

## 심미수복재의 수복방법과 광조사기기에 따른 치질과의 인장결합강도에 관한 연구

조선대학교 치과대학 보존학교실

황호길 · 김영관 · 오행진

### Abstract

#### A STUDY ON THE TENSILE BOND STRENGTH TO TOOTH STRUCTURE OF TOOTH COLORED MATERIALS ACCORDING TO FILLING METHODS AND LIGHT CURING UNITS

Ho-Keel Hwang, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Young-Kwan Kim, D.D.S.,  
Haeng-Jin Oh, D.D.S., M.S.D.

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry,  
Chosun University*

The purpose of this study was to evaluate the tensile bond strength to tooth structure of composite resin and glass ionomer cement according to filling methods and light curing units.

In this study, two class V cavities were prepared on the buccal surface of each tooth of 140 extracted human molars, and they were randomly assigned into 3 experimental groups with 40 teeth and control group with 20 teeth. And then, each experimental groups subdivided into 2 groups(A,B) according to light curing units.

The cavities of each group were filled with the CLEARFIL FII self curing resin(Control Group), Z-100 light curing resin(Group 1), Vitremer™ light curing glass ionomer cement(Group 2) and Z-100 light curing resin over the Vitrebond™ liner(Group 3).

And subdivided A Group used Argon Laser(SPECTRUM™, U.S.A.), B Group used XL 1,000 curing light(3M, U.S.A.).

The specimens underwent temperature changed from 5°C to 55°C five hundred times. After thermocycling, specimens were stored in 100% relative humidity at 37°C for 24

\* 이 논문은 1995년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

hours. And then, the tensile bond strength of specimens were calculated with Universal Testing Machine(AGS-100A, Japan).

The results were as follows :

1. Among the experimental groups, the group 2-B showed the highest tensile bond strength ( $18.89 \pm 7.80$ ) and the group 1-A showed the lowest tensile bond strength ( $11.68 \pm 2.28$ ). There was significant difference between group 2-B and group 1-A( $p < 0.01$ ).
2. Between the light curing units, the XL 1,000 unit showed higher tensile bond strength ( $16.63 \pm 3.20$ ) than that of the Argon Laser unit ( $13.73 \pm 2.30$ ). There was significant difference between XL 1,000 and Argon Laser( $p < 0.01$ ).
3. About filling methods and materials, the group 2 showed the highest tensile bond strength ( $17.56 \pm 1.89$ ) and the group 1 showed the lowest tensile bond strength( $13.03 \pm 1.90$ ). There was significant difference between group 2 and group 1,3( $p < 0.01$ ).

In conclusion, the results showed that the glass-ionomer cement that cured by XL 1,000 light curing unit demonstrated significantly higher tensile bond strength than other curing unit and filling methods.

## I. 서 론

현재 심미수복재로는 광중합형 복합레진과 글라스아이오노머 시멘트가 치과 임상에서 전치부 수복은 물론 구치부까지 널리 사용되고 있다.

그러나 심미수복재의 개발을 위한 부단한 물성 연구에도 불구하고 여전히 구치부에서는 과도한 교합력이 작용되는 부위나 대합치와 직접적으로 접촉되는 부위에서 쉽게 마모되고 탈락되어 이들의 사용이 고려되는 실정이다. 뿐만 아니라 과도한 치경부 마모증으로 인해 지각과민이 심한 환자에서의 치경부 수복재료의 선택은 활동시 쉽게 상대방에게 노출되는 점을 고려하여 심미 수복재들이 추천되고 있으나 이들 또한 음식물 저작시나 잇솔질 등에 의해 쉽게 마모되거나 파절되고 심지어 탈락되는 경우도 있다. 최근까지 치과 수복용 재료 중 치질에 물리적 혹은 화학적 결합의 형태로 완벽한 변연접합을 이루는 재료는 없어 결국 수복 후 시간이 경과함에 따라 여러 요인으로 인해 수복재와 치질간에 결합부위에 간극이 발생하고

이러한 간극을 통해 구강내 타액이나 미생물이 와동내로 침투하여 결과적으로 수복재의 용해 및 탈락, 변연부 변색과 이차우식증을 유발하여 치질 및 수복물의 수명을 단축시키며 나아가 치수의 병변까지도 야기한다<sup>6, 20, 29, 37</sup>.

1955년 Buonocore<sup>19)</sup>에 의해 법랑질 산부식법이 소개된 이래 산부식법에 의해 법랑질에서는 복합레진과의 유지력이 증가되어 심미성을 향상시키고 약화된 치질의 강도를 강화하는 등의 장점을 가지고 있으나 복합레진의 중합시 발생하는 중합수축은 변연누출과 술후 지각과민 반응을 일으킬 수 있어 중합시 수축을 줄일 수 있는 충전 방법 및 재료에 관한 많은 연구가 진행되어 최근 법랑질에서는 충분한 결합강도를 얻을 수 있다고 보고되고 있는 반면, 상아질에서는 도말층이 존재하고 와동의 깊이에 따른 상아세관의 구조적 변화<sup>23)</sup> 및 습기방지의 어려움 등으로 인해 법랑질에 비해 많은 문제점을 안고 있다.

1972년 Wilson과 Kent<sup>53)</sup>에 의하여 개발된 글라스아이오노머 시멘트는 복합레진에 비해 법랑질, 상아질 및 백아질 모두에 화학적결합을

하며 열팽창계수가 치질과 유사하여 우수한 변연접합성을 보이며 치수와 생물학적 친화성을 갖고 지속적으로 불소이온을 유리하여 항우식 효과가 있다<sup>22)</sup>는 장점을 가진 반면, 마모저항성 및 압축강도와 인장강도가 낮고 심미성이 떨어지며 습기와 탈수에 매우 민감하다<sup>14)</sup>는 단점을 가지고 있다.

