# 상아질 접착에 대한 차아염소산 나트륨 용액의 영향

| 조선다 | 학교  | 대학원 |
|-----|-----|-----|
| え   | 의 학 | 과   |
| 박   | 병   | 철   |

박

병

철

# 상아질 접착에 대한 차아염소산 나트륨 용액의 영향

Influence of sodium hypochlorite solution on dentin bonding

### 2008년 8월 일

# 조선대학교 대학원

## 치의학과

### 박 병 철

# 상아질 접착에 대한 차아염소산 나트륨 용액의 영향

지도교수 조 영 곤

이 논문을 치의학 박사학위 논문으로 제출함.

2008년 4월 일

조선대학교 대학원

치의학과

박 병 철

# 박병철의 박사학위 논문을 인준함.

- 위원장 서울대학교 교수 손 호 현 인
- 위 원 단국대학교 교수 신 동 훈 인
- 위 원 조선대학교 교수 윤 창 륙 인
- 위 원 조선대학교 교수 김 흥 중 인
- 위 원 조선대학교 교수 조 영 곤 인

2008년 6월 일

## 조선대학교 대학원

| 목 | 차 |
|---|---|
| , | , |

| ABSTRACT v     |
|----------------|
| I. 서론          |
| Ⅱ. 실험재료 및 방법 4 |
| Ⅲ. 실험결과        |
| Ⅳ. 총괄 및 고찰     |
| V. 결론          |
| 참고문헌19         |
| 사진부도           |

— i —

# 표 목 차

| Table | 1. | Adhesive system, composition and manufacturer 4                                                                    |
|-------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Table | 2. | Group classification 7                                                                                             |
| Table | 3. | Microshear bond strength (MPa) and failure mode analysis of each group11                                           |
| Table | 4. | Comparison of the microshear bond strength (MPa) before<br>and after treatment of 5% NaOCl in same adhesive system |
|       |    | by independent t-test                                                                                              |

# 도목차

| <ul> <li>Fig. 2. Representative mixed failure to dentin surface in B-1 group<br/>(X 100)</li> <li>Fig. 3. Representative mixed failure to dentin surface in A-2 group<br/>(X 100)</li> <li>Fig. 4. Representative adhesive failure to dentin surface in B-2 group<br/>(X 100)</li> <li>Fig. 5. Representative mixed failure to dentin surface in A-3 group<br/>(X 100)</li> <li>Fig. 6. Representative adhesive failure to dentin surface in B-3 group<br/>(X 100)</li> <li>Fig. 7. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-1 group<br/>(X 2,000)</li> <li>Fig. 8. Interface of dentin(D) and resin(R) in B-1 group<br/>(X 2,000)</li> <li>Fig. 9. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-2 group<br/>(X 2,000)</li> <li>Fig. 10. Interface of dentin(D) and resin(R) in B-2 group<br/>(X 1,000)</li> <li>Fig. 11. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-3 group<br/>(X 2,000)</li> <li>Fig. 11. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-3 group<br/>(X 2,000)</li> </ul>                                | Fig.   | 1. Representative adhesive failure to dentin surface in A-1 gro<br>(X 100)                 | up<br>23 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <ul> <li>Fig. 3. Representative mixed failure to dentin surface in A-2 group<br/>(X 100)</li> <li>Fig. 4. Representative adhesive failure to dentin surface in B-2 group<br/>(X 100)</li> <li>Fig. 5. Representative mixed failure to dentin surface in A-3 group<br/>(X 100)</li> <li>Fig. 6. Representative adhesive failure to dentin surface in B-3 group<br/>(X 100)</li> <li>Fig. 7. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-1 group<br/>(X 2,000)</li> <li>Fig. 8. Interface of dentin(D) and resin(R) in B-1 group<br/>(X 2,000)</li> <li>Fig. 9. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-2 group<br/>(X 2,000)</li> <li>Fig. 10. Interface of dentin(D) and resin(R) in B-2 group<br/>(X 1,000)</li> <li>Fig. 11. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-3 group<br/>(X 2,000)</li> <li>Fig. 11. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-3 group</li> <li>Fig. 11. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-3 group</li> <li>Fig. 11. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-3 group</li> </ul> | Fig. 2 | <ol> <li>Representative mixed failure to dentin surface in B-1 group<br/>(X 100)</li></ol> | 23       |
| <ul> <li>Fig. 4. Representative adhesive failure to dentin surface in B-2 group<br/>(X 100)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Fig. 3 | 3. Representative mixed failure to dentin surface in A-2 group<br>(X 100)                  | 23       |
| <ul> <li>Fig. 5. Representative mixed failure to dentin surface in A-3 group<br/>(X 100)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Fig. 4 | 4. Representative adhesive failure to dentin surface in B-2 gro<br>(X 100)                 | up<br>23 |
| <ul> <li>Fig. 6. Representative adhesive failure to dentin surface in B-3 group<br/>(X 100)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Fig. : | 5. Representative mixed failure to dentin surface in A-3 group<br>(X 100)                  | 23       |
| Fig. 7. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-1 group<br>(X 2,000)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Fig.   | 6. Representative adhesive failure to dentin surface in B-3 gro<br>(X 100)                 | up<br>23 |
| Fig. 8. Interface of dentin(D) and resin(R) in B-1 group<br>(X 2,000) 24 Fig. 9. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-2 group<br>(X 2,000) 24 Fig. 10. Interface of dentin(D) and resin(R) in B-2 group<br>(X 1,000) 24 Fig. 11. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-3 group<br>(X 2,000) 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Fig. ' | 7. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-1 group<br>(X 2,000)                           | 24       |
| Fig. 9. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-2 group<br>(X 2,000) 24 Fig. 10. Interface of dentin(D) and resin(R) in B-2 group<br>(X 1,000) 24 Fig. 11. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-3 group<br>(X 2,000) 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Fig. a | 8. Interface of dentin(D) and resin(R) in B-1 group<br>(X 2,000)                           | 24       |
| Fig. 10. Interface of dentin(D) and resin(R) in B-2 group<br>(X 1,000)24 Fig. 11. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-3 group<br>(X 2,000)24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Fig. 9 | 9. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-2 group<br>(X 2,000)                           | 24       |
| Fig. 11. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-3 group<br>(X 2,000)24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Fig.   | 10. Interface of dentin(D) and resin(R) in B-2 group<br>(X 1,000)                          | 24       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Fig.   | 11. Interface of dentin(D) and resin(R) in A-3 group<br>(X 2,000)                          | 24       |
| Fig. 12. Interface of dentin and resin in B-3 group<br>(X 2.000)24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Fig.   | 12. Interface of dentin and resin in B-3 group<br>(X 2,000)2                               | 24       |

– iii –

| Fig. 13. Dentin surface treated with $32\%$ phosphoric acid                 |
|-----------------------------------------------------------------------------|
| (X 2,000)25                                                                 |
| Fig. 14. Dentin surface treated with $32\%$ phosphoric acid and $5\%$ NaOCl |
| (X 2,000)25                                                                 |
| Fig. 15. Dentin surface treated with Clearfil SE Primer                     |
| (X 2,000)25                                                                 |
| Fig. 16. Dentin surface treated with Clearfil SE Primer and 5% NaOCl        |
| (X 2,000)25                                                                 |
| Fig. 17. Dentin surface treated with G-Bond (X 2,000)25                     |
| Fig. 18. Dentin surface treated with G-Bond and 5% NaOCl                    |
| (X 2,000)25                                                                 |

- iv -

### ABSTRACT

Influence of sodium hypochlorite solution on dentin bonding

Byung-Cheol Park Advisor : Young-Gon Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D. Department of Dentistry, Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the influence of 5% sodium hypochlorite (NaOCl) solution onto the dentin surfaces that had been treated with phosphoric acid or self-etching primers or self-etching adhesives.

