한편, ISO에서 추천하는 cross-head speed는 0.45-1.05 mm/min이다³²⁾. 본 실험에서는 0.5 mm/min의 cross-head speed를 이용하여 실험하였다.

사람의 치아가 가장 이상적인 실험 재료이지만 이 실험에서는 소의 치아(bovine teeth)를 사용했다. 그 이유는 첫째, 전단 결합강도 측정을 위해 많은 치아가 필요했고, 건전한 상태로 발견된 사람의 치아를 많이 얻기는 힘들었기 때문이다. 두 번째로 결합강도 측정값에 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 요소들을 배제시키고 표준화된 치아의 면적을 얻기 위해서이다. 노출시킨 상아질의 깊이에 따라서 결합강도는 차이를 보이는데³³⁾, 소의 치아는 사람의 치아 보다 크기 때문에 원하는 깊이의 상아질을 충분한 면적으로 얻을 수 있다는 장점이 있다. 마지막으로 소의 치아는 여러 실험을 통해서 사람의 치아를 대신할 수 있는 믿을 만한 대체 재료로서 오랫동안 사용되어 왔기 때문이다^{33,34)}. Nakamichi 등³³⁾은 접착 실험에서 사람의 치아를 대체할 수 있는 재료로서 소의 치아를 평가하기 위한 결합강도 실험을 시행하였는데, 실험 결과 소의 치아의 범랑질과 상아질의 얇은 부위(superficial dentin layer)에서는 사람의 치아와 비교해서 통계학적으로 유의할 만한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다.

Nakamichi 등¹⁷⁾은 상아질 깊이에 따라서 결합력의 차이가 있다고 하였는데, DEJ에서 가까운 상아질(superficial dentin)일수록 더 높은 결합 강도를 나타낸다고 하였다. 치수에 가까운 깊은 부위의 상아질(deeper dentin)일수록 상아질의 낮은 밀도와 단위 면적 당 관간 상아질(intertubular dentin)이 적기 때문이다¹⁷⁾. 본 실험에서는 동일한 부위에서 일정한 깊이의 상아질 부위를 얻기 위해서 소의 전치의 중앙 부위를 실험에 사용하였고, 220, 400, 800, 1200 grits의 silicon carbide abrasive paper를 이용하여 일정한 깊이의 상아질을 얻도록 하였다.

본 실험에서는 전단 결합강도를 측정하기 전에 구강 내 온도 변화를 재현하기 위해, 5-55℃의 물에 열순환을 500회 시행하였다. 열순환은 구강 내의 온도 변화를 재현하기 위해 실험 대상을 뜨거운 물과 차가운 물에 반복적으로 담그는 것이다. Zachrisson 등¹⁹⁾은 복합 레진의 중합 수축, 수화 팽창, 열팽창 계수의 차이는 결합강도를 약화시킨다고 했다. Al-Salehi 등¹⁴⁾은 상아질의 결합 강도를 측정한 50개의 실험들을 조사한 결과

19%의 실험에서 결합 강도 측정 전 열순환을 시행하였다고 보고했다. 가장 많이 사용된 열순환 횟수는 500회였고, cycle 횟수는 200-1,300회로 다양하게 나타났다. 그러나 열순환이 결합 강도에 유의한 영향을 준다는 증거는 없다고 하였다.

본 실험의 결과에 따르면, 자가 산부식 접착제를 사용한 상아 질에 대한 전단 결합강도는 Z250과 Beautifil II에서 차이가 없었고, Dyract Extra 보다 높은 것으로 나타났다(p<0.05).