이에 McLean 등<sup>35)</sup>은 복합레진의 중합수축 및 상아질에서의 변연누출을 줄여보고자 법랑질에서 복합레진의 우수성과 상아질에서의 글라스아이오노머 시멘트의 화학적 결합을 이용하여 와동의 기저부위를 글라스아이오노머 시멘트로 이장하고 상부에 복합레진을 충전하는 "Sandwich technique"을 추천하였다.

한편, 광중합의 장점을 살려 Mathis 등<sup>33)</sup>에 의해 기존의 자가중합형 글라스아이오노머 시멘트에 광중합형 레진액을 첨가하여 광중합형 복합레진의 장점을 겸비한 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 개발 가능성이 제시된 이래, 최근에 광중합형 글라스아이오노머 시멘트로 광중합레진과의 복합물인 Vitrebond(3M Co.)와 Variglss (Caulk Co.), Fuji II LC(GC Co.)가 개발되어 시판되었고 base와 liner 또는 core 축성용으로 Vitremer(3M Co.)가 소개되었다.

이러한 광중합형 글라스아이오노머 시멘트는 감광제가 함유된 분말과 광중합 개시제가 첨가된 액으로 구성되어 가시광선을 30초간 조사하면 경화되는 장점이 있으므로 이들 재료의 물리적 성질을 약화시키는 수분의 접촉을 최대한 피할 수 있고 조작시간의 조절 가능 및 사용이 편리하고 치료 당일 마무리가 가능하다<sup>4)</sup>는 장점을 가지고 있다.

광조사기를 이용한 광중합형 심미 수복재의 조작시간의 조절 가능 및 사용의 편리성으로 인하여 여러회사에서 각종 광중합기가 소개되고 있으며, 최근에는 488-514.5 $\mu$ m의 단색과장을 갖는 아르곤 레이저를 레진의 중합기시에 사용하므로써 짧은 적용시간으로 증가된 물리적 성질과 접착력 그리고 미세누출을 감소시킬 수 있다고 하여 특히 심미수복분야에서 레진의 중합과 레진 시멘트의 경화 그리고 열구전색재의 중합 등에 많이 이용하고 있다<sup>13, 36)</sup>.

아르곤 레이저는 수복치학에서 다양하게 비외과적 술식에 응용되는데 최초의 사용은 우식탐지를 위해 치아를 조명하는 목적으로 사용되었으며 1980년대 초부터 복합레진의 광중합에 중점을 둔 연구가 계속되어 최근에는 예방치과 영역에서 우식예방과 치면열구전색재의 중합시 이용되고<sup>18)</sup> 있으며 이외에도 심미 수복학 영역에서 광중합 레진의 중합 및 지각과민 치에 사용<sup>27, 30)</sup>되고 있다.

그러나 레이저를 이용한 광중합은 그 중합 효과에 있어 아직 여러 가지로 논란이 많으며 실제 여러 연구자에 의해 생물학적 위해성 여부<sup>36)</sup> 또는 물성에 관한 많은 연구<sup>18, 30, 39)</sup>가 진행되고 있는 실정이다.

따라서 저자는 임상에 있어서 구치부 수복시 주로 수복물의 탈락에 관련된 중요한 관심사인 인장 결합강도를 측정 평가하기 위해 여러 가지 광중합형 심미수복재를 각종 수복방법에 따라 수복하고 레이저기기를 사용하여 중합한 후 기존의 광조사기를 이용한 중합시와 비교함으로써 가장 인장결합강도가 좋은 중합방법 및 수복방법을 찾아보고자 본 연구를 수행한 결과 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

본 실험에서는 치아우식증이나 치질의 결손이 없는 상, 하악 대구치 140개를 실험대상치아로 사용하였고 치면에 부착된 연조직, 치석, 착색 및 이물질 등은 초음파 치석제거기와 큐렛(curette)을 이용하여 제거하였다.

각 치아는 고속의 인레이용 다이아몬드 bur를 이용하여 협측에 백아법랑 경계부를 중심으로 지름 5mm, 깊이 3mm인 원형의 와동을 형성한 다음 20개씩 임의로 분류한 후 Table 1과 같은 군분류에 따라 교정용 wire와 bracket를 이용하여 수복물이 치질에서 분리가 가능하도록 장치를 만든 다음 와동내에 식립하고 단일 수복재 충전(Bulk)시 수복재료는 자가중합형 레진계인 CLEARFIL FII (Kuraray Co. Japan), 광중합형 복합레진계인 Z-100(3M Dental Products Division, U.S.A.), 광중합형 글라스아

Table 1. Group classification according to filling materials, filling methods and curing units

| Group   | No. of Sample | Filling Material | Filling Method | Curing Unit |
|---------|---------------|------------------|----------------|-------------|
| Control | 20            | CLEARFIL FII     | Bulk           |             |
| Group 1 | A             | Z-100            | Bulk           | Ar Laser    |
|         | B             | Z-100            | Bulk           | XL 1,000    |
| Group 2 | A             | Vitremer™        | Bulk           | Ar Laser    |
|         | B             | Vitremer™        | Bulk           | XL 1,000    |
| Group 3 | A             | Vitrebond, Z-100 | Sandwich       | Ar Laser    |
|         | B             | Vitrebond, Z-100 | Sandwich       | XL 1,000    |

이오노머 시멘트계인 Vitremer™ (3M Dental Products Division, U.S.A.)를 제조회사의 지시에 따라 수복하였으며 그리고 복합 수복재 충전(Sandwich)시 수복재료는 이장용 광중합 글라스아이오노머 시멘트계인 Vitrebond™ (3M Dental Products Division, U.S.A.)를 제조회사의 지시대로 이장하고 이 위에 광중합형 복합레진계인 Z-100(3M Dental Products Division, U.S.A.)을 충전하였으며, 수복재의 광중합을 위한 광조사기기는 XL 1,000(3M Dental Products Division, U.S.A.)과 아르곤 레이저 (SPECT RUM™)를 이용하였다.

