

# NaOCl로 처리된 치수강 상아질에서 sodium ascorbate가 미세인장결합강도에 미치는 영향

전수연 · 이광원 · 유미경\*

전북대학교 치과대학 치과보존학 교실

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF SODIUM ASCORBATE ON MICROTENSILE BOND STRENGTHS TO PULP CHAMBER DENTIN TREATED WITH NaOCl

Soo-Yeon Jeon, Kwang-Won Lee, Mi-Kyung Yu\*

*Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonbuk National University*

The purpose of this study was to evaluate the influence of sodium ascorbate on microtensile bond strengths of total-etching adhesive system to pulp chamber dentin treated with NaOCl.

Pulp chambers of extracted human non-carious permanent molars were treated as follows: group 1, with 0.9% NaCl; group 2, with 5.25% NaOCl; group 3, with 5.25% NaOCl and 10% sodium ascorbate for 1min; group 4, with 5.25% NaOCl and 10% sodium ascorbate for 1 min and 10ml of water; group 5, with 5.25% NaOCl and 10% sodium ascorbate for 5 min; group 6, with 5.25% NaOCl and 10% sodium ascorbate for 5 min and 10ml of water; group 7, with 5.25% NaOCl and 10% sodium ascorbate for 10 min; group 8, with 5.25% NaOCl and 10% sodium ascorbate for 10 min and 10ml of water. Treated specimens were dried, bonded with a total-etching adhesive system (Single bond), restored with a composite resin(Z250) and kept for 24h at 100% humidity to measure the microtensile bond strength.

NaOCl-treated group (group 2) demonstrated significantly lower strength than the other groups. No significant difference in microtensile bond strengths was found between NaCl-treated group (group 1) and sodium ascorbate-treated groups (group 3-8). The results of this study indicated that dentin treated with NaOCl reduced the microtensile bond strength of Single bond. Application of 10% sodium ascorbate restored the bond strength of Single bond on NaOCl-treated dentin. Application time of sodium ascorbate did not have a significant effect. [J Kor Acad Cons Dent 33(6):545-552, 2008]

**Key words:** Microtensile bond strengths, NaOCl, Pulp chamber dentin, Sodium ascorbate, Total etching adhesive system

- Received 2008.8.13., revised 2008.9.9., accepted 2008.10.14-

## I. 서 론

근관치료를 받는 치아는 보통 외상이나 우식, 근관치료 시술 자체에 의해 치질을 상실하게 된다. 이러한 변화는 물리적인 성질 및 심미성을 저하시키므로<sup>1,2)</sup>, 근관치료를 받은

치아의 수복은 임상적 성공에서 매우 중요하다<sup>3)</sup>. 레진을 사용한 수복은 치질과의 결합 능력으로 인해 남아있는 치질의 파절 저항성 증가<sup>4,5)</sup>, 수복물의 유지 증가, 변연 누출의 감소<sup>6)</sup>와 같은 장점이 있다.

근관치료를 받는 동안 상아질은 기계적 확대형성, 근관 세척, 약제 적용 및 임시 수복재에 노출되며, 이들은 상아질 접착제 및 레진과의 결합 강도에 영향을 줄 수 있다.<sup>7,8)</sup> Sodium hypochlorite(NaOCl)는 항균 작용 및 치수 조직의 용해 작용이 있으므로 근관 세척제로 많이 사용된다. 하지만 일부 접착 시스템에서 NaOCl의 사용이 치근과 치관 상아질의 결합 강도에 부정적인 영향을 미친다는 연구 결과

Corresponding Author: **Mi-Kyung Yu**  
Department of Conservative Dentistry,  
School of Dentistry, Chonbuk National University  
Geumam-Dong, Deokjin-Gu, Jeonju, Jeonbuk, 561-712, Korea  
Tel : 82-63-250-2045, Fax : 82-63-250-2129  
E-mail : mkyou102@hanmail.net

가 있다<sup>9,18-21</sup>). 현재 사용되는 접착 시스템인 total-etching system과 self-etching system 중 이러한 부정적인 효과는 total-etching system을 적용할 때 두드러지게 나타난다<sup>9</sup>).