The occlusal superficial dentin surfaces of 42 extracted teeth were exposed. Slabs were made and polished with 600 grit SiC papers. They were divided into three groups by the adhesive systems used (One-Step Plus, Clearfil SE Bond and G-Bond). Each group was subdivided according to dentin treatment: A) manufacturer's prototocol and B) the application of 5% NaOCl on the conditioned or adhesive-applied dentin surface.

Composite resins were bonded to dentin surfaces of each group using Tygon tubes for microshear bond strength (uSBS) test. Also composite cores were made for observing the interface of dentin surface and composite resin under FE-SEM. After storage in distilled water for 24 hours, the bonded specimens were subjected to uSBS test with a crosshead speed of 1 mm/min. The mean uSBS (n=20 for each group) was statistically compared using one-way ANOVA and Tukey HSD test and independent t-test. Fractured patterns were observed under FE-SEM after testing.

– v –

In conclusion, when One- Step Plus was used, the application of 5% NaOCl s increased the bond strength and showed the close adaptation and numbers of funnel-shaped long resin tags. Whereas, in cases of Clearfil SE Bond and G-Bond, the application of 5% NaOCl decreased the bond strength and showed gaps between the dentin and composite resin and a few of short resin tags.

– vi –

I. 서 론

치과영역에서 최근의 개념은 치질을 최소로 삭제하여 치아를 보존적으로 수복하 는 것이다. 이러한 추세에 따라 수복학 분야에서 접착제와 복합레진의 사용이 점차 증대되고 있다. 복합레진의 법랑질에 대한 접착은 법랑질의 무기질 성분과 높은 표 면에너지로 인하여 우수한 접착을 나타내고 있지만, 상아질에 대한 접착은 유기성 분과 낮은 표면에너지로 법랑질과 유사한 접착을 이루지 못하고 있다<sup>1)</sup>.

상아질과 복합레진의 적절한 접착을 위해 현재 사용되고 있는 접착시스템은 2가 지의 서로 다른 방식을 이용하고 있다. 첫 번째 방식은 주로 인산을 이용하여 도말 층을 완전히 제거하고 하방에 있는 건전한 상아질을 탈회함으로써 상아질의 콜라 겐 망상구조와 접착성 레진이 미세기계적인 결합을 이루도록 하는 것이다<sup>2)</sup>. 그러 나 이 방식은 건조 시 상아질 표면에 약간의 수분을 남겨두어야 하는 습윤접착 (wet bonding)과 같은 술식에 민감하며, 산부식 깊이와 단량체의 침투 깊이가 서 로 일치하지 않아 시간이 경과하면서 가수분해에 의해 접착력이 저하될 수 있는 단점을 가지고 있다<sup>3)</sup>. 또 다른 방식은 약한 산성의 기능성 단량체와 물을 이용하 여 도말층과 하방의 건전한 상아질을 부분적으로 탈회함으로써 접착제와 탈회된 도말층이 혼합되어 접착을 이루도록 하는 것이다<sup>4)</sup>. 이는 적용시간과 적용단계를 아주 단순화하였을 뿐 아니라 부식, 세척 및 건조와 같은 술식 민감성을 제거하였 고, 콜라겐의 노출을 방지하였다<sup>4)</sup>. 이러한 자가부식 접착시스템 (self-etching adhesive system)은 2단계와 1단계로 적용되는 시스템이다. 2단계로 적용되는 자가부식 프라이머 (self-etching primer)는 도말층을 침투하는 능력과 하방의 상 아질을 탈회시키는 깊이에 따라 mild (pH 2이상), moderate (pH 1-2) 및 aggressive (pH 1이하)로 분류된다<sup>5)</sup>. Aggressive한 프라이머는 도말층과 도말 플러그 (smear plug)를 완전히 제거하여 인산으로 처리한 상아질과 유사한 두께 의 혼화층 (hybrid layer)을 형성하고, mild한 프라이머는 상아세관을 개방시키 지 못하며 얇은 두께의 혼화층을 형성한다. 또한 1단계로 적용되는 단일단계 자가 부식 시스템은 부식, 프라이밍 및 접착과정을 한번의 과정으로 완성시킨다. 이러한 접착제는 이온화와 탈회를 위해 물이 필요하며, 이는 화학중합과 이원중합 복합레 진에 대한 부적합성, nanoleakge의 발생 및 중합 후 물에 의한 접착제의 투과성

- 1 -

을 나타내는 단점을 가지고 있다<sup>6.7)</sup>.

인산으로 상아질을 부식처리한 후 지지되지 않은 콜라겐 섬유의 역할에 대한 의 문이 제기되고 있다. 몇몇 연구에서는 상아질의 산부식 처리 후, 콜라겐 섬유는 취 약한 구조를 이루므로 상아질 접착에 기여하지 못하고 오히려 접착기전을 방해한 다고 보고하고 있다<sup>8)</sup>. 따라서 불안정한 접착을 방지하기 위해 산부식 처리 후 차 아염소산 나트륨 (NaOCl)을 이용하여 상아질의 콜라겐을 제거하는 탈단백법 (deproteinization)이 연구되었다. NaOCl은 단백용해제와 소독제로서 상아질 결 정구조에 포함된 마그네슘과 탄산이온은 물론 유기물을 제거할 수 있는 제재이다 <sup>9)</sup>.

상아질을 인산으로 처리한 후 NaOCl로 탈단백한 상아질의 변연누출과 결합강 도를 비교, 평가하기 위한 많은 연구가 보고되었으며 서로 상반된 결과를 보여주고 있다. 상아질에 적용된 NaOCl의 변연누출 효과에 관하여, Major 등<sup>10)</sup>은 5% NaOCl의 적용은 아세톤을 함유한 접착제를 사용한 상아질에서 변연미세누출을 감소시켰다고 보고하였으나, Toledano 등<sup>11)</sup>은 상아질을 인산으로 처리한 경우와 인산 처리 후 5% NaOCl을 적용한 경우 변연미세누출에서 통계적인 차이가 없었 다고 하였다. 상아질에 NaOCl을 적용한 후 결합강도의 변화에 관하여, Wakabayashi 등<sup>12)</sup>은 산부식 처리한 후 NaOCl의 적용은 인산만 적용하였을 때 보다 인장강도가 1.5배 증가하였다고 보고하였고, Toledano 등<sup>13)</sup>도 아세톤 함유 접착제 사용 시 상아질에 대한 전단결합강도가 증가되었다고 보고하였다. 그러나 Perdigao 등<sup>14)</sup>과 Frankenberger 등<sup>15)</sup>은 산부식 후 NaOCl의 적용은 상아질에 대한 결합강도를 감소시켰다고 하였다.