광중합시 광조사 시간은 XL 1,000을 사용한 경우 광조사구를 시편의 표면과 최대한 근접시켜 40초간 광조사 하였으며, 아르곤 레이저 기기를 사용한 경우 600µm의 직경의 fiber를 이용하여 시편의 직경과 같은 5mm beam size를 만들어 주기 위해 10mm 떨어진 위치에서 0.5w 출력으로 10초간 광조사 하였다.

위와 같이 충전된 140개의 시편을 24시간 동안 생리식염수에 보관한 후 5°C 와 55°C 수조에서 500회의 열순환을 시행하였고 100% 습도가 유지된 37°C 항온기(HanBack Scientific Co., Korea)에 24시간 보관하였다.

인장결합강도의 측정을 위해 만능측정시험기 (AGS-100A, Japan)에 시편을 장착하여 분당 5mm cross-head speed로 50kg load cell하에서 시편에서 수복재가 분리되는 순간의 최대인장 결합강도를 측정하였고 이를 비교하여 각 군의 인장결합강도에 대한 상호간의 유의성은 one-way ANOVA로 분석한 후 Duncan's multiple

range test로 사후검정을 실시하였다.

### III. 실험성적

전체적으로 인장결합강도는 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 단독으로 충전하고 광조사기기는 XL 1,000을 이용한 실험 2군 B에서  $18.89 \pm 7.80$ 으로 가장 높게 나타났고 광중합형 복합레진을 단독으로 충전하고 광조사기기로는 아르곤 레이저를 이용한 실험 1군 A에서  $11.68 \pm 0.68$ 로 가장 낮게 나타났으며, 두 실험군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.01$ ) (Table 2, Fig. 1).

광조사기기 및 중합양식에 따른 비교에서는 자가중합방식을 이용한 대조군에서  $18.40 \pm 5.85$ 로 가장 높은 인장결합강도를 나타냈으며 XL 1,000을 이용한 경우  $16.63 \pm 3.20$ , 아르곤 레이저를 이용한 경우  $13.73 \pm 2.30$ 으로 나타났고 각 군간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다

Table 2. Tensile bond strength(kgf) of each groups

| Group   | No. of Sample | Mean  | S.D  |
|---------|---------------|-------|------|
| Control | 20            | 18.40 | 5.85 |
| Group 1 | A             | 11.68 | 2.28 |
|         | B             | 14.37 | 4.31 |
| Group 2 | A             | 16.22 | 3.60 |
|         | B             | 18.89 | 7.80 |
| Group 3 | A             | 13.30 | 2.68 |
|         | B             | 15.96 | 4.01 |

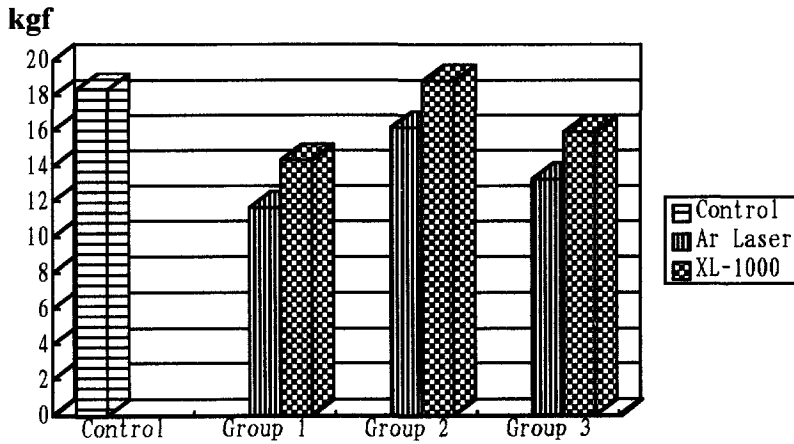


Fig. 1. Tensile bond strength(kgf) of each groups

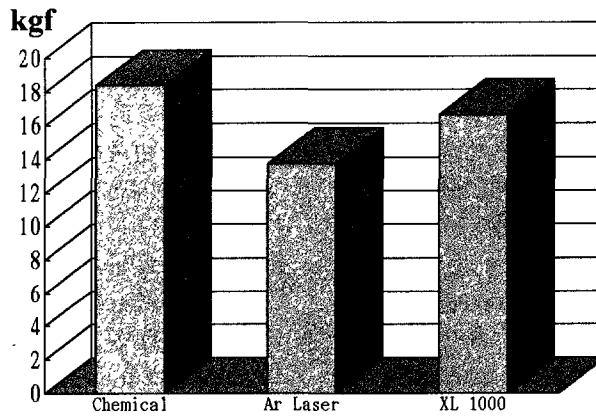


Fig. 2. Tensile bond strength(kgf) according to curing units

Table 3. Tensile bond strength(kgf) according to curing units

| Curing Unit | No. of Sample | Mean  | S.D  |
|-------------|---------------|-------|------|
| Chemical    | 20            | 18.40 | 5.85 |
| Ar Laser    | 60            | 13.73 | 2.30 |
| XL 1,000    | 60            | 16.63 | 3.20 |

\* Statistically significant ( $p < 0.01$ )

( $p < 0.01$ ) (Table 3, Fig. 2).

또한, 충전방법 및 재료에 따른 인장결합강도의 비교시 자가중합형 복합레진을 단독으로 사용한 대조군에서  $18.40 \pm 5.85$ 로 가장 높게 나타났으며, 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 단독으로 사용한 실험 2군에서  $17.56 \pm 1.89$ 로 나타났고, 광중합형 복합레진을 단독으로 충전한 경우가  $13.03 \pm 1.90$ 으로 가장 낮게 나타났다. 대조군과 실험 1, 3군 그리고 실험 2군과 실험 1, 3군 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.01$ ) (Table 4, Fig. 3).