그러나 본 실험의 결과는 각 수복 재료마다 다른 접착제를 사용하였기 때문에, 접착제 자체의 결합력이 실험의 결과에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 giomer의 결합력을 평가하기 위해서는 다른 실험 조건 하에 추가적인 실험이 더 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 실험은 pre-reated glass ionomer(PRG) filler와 레진 기질을 바탕으로 한 새로운 불소유리 광중합 레진 제제인 giomer의 전단 결합강도를 기존의 심미 수복재료와 비교하여 임상적 효용성을 평가해보고자 하였다. 이 실험의 결과에 따르면, Z250(II군)은 11.27±2.22 MPa, Beautifil II(I군)는 11.20±2.12 MPa, Dyract Extra(III군)은 9.73±1.66 MPa의 전단 결합강도를 보였으나, 통계학적으로 Beautifil II(I군)의 전단 결합강도는 Z250(II군)과 비교하여 차이가 없었고(p>0.05), Dyract Extra(III군)는 나머지 두 군에 비해 낮은 전단 결합강도를 나타냈다(p<0.05). Beautifil II에 대해 자가 산부식 접착제와 5세대 단일병 접착제를 비교한 I군과 IV군은 차이가 없었다(p>0.05).

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 불소 유리 광중합 제제로서 소개된 giomer, Beautifil II의 전단 결합강도가 Dyract Extra에 비해 더 높게 측정되었고, Z250과 유사한 것으로 나타남으로써 소아 환자의 심미 수복재료로서 임상적 효용성이 있다고 사료된다.

참고문헌

1. Levine RS : The action of fluoride in caries prevention. Br Dent J, 140:9-14, 1976.
2. Yoshii E, Kanaoka T, Hirota K : Biological evaluation of a new light cured glass ionomer cement for restorative filling. Forth World Biomaterials Congress; 1992.
3. Burgess J, Norling B, Summit J : Resin ionomer restorative materials. The new generation. J Esthet Dent, 6:207-215, 1994.
4. McCabe JF : Resin-modified glass-ionomers. Biomaterials, 19:521-527, 1998.
5. Van Dijken JW : 3-year clinical evaluation of a compomer, a resin modified glass ionomer and a resin

- composite in class III restorations. Am J Dent, 9:195-198, 1996.
6. 김지태, 김용기, 김종수 등 : 컴포머와 유치 상아질의 결합에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 29:509-518, 2002.
7. Millen BJ, Abiden F, Nicholson JW : In vitro caries inhibition by polyacid-modified composite resins. J Dent, 26:133-136, 1998.
8. Brackett WW, Gunnin TD, Gilpatrick RO, et al. : Microleakage of class V compomer and light cured ionomer restorations. J Prosthet Dent, 79:261-263, 1998.
9. Yap AU, Chung SM, Chow WS, et al. : Fracture resistance of compomer and composite restoratives. Oper Dent, 29:29-34, 2004.
10. Robert TA, Miyai K, Ikemura K, et al. : Fluoride ion sustained release pre-formed glass-ionomer filler and dental compositions containing the same. US Patent No. 5,883,153, 1999.
11. Itota T, Carrick TE, Yoshiyama M et al. : Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. Dental Materials, 20:789-795, 2004.
12. Santini A, Plasschaert AJM, Mitchell S : Effect of composite resin placement techniques on the microleakage of two self-etching dentin-bonding agents. Am J Dent 14:132-136, 2001.
13. Perdig J, Frankenberger R, Rosa BT, et al. : New trends in dentin/enamel adhesion. Am J Dent Special issue, 13:25-30, 2000.
14. Sonoda H, Sasafuchi Y, Kitasako Y, et al. : Pulpal response to a fluoride-releasing all-in-one resin bonding system. Oper Dent, 27:271-277, 2002.
15. Zheng L, Pereira PNR, Nakajima M, et al. : Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. Oper Dent, 26:97-104, 2001.
16. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, et al. : Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. J Dent, 29:55-61, 2001.
17. Tay FR, Gwinnett JA, Wei SHY : Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free, acetone-based, single bottle primer/adhesives. Dent Mater, 12:236-244, 1996.
18. 강선희, 김대업, 이광희 : 유치 상아질에 대한 수종의 상아질 결합제의 전단결합강도에 대한 연구. 대한소아치과학회지, 32:293-299, 2005.
19. Yoshiyama M, Carvalho R, Sano H, et al. : Regional