주사전자 현미경하에서의 상아질의 형태학적인 변화에 관하여, Prati 등<sup>16)</sup>은 인 산처리 후 NaOCl의 적용은 콜라겐 섬유를 완전히 제거하였고, 상아세관의 직경과 크기, 상아세관의 측지의 수는 증가되었으며, 혼화층이 관찰되지 않았다고 하였다. 또한 Pioch 등<sup>17)</sup>은 10% 인산으로 처리한 군에서 혼화층에 은이온이 침착되었지 만, 인산처리 후 NaOCl로 처리한 군에서는 nanoleakage가 발생되지 않았다고 하였다.

이상과 같이 인산을 이용한 접착시스템에서 산부식 처리 후 NaOCl을 적용한 경우 서로 다른 결합강도를 보여주고 있고, 특히 자가부식 접착시스템을 사용 할 경우 NaOCl의 적용이 결합강도에 미치는 효과를 평가한 연구가 거의 없는 실정

- 2 -

이다. 따라서 본 연구에서는 2종의 서로 다른 2단계 접착시스템과 1종의 단일단계 접착시스템을 사용하여 각 시스템에 포함된 산부식제나 자가부식 프라이머로 상아 질을 표면처리 한 후 5% NaOCl의 적용이 복합레진에 대한 결합강도와 계면에 미치는 영향을 평가하기 위하여 시행하였다.

- 3 -

### Ⅱ. 실험재료 및 방법

#### 실험재료

치관부에 결함이나 수복물이 없는 최근에 발거된 상·하악 대구치 42개를 실험 치아로 사용하였다. 접착시스템과 복합레진은 각각 One-step Plus와 Aelite Universal (Bisco Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.), Clearfil SE Bond와 Clearfil AP-X (Kuraray Medical Inc., Okayama, Japan), G-Bond와 Gradia Direct (GC Corporation, Tokyo, Japan)를 사용하였다 (Table 1). 접착제와 복합레진의 중합을 위해 Spectrum 800 광조사기 (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.)를 사용하였으며, 광강도는 500 mW/cm<sup>2</sup>를 이용하였다.

| Table 1. Adhesive system, | composition | and | manufacturer |
|---------------------------|-------------|-----|--------------|
|---------------------------|-------------|-----|--------------|

| A 11              |                                          |                          |
|-------------------|------------------------------------------|--------------------------|
| Adhesive system   | Composition                              | Manufacturer             |
| One-Step Plus     |                                          | Bisco Inc., Schaumburg,  |
| (two stop total-  | Uni-Etch: 32% phosphoric acid            | II IISA                  |
| (two step total   | Bond : BPDM, HEMA, aceton, glass         | IL, U.S.A.               |
| etching adhesive  | · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·    |                          |
| avetem)           | frit, photoinitiator                     |                          |
| System)           | Duine 10 MDD LIDMA meter hadren hille    |                          |
| Clearfil SE Bond  | Primer. 10-MDP, HEMA, water, hydrophilic |                          |
|                   | DMA, photoinitiator                      | Kuraray Medical Inc.,    |
| (two step self-   |                                          |                          |
| etching adhesive  | Bond · 10-MDP, BIS-GMA, HEMA,            | Okayama, Japan           |
| ctering duriesive | hydrophilic DMA, microfiller,            |                          |
| system )          |                                          |                          |
|                   | photoinitiator                           |                          |
| G-Bond            |                                          | GC Corporation Tokyo     |
| (one step self-   | 4-MET. phosphate ester. monomer. UDMA    |                          |
|                   |                                          | Japan                    |
| etching adhesive  | e silica, water, acetone, photoinitiator |                          |
| system)           |                                          |                          |
| BPDM: bisdi       | methacrylate, HEMA: Hydroxyethy          | lmethacrylate, 10-MDP:   |
| 10-Methacryloxy   | decyl dihydrogen phosphate, DMA: I       | Dimethacrylate, Bis-GMA: |
| D' 1 1 1 '1       |                                          |                          |

Bisphenol-glycidyl methacrylate, 4-MET: 4-Methacryloxyethyl trimellitate, UDMA: Urethane dimethacrylate.

- 4 -

#### 2. 실험방법

#### 가. 미세전단 결합강도 측정을 위한 시편제작

고속용 다이아몬드 버를 사용하여 30개의 상, 하악 대구치의 치근을 절단한 후, 공업용 접착제를 이용하여 치아의 절단면을 레진블록에 접착하였다. 주수하에서 Isomet Low Speed Saw (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, U.S.A.)를 이용하 여 교합면측의 법랑질 직하방 상아질을 노출시킨 후, 부착된 digital caliper (Mitutoyo Corp, Japan)를 이용하여 1.2 mm 두께의 상아질 절편을 제작하였 다. 각각의 절편 중 표층 상아질면은 600 grit silicone carbide (SiC) paper로 연마하였다. 30개의 절편을 무작위로 선택하여 6개의 군에 배정하였다. A-1 군, A-2 군, A-3 군은 접착시스템을 제조사의 설명에 따라 적용한 군이고, B-1 군, B-2 군, B-3 군은 상아질의 표면 처리 후 5% NaOCl에 2분간 적용한 후 접착 제를 적용한 군이다. 접착시스템을 적용하기 전, 각 절편의 상아질 표면은 air-water 시린지로 깨끗이 세척하고 건조하였다.

- (1) 군 분류와 상아질 표면 처리
- 1) A-1 군

Uni-Etch (Bisco Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.)를 상아질 표면에 적용하 여 15초간 산부식 처리하고 air-water 시린지로 철저히 10초간 세척하고 2초간 air 시린지로 가볍게 건조하였다. One-Step Plus 병을 3-5초간 흔들어주고 브러 쉬에 One-Step Plus를 충분히 적셔 상아질 표면에 연속적으로 2회 적용하였다. 최소한 10초간 공기시린지로 건조하고, Spectrum 800 광조사기로 10초간 조사하 였다 (Table 2).

2) A-2 군

Clearfil SE Bond의 프라이머를 공급된 솔에 적셔 상아질 표면에 적용하고 20 초간 방치한 다음, 5초간 air 시린지로 프라이머를 가볍게 건조하였다. Clearfil SE Bond의 접착제를 공급된 솔에 적셔 상아질 표면에 적용하고 air 시린지로 가 볍게 불어 상아질 표면에 충분히 퍼지도록 한 다음, Spectrum 800 광조사기로 10 초간 광조사하였다 (Table 2).

- 5 -

#### 3) A-3 군

G-Bond를 상아질 표면에 적용하고 10초간 기다린 다음, 공기시린지로 강하게 건조하고 Spectrum 800 광조사기로 10초간 조사하였다 (Table 2).

4) B-1 군

Uni-Etch를 상아질 표면에 적용하여 15초간 산부식 처리하고 air-water 시린 지로 철저히 10초간 세척하고 2초간 air 시린지로 가볍게 건조하였다. 5% NaOCl을 상아질 표면에 2분간 적용한 후 물로 2분간 세척하였다. 상아질 표면을 air 시린지로 가볍게 건조한 후 브러쉬에 One-Step Plus를 충분히 적셔 상아질 표면에 연속적으로 2회 적용하였다. 최소한 10초간 공기시린지로 건조하고, Spectrum 800 광조사기로 10초간 조사하였다 (Table 2).