Table 4. Tensile bond strength(kgf) according to filling materials and methods

| Material & Method | No. of Sample | Mean  | S.D  |
|-------------------|---------------|-------|------|
| Control           | 20            | 18.40 | 5.85 |
| * Group 1         | 40            | 13.03 | 1.90 |
| * Group 2         | 40            | 17.56 | 1.89 |
| Group 3           | 40            | 14.63 | 1.88 |

\* Statistically significant ( $p < 0.01$ )

kgf

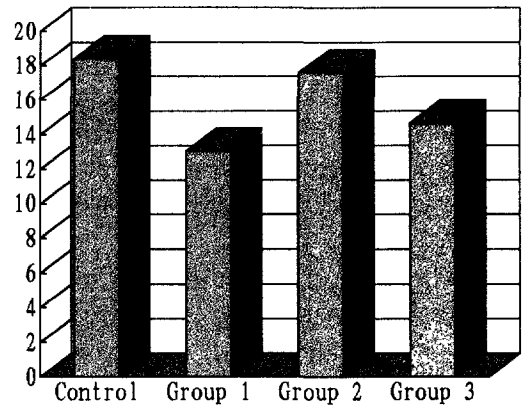


Fig. 3. Tensile bond strength(kgf) according to filling materials and methods

Table 5. Statistical analysis by ANOVA

| Group         | Control | Group 1-A | Group 1-B | Group 2-A | Group 2-B | Group 3-A | Group 3-B |
|---------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Control Group | —       |           |           |           |           |           |           |
| Group 1-A     | *       | —         |           |           |           |           |           |
| Group 1-B     | *       | NS        | —         |           |           |           |           |
| Group 2-A     | NS      | *         | NS        | —         |           |           |           |
| Group 2-B     | NS      | *         | *         | NS        | —         |           |           |
| Group 3-A     | *       | NS        | NS        | NS        | *         | —         |           |
| Group 3-B     | NS      | *         | NS        | NS        | NS        | NS        | —         |

\* Statistically significant ( $p < 0.01$ )

NS : Non-Significant ( $p > 0.05$ )

전체적인 각 군간의 인장결합강도에 대한 유의성 검정은 아래와 같다(Table 5).

#### IV. 총괄 및 고안

임상에서 수복재의 충전시 가장 중요한 관심사는 와동내에서 얼마나 오랫동안 파절 및 탈락없이 유지될 수 있는가이다.

최근 인간의 평균수명이 연장됨에 따라 노인성 치과질환이 연구되고 있으며 NIH 연구에서 가장 빠른 속도로 확산되는 치과질환은 치주질환 및 치근면 우식이라고 보고<sup>17,30</sup>하였다. 치관부 우식은 복합레진에 대한 많은 연구<sup>5,9</sup>가 진행되어 법랑질에서는 유지력이 증강되어

물리적인 요건을 만족시킬 수 있는 반면, 주로 치근면 우식시 주된 와동벽의 구성 치질인 상아질에서는 도말층이 존재하고 와동의 깊이에 따라 상아세판의 구조적인 변화<sup>23</sup> 및 습기방지의 어려움 등으로 인해 법랑질에 비해 많은 문제점을 가지고 있으며 도말층의 유무에 따른 논란이 여러 연구에서 계속되고<sup>10,11</sup>있어 최근 이러한 관점에서 상아질 접착제의 개발<sup>2</sup>과 더불어 이를 세대별로 분류하고 있다.

1972년 Wilson과 Kent<sup>51</sup>에 의하여 개발된 글라스아이오노머 시멘트가 또 하나의 심미성 재료로 소개되었는데 이러한 글라스아이오노머 시멘트는 법랑질, 상아질 및 백악질 모두에 화학적 결합<sup>16</sup>을 하며 이온결합에 의해 기질과

미반응 분말입자 사이에 강한 연결을 이루고 열팽창 계수의 차이가 적은 점 등이 내부응력을 줄여주므로써 치질과의 변연누출이 비교적 적어 우수한 변연 접합성을 보인다고 보고된 바 현재 치경부 수복은 물론 치근면 우식의 충전, 와동의 이장, 수복물을 접착, 치면열구전색 그리고 치관부 core 축조용<sup>41)</sup>으로 사용범위가 확대되고 있다.

이 중 글라스아이오노머 시멘트는 치경부 수복에 흔히 사용되는데 Mount<sup>37)</sup>와 Charbeneau 등<sup>20)</sup>은 글라스아이오노머 시멘트의 수명에 관한 연구에서 다른 시멘트에 비해 탈락률이 낮고 오랜기간 동안 구강내에 유지되었다고 보고하였으며 Ma this 등<sup>33)</sup>, Powell 등<sup>40)</sup>은 6 가지 임상적인 평가기준으로 비교연구한 바 우수한 결과를 보였다고 하여 임상적 사용의 타당성을 제시하였다.

본 연구에서도 광중합형 글라스아이오노머 시멘트인 Vitremer<sup>TM</sup>(3M Co. U.S.A.)를 치경부 와동에 충전한 경우 다른 재료에 비해 높은 인장결합강도를 보여(Table 4, Fig.3) 한 등<sup>14)</sup>의 연구와 유사한 결과를 보였으며 치경부 마모증이 있는 환자에서의 임상적 사용을 시사하였다.

이러한 연구를 토대로 McLean 등<sup>35)</sup>은 와동이상아질을 포함하는 경우 복합레진 충전시 법랑질에서 복합레진의 우수한 기계적 결합과 상아질에서 글라스아이오노머 시멘트의 화학적인 결합을 이용하고자 와동의 상아질 부위를 글라스아이오노머 시멘트로 이장하고 이 상부에 복합레진을 충전하는 “Sandwich technique”을 추천하였다.

이러한 “Sandwich technique”에 관하여 신 등<sup>6)</sup>, 황 등<sup>15)</sup>, Mathis 등<sup>33)</sup>, Sidhu 등<sup>42)</sup>은 이 방법을 이용한 경우에 상아질과의 변연부에서 낮은 색소침투를 보였다고 보고하였고 McLean 등<sup>35)</sup>은 이러한 방법으로 치질과 복합레진의 결합강도를 증가시킬 수 있다고 보고하였다.