- bond strengths of resins to human root dentine. *J Dent*, 24:435-442, 1996.
20. Pereira PNR, Okuda M, Nakajima M, et al. : Relationship between bond strengths and nanoleakage : evaluation of a new assessment method. *Am J Dent* 14:100-104, 2001.
 21. Croll TP : Self-etching adhesive system for resin bonding. *J Dent Child*, 176-181, 2000.
 22. Miyazaki M, Iwasaki K, Onose H, et al. : Enamel and dentin bond strengths of single application bonding systems. *Am J Dent*, 14:361-366, 2001.
 23. Itota T, Torii Y, Nakabo S : Effect of fluoride-releasing adhesive system on decalcified dentin. *J Oral Rehab*, 30:178-183, 2003.
 24. Maeda T, Yamamoto A, Iwasa M, et al. : Self-etching primer systems : Changes in dentin bond strength with time. *Journal of Oral Science*, 51:431-436, 2009.
 25. Atash R, Van den Abbeele A : Bond strengths of eight contemporary adhesives to enamel and to dentine: an in vitro study on bovine primary teeth. *Int J Paediatr Dent*, 15:264-273, 2005.
 26. Kazemi RB, Meiers JC, Peppers K : Effect of caries disclosing agents on bond strengths of total-etch and self-etching primer dentin bonding systems to resin composite. *Oper Dent*, 27:238-242, 2002.
 27. Versluis A, Tantbriorn D, Douglas WH : Who do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res*, 76:1298-1307, 1997.
 28. DeHoff PH, Anusavice KJ, Wang Z : Three-dimensional finite element analysis of the shear bond test. *Dent Mater*, 11:126-131, 1995.
 29. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B : Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater*, 11:117-25, 1995.
 30. Al-Salehi SK, Burke FJT : Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. *Quintess Int*, 28:717-723, 1997.
 31. Hara AT, Pimenta LAF, Rodrigues J : Influence of cross-head speed on resin-dentin shear bond strength. *Dental Mater*, 17:165-169, 2001.
 32. International organization for standardization. ISO TR 11405, Dental materials-Guidance on testing of adhesion to tooth structure, 1994.
 33. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T : Bovine Teeth as Possible Substitutes in the Adhesion Test. *J Dent Res*, 62:1076-1081, 1983.
 34. Schilke R, Bauss O, Lisson JA, et al : Bovine dentin as a substitute for human dentin in shear bond strength measurements. *Am J Dent*, 12:92-96, 1999.

Abstract

SHEAR BOND STRENGTH OF GIOMER AND SELF-ETCHING PRIMER ON THE DENTIN

Eun-Young Yoon, Nan-Young Lee, Sang-Ho Lee

Department of Pediatric Dentistry, Collage of Dentistry, Chosun University

Giomer is fluoride-releasing, resin-based dental materials that comprise PRG(pre-reacted glass ionomer) filler. The purpose of this study was to evaluate the shear bond strength of Giomer using self-etching primer systems to bovine dentin.

Bovine incisors were mounted in self-curing orthodontic resin and the facial surfaces were wet ground on SIC paper to expose the dentin. Total 100 samples were made and divided randomly into 4 groups, Giomer group(I), Composite resin group(II) and Compomer group(III), Giomer and single bottle adhesive group(IV). The shear bond strengths of 25 samples per each group were measured using universal testing machine. And data were analyzed statistically with One-way ANOVA and Scheffe test. Giomer group(I) showed the significantly higher bond strength than Compomer group(III)($p < 0.05$). There was no significant difference between Giomer group(I) and Composite resin group(II)($p > 0.05$). And there is no significant difference between group(I) and group(IV).

Based on the results of present study, the use of Giomer as an esthetic restorative material for primary teeth might be justified. It is considered that more study about the fluoride releasing ability is needed to evaluate the anticariogenic effect of giomer.

Key words : Giomer, Shear bond strength, Self-etching primer, Dentin