5) B-2 군

Clearfil SE Bond의 프라이머를 공급된 솔에 적셔 상아질 표면에 적용하고 20 초간 방치한 다음, 5초간 air 시린지로 프라이머를 가볍게 건조하였다. 5% NaOCl을 상아질 표면에 2분간 적용한 후 물로 2분간 세척하였다. 상아질 표면을 air 시린지로 가볍게 건조한 후, Clearfil SE Bond의 접착제를 공급된 솔에 적셔 상아질 표면에 적용하고 air 시린지로 가볍게 불어 상아질 표면에 충분히 퍼지도 록 한 다음, Spectrum 800 광조사기로 10초간 광조사하였다 (Table 2).

6) B-3 군

G-Bond를 상아질 표면에 적용하고 10초간 기다린 다음, 공기시린지로 강하게 건조하였다. 5% NaOCl을 상아질 표면에 2분간 적용한 후 물로 2분간 세척하였 다<sup>11)</sup>. 상아질 표면을 air 시린지로 건조한 후, G-Bond를 상아질 표면에 다시 적 용하고 10초간 기다린 다음, 공기시린지로 강하게 건조하고 Spectrum 800 광조사 기로 10초간 조사하였다 (Table 2).

- 6 -

Table 2. Group classification

| Group | Bonding procedures on dentin surfaces                                               |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| A-1   | Uni-Etch(15s)→One-Step Plus(2 times)→LC(10s)                                        |
| A-2   | SE Primer(20s) $\rightarrow$ SE Bond (1 time) $\rightarrow$ LC(10s)                 |
| A-3   | $G-Bond(10s) \rightarrow LC(10s)$                                                   |
| B-1   | Uni-Etch(15s)→5% NaOCl(2m)→One-Step Plus(2                                          |
|       | $times) \rightarrow LC(10s)$                                                        |
| B-2   | SE Primer(20s) $\rightarrow$ 5% NaOCI(2m) $\rightarrow$ SE Bond (1                  |
| D 0   | $time) \rightarrow LC(10s)$                                                         |
| в-3   | $G-Bond(10s) \rightarrow 5\% NaOCl(2m) \rightarrow G-Bond(10s) \rightarrow LC(10s)$ |

(2) 복합레진의 접착

각 군의 방법에 따라 처리된 상아질 표면에 내경 0.5 mm, 높이 2 mm의 Tygon tube (Saint-Gobain Performance Plastic Co., Beaverton, MI, U.S.A.) 를 위치시킨 다음, A-1 군과 B-1 군은 Aelite Universal (A2 색조)을, A-2 군과 B-2 군은 Clearfil AP-X (A2 색조), A-3 군과 B-3 군은 Gradia Direct (A2 색 조)를 충전하고 Spectrum 800 광조사기로 20초간 조사하였다. 각 군당 모두 20개의 복합레진을 접착한 후, 실온의 증류수에 24시간동안 보관하였다.

(3) 미세전단 결합강도의 측정

결합강도를 측정하기 전 복합레진에 부착된 Tygon tube를 #15 blade로 제거 하였다. 시험장치에 시편을 cyanoacrylate 접착제 (ALTECO Korea Inc., Pyungtaek, Korea)를 사용하여 접착시킨 후, universal testing machine (EZ test, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)의 jig에 시험장치를 고정하고 상부 의 고정부위와 하부의 복합레진에 0.3 mm 두께의 교정용 철사(Tomy International Inc., Tokyo, Japan)를 평행하게 걸었다. 상아질 표면에서 복합 레진이 분리될 때 까지 분당 1.0 mm의 cross-head speed로 전단하중을 가하여 미세전단 결합강도를 측정하였다.

- 7 -

#### (4) 통계분석

각 군의 상아질에 대한 미세전단 결합강도의 유의성 검정은 통계분석 프로그램인 SPSS (ver. 11.0)에서 one-way ANOVA를 이용하여 비교하였으며, Tukey의 HSD 방법을 이용하여 각 군 간의 결합강도를 p=0.05 유의수준에서 분석하였다. 또 한 동일한 접착제를 사용한 군의 미세전단 결합강도 간의 유의성 검정은 독립 t-검정 을 이용하여 p=0.05 유의수준에서 분석하였다.

#### 나. 파절양상의 관찰

미세전단 결합강도를 측정한 각 군의 각 시편을 stub에 부착하여 12 KV 전압 하에서 1분 동안 백금을 700Å 두께로 도금한 후, FE-SEM (S-4800: Hitachi High Technologies Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 저배율에서 각 시편의 파 절양상을 관찰하였다.

#### 다. 상아질과 복합레진 계면 및 처리된 상아질 표면의 관찰을 위한 시편제작

고속용 다이아몬드 버를 사용하여 12개의 상, 하악 대구치의 치근을 절단한 후, 미세인장 결합강도의 측정을 위한 시편제작과 동일한 방법으로 교합면의 상아질을 노출한 후 2.0 mm 두께의 상아질 절편을 제작하고, 각 절편의 표층 상아질 면을 600 grit SiC paper로 연마하였다. 각 군당 2개의 절편을 배정하고 이 중 1개의 절편은 상아질과 복합레진의 계면 관찰을 위해 각 군의 방법에 따라 상아질 면을 처리한 후 2.0 mm 두께의 복합레진을 축조하고 Spectrum 800 광조사기로 20 초간 광중합하였다. 각 시편은 실온의 증류수에 24시간동안 보관한 후, 고속의 다 이아몬드 버를 이용하여 각 시편을 직사각형 형태로 다듬었다. Isomet Low Speed Saw를 이용하여 각 시편에 상아질과 복합레진이 포함되도록 이등분한 다 음, 절단된 표면을 600 grit SiC paper로 연마하고 초음파 세척기에서 3분간 세 척하였다. 각 시편을 6 mol/L의 염산용액에 30초간 침적한 다음, 증류수에 세척 하고 1% NaOCl에 10분간 침적한 후 다시 증류수에 세척하고 air 시린지로 건조 하였다.

각 군 중 또 다른 1개의 절편은 각 군의 방법에 따라 상아질을 표면 처리한 다음, 5% NaOCl로 처리하기 전과 후의 표면변화를 비교, 관찰하기 위해 시편을 제작하였다.

- 8 -

각 군의 시편을 stub에 부착하여 12 KV 전압 하에서 1분 동안 백금을 700Å 두께로 도금한 후, FE-SEM을 이용하여 고배율로 각 군의 상아질과 복합레진의 계면을 관찰하였다.

- 9 -

### Ⅲ. 실험결과

#### 1. 미세전단 결합강도

각 군의 상아질에 대한 미세전단 결합강도의 평균치와 표준편차는 Table 3에 표시하였다. 각 군의 미세전단 결합강도는 A-1 군에서 24.34 ± 3.12 MPa, A-2 군에서 43.13 ± 6.34 MPa, A-3 군에서 35.62 ± 4.20 MPa, B-1 군에서 43.08 ± 6.67 MPa, B-2 군에서 37.06 ± 7.84 MPa, B-3 군에서 26.36 ± 5.85를 나타내어 A-2 군이 가장 높은 결합강도를 나타냈으며, A-1 군이 가장 낮 은 결합강도를 나타냈다 (Table 3).