“Sandwich technique”에 있어서 글라스아이오노머 시멘트와 치질과의 접합은 화학적 결합으로 이상적인 결합을 얻을 수 있다고 가정할 때, 글라스아이오노머 시멘트와 이 상부의 복

합레진의 결합력이 임상적인 성공에 있어서 중요한 요인이라고 할 수 있다. 따라서 글라스아이오노머 시멘트의 표면처리 방법에 관해 Hinoura 등<sup>24)</sup>은 산부식을 한 경우에 복합레진과 가장 강한 결합을 얻을 수 있다고 보고하였고 정 등<sup>12)</sup>, Tam 등<sup>47)</sup>은 산부식 시간이 증가함에 따라 접착강도는 증가하여 60초간 산부식 후 표면에 접착제를 도포한 경우에 가장 강한 결합력을 나타내었고 온도 및 습도에 따른 강도 변화는 없었다고 보고하였다. 이에 반해 노 등<sup>4)</sup>, 용 등<sup>8)</sup>, Sim 등<sup>43)</sup>은 글라스아이오노머 표면을 산부식하는 경우 오히려 결합력이 떨어지므로 표면처리는 필요없다고 보고한 바 있다.

또한 김 등<sup>3)</sup>, 엄 등<sup>7)</sup>, Frie이 등<sup>21)</sup>은 글라스아이오노머 시멘트의 종류에 따른 결합력을 연구하여 충전용보다는 이장용인 Vitrebond(3M Co. U.S.A.)가 더 강한 결합력을 보였다고 보고하였다.

이러한 연구를 토대로 본 연구에서도 치경부 와동을 이장용 글라스아이오노머 시멘트인 Vitrebond를 사용하였고 표면처리를 제조사의 지시대로 시행한 다음 Hotta 등<sup>26)</sup>이 실험한 것과 유사하게 표면을 건조시킨 다음 이 상부에 복합레진을 충전하였으며 그 결과 “Sandwich technique”으로 충전한 군에서 와동을 복합레진으로 단독충전한 군보다 인장결합강도가 더 높게 나타났으며(Table 4, Fig.3) 이는 복합레진 하방에 글라스아이오노머 시멘트를 이장하므로써 상대적으로 복합레진의 부피가 감소되어 전체적인 중합시 수축량이 줄어들어 이러한 결과를 보인 것으로 사료된다.

이외에도 글라스아이오노머 시멘트는 지속적인 불소유리<sup>32, 38, 48, 49, 50)</sup>로 인해 항우식성을 가지며 치수조직과 생물학적 친화성<sup>25, 28)</sup>이 있고 경화시 매우 적은 양의 열발생을 한다는 장점 때문에 임상에서 많이 사용<sup>17, 22)</sup>되고 있다.

1979년 McLean<sup>34)</sup>이 광중합형 복합레진의 장점을 살린 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 개발 가능성을 제시하였고, 최근에 광중합형 글라스아이오노머 시멘트로 광중합 레진과의 복합물인 충전용 Vitremer(3M Co., U.S.A.)와 이장용 Vitrebond(3M Co., U.S.A.)가

소개되어 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 장점에 광중합형 레진의 장점인 치료시간의 단축 및 조작의 용이성 그리고 물성의 증가를 겸비하게 되어 그 사용범위가 점차 확대되고 있다.

따라서 본 연구에서도 동일회사 제품으로 광중합형 이장용 글라스아이오노머 시멘트인 Vitre bond (3M Co., U.S.A.)와 광중합형 복합레진으로는 Z-100(3M Co., U.S.A.)를 사용하였다.

광중합형 심미 수복재가 개발되면서 보다 효율적으로 광중합을 시킬 수 있는 각종 광중합 기기가 개발되어 왔는데 최근 아르곤 레이저 기기가 488-514.3 $\mu\text{m}$ 의 단색파장을 갖는다<sup>30)</sup>는 특성 때문에 레진의 중합기시에 응용되기 시작했는데 Blankenau 등<sup>18)</sup>의 연구에서 아르곤 레이저의 사용은 통상적인 가시광선 중합시보다 수복재료의 물리적 성질이 증진된다고 보고하였다.

아르곤 레이저는 수복치학에서 다양하게 비외과적 술식에 응용되는데 최초의 사용은 우식탐지를 위해 치아를 조명하는 목적으로 사용되었으며 1980년대 초부터 복합레진의 광중합에 중점을 둔 연구가 계속되어 최근에는 예방치과 영역에서 우식예방과 치면열구전색제의 중합시 이용되고<sup>18)</sup>있고 이외에도 심미 수복학 영역에서 광중합 레진의 중합 및 지각과민 처치에 사용<sup>27, 36)</sup>되고 있다.

그러나 레이저를 이용한 광중합은 그 중합 효과에 있어 아직 여러 가지로 논란이 많으며 실제 여러 연구자에 의해 생물학적 위해성 여부<sup>36)</sup> 또는 물성에 관한 많은 연구<sup>18, 30, 39)</sup>가 진행되고 있는 실정이다.

따라서 저자는 임상에 있어서 구치부 수복시 주로 수복물의 탈락에 관련된 중요한 관심사인 인장 결합강도를 측정 평가하기 위해 여러 가지 광중합형 치색재료를 각종 수복방법에 따라 수복하고 레이저기기를 사용하여 중합한 후 기존의 광조사기를 이용한 중합시와 비교함으로써 가장 결합강도가 좋은 중합방법 및 수복방법을 찾아보고자 본 연구를 고안하였다.

대부분의 수복재의 임상적 성공은 치질에

대한 접착력과 변연누출 정도에 의해 좌우되는데 치질과 수복물 간의 미세누출은 슬후과민증과 세균 및 이물질의 침투, 이차우식증 그리고 치수병변 등을 일으키게 되어 수복물의 탈락 등 실패를 초래하게 된다.<sup>6, 20, 29, 37)</sup>

본 연구에서는 와동내에 충전재를 수복한 후 5°C와 55°C 수조에서 500회의 열순환을 시행하였는데 이는 Simmons<sup>44)</sup>의 연구에서 11°C와 60°C의 온도변화를 100회 이상 반복시행한 경우에 충전물과 와연과의 분리현상을 관찰할 수 있었다는 실험적 근거 하에 비교적 구강내와 동일한 실험조건을 설정하였다.