상아질을 표면처리한 후 5% NaOCl을 적용하지 않는 경우와 적용한 경우에서 접착제의 종류에 따른 미세전단 결합강도의 차이를 검정하기 위하여 one-way ANOVA를 시행한 후 Tukey HSD로 사후 검정을 하였다. 5% NaOCl을 적용하 지 않는 경우에서 A-2 군은 A-1 군과 A-3 군보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나타내었으며, A-1 군은 A-2 군과 A-3 군보다 통계학적으로 낮은 결합강도를 나타내었다 (p < 0.01). 5% NaOCl을 적용한 경우에서 B-1 군은 B-2 군과 B-3 군보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나타내었으며, B-3 군은 B-1군과 B-2 군보다 통계학적으로 낮은 결합강도를 나타내었다 (p < 0.01).

동일한 접착제에서 상아질을 표면처리한 후 5% NaOCl의 적용유무에 따른 각 군 간의 미세전단 결합강도 차이를 알아보기 위하여 독립 t-검정을 시행한 결과, A-1 군은 B-1군 보다 통계학적으로 낮은 결합강도를 나타내었으며 (p < 0.01), A-2 군과 A-3군은 각각 B-2 군과 B-3 군보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나 타내어 (p < 0.05) 5% NaOCl의 적용은 사용된 접착제의 종류에 따라 결합강도 를 증가시키거나 감소시켰다 (Table 4).

- 10 -

|       | Microshear bond               | Failure mode |         | No. of   |
|-------|-------------------------------|--------------|---------|----------|
| Group | strength                      | Adhesive     | Mixed   | specimen |
| A-1   | $24.34 \pm 3.12^{\text{A}}$   | 15(75%)      | 5(25%)  | 20       |
| A-2   | $43.13 \pm 6.34$ <sup>B</sup> | 11(55%)      | 9(45%)  | 20       |
| A-3   | $35.62 \pm 4.20^{\circ}$      | 12(60%)      | 8(40%)  | 20       |
| B-1   | $43.08 \pm 6.67$ <sup>B</sup> | 7(35%)       | 13(65%) | 20       |
| B-2   | $37.06 \pm 7.84$ <sup>c</sup> | 14(70%)      | 6(30%)  | 20       |
| B-3   | $26.36 \pm 5.85$ <sup>A</sup> | 13(65%)      | 7(35%)  | 20       |

Table 3. Microshear bond strength (MPa) and failure mode analysis of each group

Different letters (<sup>A,B,c</sup>) indicate statistically significant difference between groups at p=0.05 (by Tukey HSD).

Table 4. Comparison of the microshear bond strength (MPa) before and after treatment of 5% NaOCl in same adhesive system by independent t-test

| Group      | Microshear bond strength             | t-value | Sig.  |
|------------|--------------------------------------|---------|-------|
| A-1<br>B-1 | $24.34 \pm 3.12$<br>$43.08 \pm 6.67$ | -11.381 | 0.000 |
| A-2        | $43.13 \pm 6.34$                     | 2 690   | 0 011 |
| B-2<br>4-3 | $37.06 \pm 7.84$<br>$35.62 \pm 4.20$ | 2.030   | 0.011 |
| B-3        | $26.36 \pm 5.85$                     | 5.752   | 0.000 |

#### 2. 파절양상

주사전자현미경 하에서 접착성 파절 (adhesive failure)은 A-1 군, B-2 군, B-3 군에서 65-75%가 관찰되었다 (Table 3, Fig. 1, 4, 6). 혼합성 파절 (mixed adhesive failure)은 B-1 군, A-2 군, A-3 군에서 40-65%가 관찰되 었다 (Table 3, Fig. 2, 3, 5).

3. 상아질과 복합레진 계면 및 상아질 표면의 주사전자현미경 소견

#### 1) 상아질과 복합레진 계면의 주사전자현미경 소견

A-1 군은 복합레진과 상아질 계면은 분리된 양상을 나타내었고, 복합레진에서

- 11 -

상아질측으로 긴 레진테크가 다수 관찰되었다 (Fig. 7). B-1군은 복합레진과 상아질 계면은 긴밀한 접착을 나타내었고, 복합레진에서 상아질 측으로 깔대기 모 양의 긴 레진테크가 다수 관찰되었다 (Fig. 8).

A-2 군은 복합레진과 상아질 계면은 긴밀한 접착을 이루고 있었으며, 복합레진 에서 상아질측으로 A-1군보다 짧은 20-80 µm정도의 레진테크가 다수 관찰되었 다 (Fig. 9). B-2 군은 복합레진과 상아질 계면은 200 µm정도의 일정한 간극이 관찰되었고, 복합레진에서 간극사이로 레진테크가 관찰되었다 (Fig. 10).

A-3 군은 복합레진과 상아질 계면은 긴밀한 접착을 이루고 있었으며, 복합레진 에서 상아질측으로 20 µm정도의 아주 짧은 레진테크가 소수 관찰되었다 (Fig. 11). B-3 군은 복합레진과 상아질 계면은 60 µm정도의 일정한 간극이 관찰되었 고, 복합레진에서 간극사이로 짧은 레진테크가 소수 관찰되었다 (Fig. 12).

#### 2) 5% NaOCl로 처리하기 전과 후의 상아질 표면의 주사전자현미경 소견

32% 인산으로 처리한 A-1 군에서는 다수의 상아세관과 부드러운 상아질 표면 이 관찰되었다 (Fig. 13). 32% 인산처리 후 5% NaOCl을 적용한 B-1 군에서 는 A-1군보다 직경이 큰 상아세관과 함께 거친 상아질 표면이 관찰되었다 (Fig. 14). Clearfil SE primer로 처리한 A-2 군에서는 다공성의 불규칙한 형태의 큰 입자들이 상아질 표면을 덮고 있었으며, 상아세관은 관찰되지 않았다 (Fig. 15). Clearfil SE primer처리 후 5% NaOCl을 적용한 B-2 군에서는 분화구 형태의 상아질 표면이 미약하게 관찰되었고, 나머지부분은 광택나는 면으로 상아질 면을 덮고 있었다 (Fig. 16). G-Bond를 적용한 A-3 군에서는 비교적 큰 원형과 같 은 형태에 의해 상아질 면이 관찰되었고, 다른 부위는 비교적 거친 면으로 상아질 이 덮여있었다 (Fig. 17). G-Bond적용 후 5% NaOCl을 적용한 B-3 군에서 상아질의 대부분이 거친 면으로 덮여 있었고, 소수의 작은 분화구 형태에 의해 상 아질 면이 미약하게 노출되었다 (Fig. 18).

-12 -

### Ⅳ. 총괄 및 고찰

상아질을 삭제하면 상아질 표면에는 도말층이 형성되고, 도말층의 낮은 침투성과 습윤성으로 인해 상아질에 대한 접착제의 접착력은 약화된다. 이러한 도말층은 인 산이나 프라이머를 사용하여 제거하거나 변형시킴으로써 접착력을 향상시킬 수 있 다<sup>4)</sup>. 그러나 인산에 의한 상아질의 산부식 및 부식처리 후 건조는 콜라겐 섬유의 표면장력을 저하시켜 콜라겐의 붕괴를 일으킬 수 있으며, 이는 접착성 레진의 침투 를 더욱 어렵게 할 수 있다<sup>18)</sup>.

Cobb 등<sup>19)</sup>은 5% NaOCl을 사용하여 지지되지 않은 노출된 콜라겐 층을 제거 함으로써 상아질에 대한 레진침투를 증가시켰다고 보고하였다. NaOCl은 실온에서 유기성분을 효과적으로 제거하는 단백용해제이며, 또한 항균작용을 가지고 있다 <sup>20)</sup>. 이는 임상적으로 근관에 있는 괴사된 조직을 제거하는 근관세척제와 상아질 우식증을 진단하는 약제에 포함되어 사용되고 있으며<sup>21,22)</sup>, 실험실적으로는 상아질 을 인산처리한 후 콜라겐을 제거하거나 복합레진 접착 후 발생되는 가수분해에 대 한 내구성 (durability)을 평가하기 위한 용액으로 사용되고 있다<sup>23,24)</sup>.

본 연구는 상아질 표면처리 후 5% NaOCl의 적용이 상아질 접착에 미치는 영 향을 평가하기 위하여 시행하였다. 본 연구에서 5% NaOCl을 적용하지 않은 경 우 A-2 군은 A-1 군과 A-3군보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나타냈으며, 5% NaOCl을 적용한 경우에서는 B-1 군이 B-2 군과 B-3 군보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나타냈다 (p < 0.01)(Table 3). 본 연구에서 One-Step Plus 를 사용한 경우, 상아질을 인산으로 부식처리한 후 NaOCl의 적용이 결합강도를 향상시키는 것으로 나타냈는데, 이러한 결과는 아세톤 함유 접착제를 이용한 실험 에서 상아질을 인산처리한 후 NaOCl의 적용이 결합강도를 향상시켰다고 보고한 Cobb 등<sup>19)</sup>, de PA Saboia 등<sup>25)</sup> 및 Inai 등<sup>26)</sup>의 연구결과와 일치하였다.

본 연구의 주사전자현미경 소견에서 32% 인산으로 처리한 A-1 군은 다수의 상 아세관과 부드러운 상아질 표면이 관찰되었고 (Fig. 13), 복합레진과 상아질 계면 은 분리된 양상을 나타내었다 (Fig. 7). 32% 인산으로 처리한 후 5% NaOCl를 적용한 B-1 군은 A-1 군보다 직경이 큰 상아세관과 거친 상아질 표면이 관찰되었 고 (Fig. 14), 복합레진에서 상아질측으로 깔대기 모양의 긴 레진테그가 관찰되었 다 (Fig 8). 또한 미세전단 결합강도를 측정한후 파절된 시편에서 혼합성 파절은

- 13 -

B-1 군에서 65%, A-1 군에서 5%를 나타내어 B-1군에서 혼합성 파절의 비율이 높게 나타났다 (Table 3).

인산으로 부식처리한 상아질 표면과 인산처리 후 NaOCl을 적용한 상아질 표면 의 변화를 주사전자현미경인 관찰을 통하여 비교한 연구가 많이 보고되었다. Perdigao 등<sup>27)</sup>은 인산처리 후 NaOCl을 적용한 상아질에서 더 넓은 상아세관 입 구와 거친 상아질 표면이 관찰되었다고 하였다. de PA Saboia 등<sup>25)</sup>은 인산처리 후 10% NaOCl의 적용은 콜라겐 망상구조를 제거하였고, 더욱 불규칙한 관간 상 아질과 깔대기 모양의 상아세관이 관찰되었다고 보고하였다. 또한 Montes 등<sup>4)</sup>은 인산처리 후 NaOCl을 적용한 상아질 표면은 침식된 또는 좀먹은 모양 (eroded or moth-eaten aspect)으로 나타났으며, 인산처리한 경우보다 큰 직경과 깔대기 (funnel) 모양의 세관입구가 관찰되었다고 하였다. 이상의 주사전자현미경적인 소 견은 본 연구에서 상아질을 인산으로 부식처리한 후 5% NaOCl 적용한 실험 B-1 군의 현미경적인 소견과 일치하였다.

본 연구에서 One-Step Plus를 사용한 경우, NaOCl을 적용한 실험 B-1 군이 A-1 군보다 높은 결합강도를 나타낸 이유는 NaOCl 처리 후 상아질 표면의 형태 학적인 변화와 상아질의 습윤능 (wettability) 증가<sup>13)</sup> 및 One-Step Plus에 포 함된 아세톤의 물을 추적하는 능력<sup>25,28)</sup>에 의해 레진 접착제가 상아질로 잘 침투되 었기 때문으로 생각된다. 한편, Prati 등<sup>16)</sup>은 상아질을 인산으로 처리한 후 NaOCl을 적용한 경우, 높은 결합강도를 보인 이유에 대하여 상아질과 복합레진의 접착계면에서 혼화층이 형성되지 않고 직접 접착을 이루는 reverse hybride layer가 형성되기 때문이라고 보고하였다.

자가부식 프라이머는 도말층을 완전히 제거하지 않지만 도말층을 통해 도말 플 러그로 침투된다<sup>4)</sup>. 이는 콜라겐의 노출에 의한 콜라겐의 붕괴를 방지할 수 있는 아주 간단한 상아질 표면 처리방법이다. 또한 자가부식 프라이머는 적용 후 단지 용매를 증발시키기 위해서 건조를 하기 때문에 과건조 (overdry)에 의한 콜라겐 의 붕괴를 막을 수 있다<sup>4)</sup>. 본 연구에서 Clearfil SE Bond는 5% NaOCl을 적용 하지 않는 경우 (A-2 군)에서 5% NaOCl을 적용한 경우 (B-2 군)에 비해 통계 학적으로 높은 결합강도를 나타내어(p < 0.01)(Table 4) Clearfil SE primer의 사용 후 NaOCl의 적용은 상아질에 대한 결합력을 오히려 감소시키는 것으로 나 타났다. 이는 본 연구의 현미경적인 소견에서 A-2 군은 복합레진과 상아질 계면이

-14-

긴밀한 접착을 이루고 (Fig. 9) 표면은 다공성의 불규칙한 형태의 큰 입자들이 상 아질 표면을 덮고 있지만 (Fig. 15), B-2 군은 복합레진과 상아질 계면에 200 µm정도의 일정한 간극 (Fig. 10)과 상아질 표면이 대부분 광택나는 면으로 덮여져 있는 모습 (Fig. 16)과 미세전단 결합강도를 측정한 후 파절된 시편에서 접착성 파절이 A-2 군에서 55%, B-2 군에서 70%를 나타내어 A-2 군이 B-2 군보다 접착성 파절의 낮은 비율을 나타낸 것을 통해 Clearfil SE primer사용 시 NaOCl의 적용은 결합강도를 감소시켰다고 생각된다.

Montes 등<sup>29)</sup>은 Clerfil SE Bond의 프라이머를 적용한 후 10% NaOCl을 적 용하여 변연누출을 관찰한 결과 NaOCl을 적용하지 않은 경우보다 변연누출이 증 가되었다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 연구의 결과와 유사하게 나타났다. Montes 등<sup>4)</sup>은 Clearfil SE Bond의 프라이머로 처리된 상아질 면은 도말층의 용해와 부분적으로 용해된 도말 플러그가 존재하였지만, 프라이머 처리 후 NaOCl의 적용은 도말 플러그의 용해가 더 확실하게 관찰되었다고 보고하여 본 연구의 현미경적인 소견과 다르게 나타났다. 이러한 차이는 본 연구에서는 프라이 머 적용 후 프라이머를 제거하기 위한 어떠한 처리도 하지 않은 반면, 이들의 실험 에서는 프라이머를 아세톤으로 제거한 후 NaOCl을 적용하였기 때문으로 생각된 다.