일반적으로 치경부 마모증은 순측 법랑질과 상아백아질 치경부 1/3에 발생되므로 본 연구에서도 대구치의 치경부에 5급 와동을 형성하여 충전방법에 따라 자가중합레진 및 광중합 복합레진 그리고 광중합 글라스아이오노머 시멘트를 단독으로 충전한 군과 이장용 광중합 글라스아이오노머 시멘트로 와동을 이장한 후 상부에 광중합 복합레진을 충전한 “Sandwich technique”군 간을 비교하기 위하여 치질내의 와동에서 수복물이 분리될 수 있도록 분리용 장치를 식립한 다음 광조사 기기를 달리하여 광조사 시키고 인장결합강도를 측정하여 상호 비교 하였다.

본 실험에서는 만능측정시험기를 사용하였는데 대부분 물성시험에서 이용되는 50kg의 load cell 하에서 cross-head speed는 분당 5mm 속도로 사용하였다.

본 실험에서 인장결합강도는 광중합형 글라스아이오노머 시멘트로 와동을 단독으로 충전하고 XL 1,000의 광조사기기를 사용한 실험 2군 B의 경우에서 가장 높게 나타났고 이 결과는 Mathis 등<sup>33)</sup>, Sidhu 등<sup>42)</sup>과 유사하였으며 이는 내부 상아질과 화학적으로 결합하는 글라스아이오노머 시멘트의 특성 때문인 것으로 사료된다(Table 2, Fig. 1)

반면, 광중합형 복합레진을 단독으로 충전하고 아르곤 레이저로 중합시킨 실험 1군 A에서 가장 낮은 인장결합강도를 보였는데 이러한 결과는 아직까지 법랑질의 접착은 복합레진이 우세하나 상아질에서는 여전히 접착에 문제점을



가지고 있다는 것을 시사하며 한 등<sup>44)</sup>과 유사한 결과를 나타내었다.

광조사기기 및 중합양식에 따른 비교시 자가중합양식을 이용한 대조군에서의 인장결합강도가 다른 광중합형 기기를 사용한 경우보다 높게 나타났는데 이는 내부에 분리장치가 식립되어 있는 것과는 상관없이 화학적으로 중합되는 자가중합형 복합레진의 특성이 잘 발현된 것으로 생각되며 상대적으로 광중합형 수복재는 와동내에 분리장치를 식립하는 과정에서 와동기저부의 수복재까지 빛이 도달되지 않아 중합의 불충분으로 인하여 낮은 인장결합강도를 보인 것으로 사료된다(Table 3, Fig. 2).

실험군 간의 비교에서 광조사 기기에 따른 인장결합강도 비교시 XL 1,000을 사용한 경우가 아르곤 레이저를 사용한 경우보다 더 높게 나타났는데 이는 광조사 시간이 적은 아르곤 레이저의 경우 급속한 중합시 과도한 수복재의 수축으로 인해 치질과의 접촉부위에 있어서 분리가 일어났을 가능성을 제시하며 이는 자가중합형 레진을 사용한 대조군의 경우에서도 높은 인장결합강도를 보여 화학중합형의 경우 서서히 시간경과에 따라 중합되어 중합시 수복재의 수축을 줄여 수복물의 치질에 대한 분리가능성을 줄여줄 수 있다는 결과를 뒷받침하고 신 등<sup>6)</sup>, Sparks 등<sup>45)</sup>, Mathis 등<sup>39)</sup>, Sidhu 등<sup>42)</sup>과 유사한 결과를 나타내었다(Table 3, Fig. 2).

이는 실험재료 간의 비교에서도 마찬가지로 화학중합형인 대조군에서 높은 인장결합강도를 나타냈으나 상대적으로 광중합형인 실험군에서는 낮은 인장결합강도를 나타냈으며(Table 4, Fig.3) 이는 내부에 식립된 분리장치가 급속으로 제작되어 빛이 투과하지 못한 결과로 생각되며 빛이 투과될 수 있는 분리장치의 개발이 요구되었다.

또한 이 전의 미세누출에 관한 연구에서 교합면측과 치은측 변연부 미세누출의 비교시 교합면측이 치은측보다 전반적으로 적게 나타났다고 보고하고 있는데 이는 아직까지도 범랑질의 산부식 개념을 이용한 기계적 결합이

상아질 및 백아질과의 결합보다 우세하며 이러한 결과는 상아/백아질과의 결합증진을 위한 향후 연구과제를 시사하고 있다.

이상의 결과를 종합하여 보면 상아질이 포함된 와동에서 광중합형 복합레진을 단독으로 충전하는 것 보다는 상아질 부위에 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 부분적으로 사용하는 것이 치질과의 결합과 중합시 수축을 줄일 수 있을 것으로 생각되며 단독충전이 요구되는 경우에도 광중합형 복합레진 보다는 화학적으로 결합이 가능한 글라스아이오노머 시멘트를 사용하는 것이 바람직하고 광조사기기에 있어서는 급속히 중합되는 아르곤 레이저보다는 광조사 시간이 보다 긴 광조사기를 이용하는 것이 중합시 수축량을 줄일 수 있어 나아가 치질에서의 수복물 탈락을 방지할 수 있을 것으로 사료된다.