자가부식 접착제의 부식효과는 치질의 미네날 성분과 작용하여 탈회와 레진침투 가 동시에 일어나 치질과 연속체를 형성하는 산성의 기능성 단량체와 관계된다<sup>30)</sup>. 1단계 접착시스템은 물과 물에 용해되는 HEMA와 같은 친수성 단량체를 포함하 며, 이러한 산성의 단량체는 상아질을 용해하고 침투하며, 산성의 단량체에서 유리 된 용액에 포함된 양자는 치질의 미네날 성분과 상호작용하게 된다<sup>30)</sup>. Radovic 등<sup>31)</sup>은 주사전자현미경적인 연구에서 mild한 부식을 나타내는 G-Bond는 다른 moderate한 1 단계 및 2 단계 자가부식 접착제와 비교하였을 때 다른 계면형태 즉, 상아세관으로의 레진침투와 명확한 혼화층이 관찰되지 않았으며, 레진테그의 모양은 불규칙하고 측지 (lateral branch)가 관찰되지 않았으며, 레진테그의 모양은 불규칙하고 특지 (lateral branch)가 관찰되지 않았다고 하였다. 이러한 형태학적인 구조에도 불구하고 G-Bond에 포함된 4-MET가 수산화인회석과 이온 결합을 함으로써<sup>32)</sup> 부가적인 화학적 상호작용을 하여 접착력을 향상시킨다고 하였 다.

본 연구에서 G-Bond는 5% NaOCl을 적용하지 않는 경우 (A-3 군)가 5%

-15-

NaOCl을 적용한 경우 (B-3 군)에 비해 통계학적으로 높은 결합강도를 나타내어 (p < 0.01)(Table 4) NaOCl의 적용은 결합강도에 유해한 결과를 초래한 것으 로 나타났다.

이러한 결과는 본 연구의 현미경적 관찰에서 A-3 군은 B-3 군에 비해 복합레진 과 상아질 계면에서 긴밀한 접착을 이루고 (Fig. 11), 상아질 면이 비교적 원형과 같은 형태에 의해 노출되고 다른 부위는 비교적 거친 면으로 덮여있는 모습 (Fig. 17)과 관련지을 수 있었다. 본 연구에서 Clearfil SE Bond와 G-Bond 모 두에서 NaOCl 적용 후 결합강도가 떨어진 이유는 상아질 표면의 형태학적인 구 조와 NaOCl이 노출된 콜라겐 섬유를 제거하기 보다는 오히려 Clearfil SE primer와 G-Bond의 성분을 희석되었기 때문으로 생각된다.

본 연구의 결과를 요약하면, 상아질을 표면처리한 후 5% NaOCl의 적용은 One-step Plus에서는 결합강도를 증가시켰지만 Clearfil SE Bond와 G-Bond 에서는 오히려 감소시켰다.

-16-

### V. 결 론

본 연구는 2종의 서로 다른 2단계 접착시스템과 1종의 단일단계 접착시스템 사용시, 각 접착시스템에 포함된 산부식제나 자가부식 프라이머로 상아질을 표면처리 한 후 5% NaOCl의 적용이 복합레진에 대한 결합강도와 계면에 미치는 영향을 평가하기 위하여 시행하였다.

발거된 42의 대구치 치관의 교합면 직하방의 상아질을 노출하고 절편을 만들었 다. 절단된 상아질 표면을 600 grit SiC paper로 연마한 후 6개의 군으로 분류 하였다. 접착시스템으로 A-1 군과 B-1 군은 One-Step Plus를, A-2 군과 B-2 군은 Clearfil SE Bond를, A-3 군과 B-3 군은 G-Bond를 사용하였다. A에 해 당되는 군은 접착시스템을 제조사의 설명에 따라 적용한 군이고, B에 해당되는 군 은 상아질을 표면처리한 후 5% NaOCl에 2분간 적용하고 접착제를 적용한 군이 다. 각 군의 접착제를 상아질 표면에 적용하고 광중합한 후, 미세전단 결합강도를 측정하기 위해서는 Tygon tube를 이용하여 각 군의 복합레진을 접착하였고, 주사 전자현미경을 이용한 계면의 관찰을 위해서 복합레진을 축조하고, 각 시편을 24시 간동안 증류수에 보관하였다.

각 시편에서 미세전단 결합강도를 측정한 후 주사전자현미경하에서 파절양상을 관찰하였다. 각 군 간의 미세전단 결합강도는 one-way ANOVA와 Tukey의 HSD 방법 및 독립 t-검정을 이용하여 비교 분석하였다. 또한 주사전자현미경하에서 각 군의 상아질과 복합레진 계면 및 5% NaOCl 처리 전과 후의 상아질 표면을 관찰하여 다음 과 같은 결과를 얻었다.

- 5% NaOCl을 적용하지 않는 군에서는 A-2 군이 A-1군과 A-3 군보다 통계 학적으로 높은 결합강도를 나타내었지만 (p < 0.05), 5% NaOCl을 적용한 군에서는 B-1 군이 B-2 군과 B-3 군보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나 타내었다 (p < 0.05).</li>
- One-Step Plus를 사용한 군에서 5% NaOCl의 적용은 상아질에 대한 결합 강도를 증가시켰고, 상아질과 복합레진의 계면에서 긴밀한 접착과 깔대기 모 양의 긴 레진테그가 다수 관찰되었다.
- Clearfil SE Bond와 G-Bond를 사용한 군에서 5% NaOCl의 적용은 상아 질에 대한 결합강도를 감소시켰고, 상아질과 복합레진의 계면에서 간극과 함

- 17 -

께 소수의 짧은 레진테그가 관찰되었다.

결론적으로, 상아질의 표면처리 후 5% NaOCl의 적용은 사용된 접착시스템의 종류에 따라 결합강도와 결합계면에서의 접착을 향상시키거나 저하시킬 수 있다.

- 18 -

### 참고문헌

- 1. Eliades G. Clinical relevance of the formulation and testing of dentin bonding systems. J Dent 22:73-81, 1994.
- Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. J Biomed Mater Res 16:265-273, 1982.
- 3. Kato G, Nakabayashi N. The durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates. *Dent Mater* 14:347-352, 1998.
- 4. Montes MAJR, deGoes MF, Sinhoreti MAC. The in vitro morphological effects of some current pre-treatments on dentin surface: A SEM evaluation. *Oper Dent* 30:201-212, 2005.
- Tay FR, Pashley DH. Aggressivensee of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 17:296-308, 2001.
- Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Tolendano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites:Two-step vs one-step systems. *Oper Dent* 28:747-755, 2003.
- 7. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. J Dent Res 81:472-476, 2002.
- 8. Gwinnett AJ. Quantitative contribution of resin infiltration/ hybridization to dentin bonding. *Am J Dent* 6:7-9, 1993.
- Sakae T, Mishima H, Kozawa Y. Changes in bovine dentin mineral with sodium hypochlorite treatment. J Dent Res 67:1229-1234, 1988.
- Major JRS, Figueira MAS, Netto ABAB, Souza FB, Silva CHV, Tredwin CJ. The importance of dentin collagen fibrils on the marginal sealing of adhesive restorations. *Oper Dent* 32:261-265, 2007.

- 19 -

- Toledano M, Perdigao J, Osorio R, Osorio E. Effect of dentin deproteinization on microleakage of class V composite restorations. *Oper Dent* 25:497-504, 2000.
- Wakabayashi Y, Kondou Y, Suzuki K, Yatani H, Yamashita A. Effect of dissolution of collagen on adhesion to dentin. In J Proshodont 7:302-306, 1994.
- Tolendano M, Perdigao J, Osorio E, Osorio R. Influence of NaOCL deproteinization on shear bond strength in function of dentin depth. Am J Dent 15:252-255, 2002.
- Perdigao J, Lopes M, Geraldeli S, Lopes GC, Garcia-Godoy F. Effect of sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dent Mater* 16:311-323, 2000.
- Frankenberger R, Kramer N, Oberschachtsiek H, Petschelt A. Dentin bond strength and marginal adaptation after NaOCl pre-treatment. Oper Dent 24:40-45, 1999.
- Prati C, Chersoni S, Pashley DH. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. *Dent Mater* 15:323-331, 1999.
- Pioch T, Kobaslija S, Huseinbegovic A, Muller K, Dorfer CE. The effect of NaOCL dentin treatment on nanoleakage formation. J Biomed Mater Res 56:578-583, 2001.
- Sano H, Shono T, Takatsu T, Hosoda H. Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. Oper Dent 19:59-64, 1994.
- Cobb DS, Vargas MA, Armstrong SR. Shear bond strength between acid-etched and deproteinized dentin surface. J Dent Res 74: 35 (Abstract 186), 1995.
- Mountouris G, Silkas N, Eliades G. Effect of sodium hypochlorite treatment on the molecular composition and morphology of human coronal dentin. J Adhes Dent 6:175-182, 2004.
- 21. Toledano M, Osorio R, Perdigao J, Rosales JI, Thompson JY, Cabrerizo-

- 20 -

Vilchez M. Effect of acid atching and collagen removal on dentin wettability and roghness. *J Biomed Mater Res* 47:198-203, 1998.

- 22. Correr GM, Puppin-Rontani RM, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MAC, Consani S. Effect of sodium hypochlorite on dentin bonding in primary teeth. J Adhes Dent 6:307-312, 2004.
- 23. Shinohara MS, Berdran-deCastro AKB, Amaral CM, Pimenta LAF. The effect of sodium hypochlorite on microleakage of composite resin restorations using three adhesive systems. J Adhes Dent 6:123-127, 2004.
- Yamauti M, Hashimoto M, Sano H, Ohno H, Carvalho RM, Kaga M, Tagami J, Oguchi H, Kubota M. Degradation of resin-dentin bonds using NaOCL storage. *Dent Mater* 19:399-405, 2003.
- 25. de PA Soboia V, Rodrigues AL, Pigmenta LAF. Effect of collagen removal on shear bond strength of two single-bottle adhesive systems. Oper Dent 25:395-400, 2000.
- 26. Inai N, Kanemura N, Tagami J, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall GW. Adhesion between collagen depleted dentin and dentin adhesives. Am J Dent 11:123-127, 1998.
- 27. Perdigao J, Thompson JY, Toledano M, Osorio R. An ultra-morphological characterization of collagen-depleted etched dentin. *Am J Dent* 12:250-255, 1999.
- de PA Saboia V, Pigmenta LAF, Ambrosano GMB. Effect of collagen removal on microleakage of resin composite restorations. Oper Dent 27:38-43, 2002.
- 29. Montes M, de Goes MF, Ambrosano GMB, Duarte RM, Sobrinho LC. The effect of collagen removal and the use of a low-viscosity resin liner on marginal adaptation of resin composite restorations with margins in dentin. *Oper Dent* 28:378-387, 2003.
- 30. Chiba Y, Yamaguchi K, Miyazaki M, Tsubota K, Takamizawa T, Moore BK. Effect of air-drying time of single-application self-etch

- 21 -

adhesives on dentin bond strength. Oper Dent 31:233-239, 2006.

- Radovic I, Vulicevic ZR, Garcia-Gody F. Morphological evaluation of 2- and 1-step self-etching systems interfaces with dentin. Oper Dent 31:710-718, 2006.
- 32. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munk J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. J Dent Res 83:454-458, 2004.

- 22 -

## 사진부도 1



Fig. 1. Representative adhesive failure to dentin surface in A-1 group (X 100)



Fig. 3. Representative mixed failure to dentin surface in A-2 group (X 100)



Fig. 5. Representative mixed failure to dentin surface in A-3 group (X 100)



Fig. 2. Representative mixed failure to dentin surface in B-1 group (X 100)



Fig. 4. Representative adhesive failure to dentin surface in B-2 group (X 100)  $\,$ 



Fig. 6. Representative mixed failure to dentin surface in B-3 group (X 100)

- 23 -

# 사진부도 2



Fig. 7. Interface of dentin(D) and resin (R) in A-1 group (X 2,000)



Fig. 8. Interface of dentin and resin in B-1 group (X 2,000)  $\,$ 



Fig. 9. Interface of dentin and resin in A-2 group (X 2,000)  $\,$ 





Fig. 11. Interface of dentin and resin in A-3 group (X 2,000)  $\,$ 



Fig. 12. Interface of dentin and resin in B-3 group (X 2,000)

- 24 -

## 사진부도 3



Fig. 13. Dentin surface treated with 32% phosphoric acid (X 2,000)



Fig. 15. Dentin surface treated with Clearfil SE primer (X 2,000)



Fig. 14. Dentin surface treated with 32% phosphoric acid and 5% NaOCl(X 2,000)



Fig. 16. Dentin surface treated with Clearfil SE primer and 5% NaOCl(X 2,000)



Fig. 17. Dentin surface treated with G-Bond (X 2,000)



Fig. 18. Dentin surface treated with G-Bond and 5% NaOCl (X 2,000)

- 25 -

|                                                                      | 저작물 이용 허락서                                                          |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 학 과                                                                  | 치의 학번 20057481 과정 박사                                                |
| 성 명                                                                  | 한글: 박병철 한문 : 박병철 영문 : Park Byung Cheul                              |
| 주 소                                                                  | 광주광역시 봉선동 한국 아델리움 APT 101-503                                       |
| 연락처                                                                  | 062)676-6968 E-MAIL                                                 |
|                                                                      | 한글 : 상아질 접착에 대한 차아염소산나트륨 용액의 영향                                     |
| 논문제목                                                                 | 영어 : Influence of sodium hypochrorite solution on<br>dentin bonding |
| 본인이 지<br>저작물을 이                                                      | H작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가<br>용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.          |
| <ul> <li>다 나라고 다 하고 아파고 아파고 아파고 아파고 아파고 아파고 아파고 아파고 아파고 아파</li></ul> |                                                                     |
|                                                                      | 2008년 8월 일                                                          |
| 저작자: 박 병 철 (서명 또는 인)                                                 |                                                                     |
|                                                                      | 조선대학교 총장 귀하                                                         |