## V. 결 론

치질과의 인장결합강도를 측정 평가하기 위하여 140개의 치아를 수복방법 및 재료에 따라 대조군과 3개의 실험군으로 분류하고 다시 각 실험군을 광조사기기에 따라 A, B군으로 분류한 다음, 교정용 0.7mm wire와 bracket을 이용하여 수복물이 치질에서 분리가능하도록 장치를 와동내에 식립하고 각 재료를 수복방법에 따라 수복한 후 만능측정시험기로 측정, 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 각 군에 따른 인장결합강도의 비교시 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 단독충전하고 XL-1,000으로 중합시킨 실험2군 B가 18.89 kgf로 가장 높게 나타났고 광중합형 복합레진을 단독충전하고 아르곤 레이저로 중합시킨 실험1군 A가 11.68 kgf로 가장 낮게 나타났다( $p < 0.01$ ).
2. 광중합기기에 따른 인장결합강도의 비교시 광중합조사기인 XL-1,000으로 중합시킨 경우가 16.63 kgf로 높게 나타났고 아르곤 레이저기기를 사용한 경우가 13.73 kgf로 낮게 나타났다( $p < 0.01$ ).
3. 각종 수복방법 및 재료에 따른 실험군 간의

인장결합강도의 비교시 광중합형 글라스아이오노머시멘트를 단독충전한 실험2군이 17.56 kgf로 가장 높게 나타났고 광중합형 복합레진을 단독 충전한 경우가 13.03 kgf로 가장 낮게 나타났다( $p < 0.01$ ).

이상의 연구결과 광중합형 글라스아이오노머시멘트를 단독으로 와동내에 충전하고 광중합조사기를 이용하여 중합시킨 경우가 가장 강한 인장결합강도를 보여 임상에서 수복물의 탈락가능성을 줄일 수 있는 재료 및 방법으로 사료된다.

### 참고문헌

1. 강미선, 허 복 : “와동벽에 대한 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 적합도”, 「대한치과보존학회지」, 20(1) : 173-182, 1995.
2. 강창성, 박성호, 이정석 : “수종 상아질 접착제의 제 V급 와동에서의 미세 변연누출에 관한 연구”, 「대한치과보존학회지」, 20(1) : 261-274, 1995.
3. 김 덕, 민병순 : “광중합형 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진과의 전단결합강도에 관한 연구”, 「대한치과보존학회지」, 19(2) : 447-459, 1994.
4. 노봉환, 황호길, 조영곤 : “글라스 아이오노머 시멘트의 표면처리방법에 따른 복합레진과의 전단결합강도에 관한 연구”, 「대한치과보존학회지」, 20(1) : 362-371, 1995.
5. 신용필, 이찬영, 이승중, 이정석 : “V급 와동 변연부 형태 및 복합레진 종류에 따른 변연누출에 관한 실험적 연구”, 「대한치과보존학회지」, 12(1) : 107-117, 1986.
6. 신창승, 이정석 : “Sandwich 술식이 제V급 와동의 미세변연누출에 미치는 영향에 대한 연구”, 「대한치과보존학회지」, 18 : 447-462, 1993.
7. 임정문, Oilo, G. : “Glass ionomer cement의 상아질 결합력에 관한 연구”, 「대한치과보존학회지」, 19(2) : 633-640, 1994.
8. 용승희, 이정석 : “광중합형 Glass Ionomer Cement의 표면처리 방법에 따른 복합레진과의 결합력에 관한 실험적 연구”, 「대한치과보존학회지」, 17(2) : 421-430, 1992.
9. 윤동호, 박상진 : “상아질 표면 처리에 의한 상아질과 복합레진의 결합에 관한 연구”, 「대한치과보존학회지」, 17(1) : 36-54, 1992.
10. 이광우, 홍찬의, 신동훈 : “상아질 표면처리가 글라스 아이오노머 시멘트의 결합강도에 미치는 영향에 관한 연구”, 「대한치과보존학회지」, 17(1) : 104-114, 1992.
11. 정상백, 임미경 : “상아질 전처리 방법이 상아질과 Glass Ionomer Cement간의 결합강도에 미치는 영향에 대한 실험적 연구”, 「대한치과보존학회지」, 17(2) : 355-364, 1992.
12. 정인교, 민병순 : “온도 및 습도가 Glass-ionomer cement와 Composite resin의 접착강도에 미치는 변화에 관한 연구”, 「대한치과보존학회지」, 16(1) : 60-73, 1991.
13. 조현경, 이정석 : “Argon이온 레이저 중합에 의한 Composite resin의 물성에 관한 연구”, 「대한치과보존학회지」, 17(1) : 69-82, 1992.
14. 한승원, 박상진 : “Glass ionomer cement를 이장한 Composite resin의 변연 적합성에 관한 연구”, 「대한치과보존학회지」, 14(2) : 5-19, 1989.
15. 황호길, 박주식 : “수복방법에 따른 복합레진 및 글라스아이오노머 시멘트의 변연부 미세누출에 관한 연구”, 「대한치과보존학회지」, 21 (1) : 174-186, 1996.
16. 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.
17. Balanko, M., Suzuki, M. and Jordan, R.E. : “Conservative Esthetic Geriatric Restoration Using Anhydrous Glass Ionomer”, J.Esthetic.Dent., 3 : 217-220, 1991.

18. Blankenau, R.J., Powell, G.L., Kelsey, W.P., Anderson, D.M. and Kelsey, N. : "A Comparison of the Diametral Tensile Strength Values of Pit and Fissure Sealants Polymerized with an Argon Laser and an Incandescent Light Source", *J. of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 12 : 75-78, 1994.
19. Buonocore, M.G. : "Simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces", *J.Dent.Res.*, 34 : 849, 1955.
20. Charbeneau, G.T. and Bozell III, R.R. : "Clinical evaluation of a glass ionomer cement for restoration of cervical erosion", *J.A.D.A.*, 98 : 936-939, 1979.
21. Friedl, K.H., Powers, J.M. and Hiller, K.A. : "Influence of Different Factors on Bond Strength of Hybrid Ionomers", *Oper. Dent.*, 20 : 74-80, 1995.
22. Galan, D. : "Clinical Application of Restore Glass-Ionomer Restorative in Older Dentition s", *J.Esth.Dent.*, 3 : 221-226, 1991.
23. Garberoglio, P. : "The Ratio of the densities of dentinal tubules on the cervical and axial walls in cavities", *Quint.Int.*, 25 : 49-52, 1994.
24. Hinoura, K., Suzuki, H. and Onose : "Factors Influencing Bond Strengths between Unetched Glass Ionomers and Resins", *Oper.Dent.*, 16 : 90-95, 1991.
25. Hosoda, H., Inokoshi, S., Shimada, Y., Harnirattisai, C. and Otsuki, M. : "Pulpal Response to a New Light-cured Composite Placed in Etched Glass-Ionomer Lined Cavities", *Oper.Dent.*, 16 : 122-129, 1991.
26. Hotta, M., Kondoh, K., Yamamoto, K. and Kimura, K. : "Comparison of Air-dried Treatments after Etching on the Micro mechanical Bonding of the Composite to Ionomer Surface", *Oper.Dent.*, 16 : 169-174, 1991.
27. Inokoshi, S., Hosoda, H., Harnirattisai, C. and Shimada, Y. : "Interfacial Structure between Dentin and Seven Dentin Bonding Systems Revealed Using Argon Ion Beam Etching", *Oper.Dent.*, 18 : 8-16, 1993.
28. Kawahara, H., Imanishi, Y. and Oshima, H. : "Biological Evaluation on Glass Ionomer Cement", *J.Dent.Res.*, 58 : 1080-1086, 1979.
29. Knibbs, P.J. : "A clinical report on the use of a glass ionomer cement to restore cervical margin lesions", *J.Oral Rehabil.*, 14 : 105-109, 1987.
30. Kutsch, V.K. : "Lasers in dentistry : Comparing wavelengths", *J.A.D.A.*, 124 : 49-53, 1993.
31. Litkowski, J.L. and Swierczewski, M. : "Root Surface Marginal Microleakage of Composites : Comparison of Cavosurface Finishes", *Oper.Dent.*, 16 : 13-16, 1991.
32. Maldonado, A., Swartz, M.L. and Phillips, R.W. : "An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cement", *J.A.D.A.*, 96 : 785-791, 1978.
33. Matis, R.S., DeWald, J.P., Moody, C.R. and Ferracane, J.L. : "Marginal Leakage in class V composite resin restorations with glass ionomer liners in vitro", *J.Prost. Dent.*, 63 : 522-525, 1990.
34. McLean, J.W. : "The future of restorative materials", *J.Prost.Dent.*, 42 : 154-158, 1979.
35. McLean, J.W., Prosser, H.J. and Wilson, A.D. : "The Use of Glass-ionomer Cements in Bonding Composite Resins to Dentin", *Br.Dent.J.*, 158, 1985.
36. Miserendino, L.J. and Pick, R.M. : *Lasers in Dentistry*, Quintessence Publishing Co., p. 217-230, 1995.
37. Mount, G.J. : "Longevity of glass ionomer

- cements", *J.Prost.Dent.*, 55 : 682–685, 1986.
38. Muzynski, B.L., Greener, E., Jameson, L. and Malone, W.F.P. : "Fluoride release from glass ionomers used as luting agents", *J.Prost.Dent.*, 60 : 41–44, 1988.
  39. Patrick Kelsey, B.W., Blankenau, R.J., Powell, G.L., Barkmeier, W.W. and Stormberg, E.F. : "Power and Time Requirements for Use of the Argon Laser to Polymerize Composite Resins", *J. of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 10 : 273–278, 1992.
  40. Powell, L.V., Johnson, G.H. and Gordon, G.E. : "Factors Associated with Clinical Success of Cervical Abrasion/Erosion Restorations", *Oper.Dent.*, 20 : 7–13, 1995.
  41. Reinhardt, J.W., Swift, E.J. and Bolden, A.J. : "A National Survey on the Use of Glass-Ionomer Cements", *Oper.Dent.*, 18 : 56–60, 1993.
  42. Sidhu, S.K. and Henderson, L.J. : "In vitro marginal leakage of cervical composite restorations lined with a light-cured glass ionomer", *Oper. Dent.*, 17 : 7–12, 1992.
  43. Sim, T.P.C. and Sidhu, S.K. : "The effect of dentinal conditioning on light-activated glass-ionomer cement", *Quint.Int.*, 25 : 505–508, 1994.
  44. Simmons, E.W., Barghi, N. and Muscott, Jr. : "Thermocycling of pit and fissure sealants", *J.Dent.Res.*, 55 : 606–610, 1976.
  45. Sparks, J.D., Hilton, T.J., Davis, R.D. and Reagan, S.E. : "The Influence of Matrix Use on Microleakage in Class 5 Glass-Ionomer Restorations", *Oper.Dent.*, 17 : 192–195, 1992.
  46. Swift, E.J., Pawlus, M.A. and Vargas, M.A. : "Shear Bond Strengths of Resin-modified Glass-Ionomer Restorative Materials", *Oper.Dent.*, 20 : 138–143, 1995.
  47. Tam, L.E., Dev, S. and Pilliar, R.M. : "Fracture Toughness of Conventional or Photopolymerized Glass Ionomer/Dentin Interfaces", *Oper.Dent.*, 20 : 144–150, 1995.
  48. Tam, L.E., Mccomb, D. and Pulver, F. : "Physical Properties of Proprietary Light-cured Lining Materials", *Oper.Dent.*, 16 : 210–217, 1991.
  49. Tveit, A.B. and Gjerdet, N.R. : "Fluoride release from a fluoride-containing amalgam, a glass ionomer cement and a silicate cement in artificial saliva", *J.Oral Rehabil.*, 8 : 237–241, 1981.
  50. Wesenberg, G.W. and Hals, E. : "The structure of experimental in vitro lesions around glass ionomer cement restorations in human teeth", *J.Oral Rehabil.*, 7 : 175–184, 1980.
  51. Wilson, A.D. and Kent, B.E. : "A new translucent cement for dentistry : The glass ionomer cement", *Brit. Dent. J.*, 32 : 133–135, 1972.