NaOCl에 상아질이 노출될 때, 상아질에 잔류된 자유 라디칼은 접착 시스템이 광중합 되는 동안 성장하는 비닐 자유 라디칼과 경쟁하여 불완전한 중합을 형성하게 되며, 이것이 결합 감소로 이어진다<sup>10</sup>). 감소된 결합력을 회복시키기 위한 항산화제의 사용이 한 제약업체(www.sunmedical.co.jp)에 의해 소개되었으며, 10% sodium ascorbate 나 ascorbic acid가 추천되었다<sup>11</sup>).

‘항 괴혈병 비타민’이라 불리는 Ascorbic acid는 1907년에 동물의 괴혈증상에 오렌지주스를 투여하여 치료시킨 후부터 연구가 본격화되었다. 자연계에는 환원형인 L-Ascorbic acid와 산화형인 Dehydroascorbic acid의 두 가지 형태로 존재한다. Ascorbic acid는 건조한 상태에서는 안정되나, 습한 공기에서는 쉽게 산화된다. 여기서 ascorbic acid를 나트륨과 에스테르화시킨 형태가 sodium ascorbate이다. 자연적이며, 생체에 적합한 sodium ascorbate나 ascorbic acid는 산화 환원 작용에 의해 감소된 결합력을 회복시킬 가능성이 있다<sup>11,22</sup>).

결합력을 회복시키기 위한 sodium ascorbate의 농도와 적용 시간과 관련된 연구에서, Pashley등<sup>14</sup>)은 C&B Metabond(Parkell, Farmingdale, NY)를 치근 상아질에 적용시킬 때 상아질과 접착 시스템의 결합력이 sodium ascorbate의 적용 시간과 농도에 크게 영향 받지 않음을 보여주었다. 하지만 다른 종류의 접착 시스템에 관한 실험이 없으며, 상아질도 치근 상아질에 제한적으로 이루어졌기 때문에, 본 연구에서는 NaOCl로 처리된 치수강 상아질에 total-etching adhesive system(Single bond, 3M-ESPE, St Paul, MN, USA)을 적용할 때 미세인장강도의 변화를 살펴보고, 다양한 시간으로 sodium ascorbate를 처리할 때 그 효과를 평가하고자 하였다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 시편 제작

본 연구에서는 발치된 건전한 인간 대구치 24개를 사용하였다. 치수강을 노출시키기 위해 CEJ 상방 3mm를 기준으로 Isomet low speed diamond saw(Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA)를 이용하여 치아를 횡절단 하였다. 노출된 치수강을 기준으로 #6 round bur를 사용하여 치수실 천정을 제거한 후 spoon excavator와 barbed broaches를 사용하여 치수강 내면에 최대한 손상 없이 치수를 제거하였다. 치수강에 있는 잔해를 제거하기 위해 증류수를 사용하

여 세척하였다. Paper point를 사용하여 치수강을 건조시키고 3개의 치아씩 8개의 실험군으로 나누어 다음과 같이 처리하였다.

1군: 치수강을 10분 동안 0.9% NaCl로 세척하였다.

2군: 치수강을 10분 동안 5.25% NaOCl로 세척하였다.

3군: 치수강을 10분 동안 5.25% NaOCl로 세척한 후 10ml 물로 수세한 뒤, 10% sodium ascorbate를 1분간 적용하였다.

4군: 치수강을 10분 동안 5.25% NaOCl로 세척한 후 10ml 물로 수세한 뒤, 10% sodium ascorbate를 1분간 적용하고 다시 10ml 물로 수세하였다.

5군: 치수강을 10분 동안 5.25% NaOCl로 세척한 후 10ml 물로 수세한 뒤, 10% sodium ascorbate를 5분간 적용하였다.

6군: 치수강을 10분 동안 5.25% NaOCl로 세척한 후 10ml 물로 수세한 뒤, 10% sodium ascorbate를 5분간 적용하고 다시 10ml 물로 수세하였다.

7군: 치수강을 10분 동안 5.25% NaOCl로 세척한 후 10ml 물로 수세한 뒤, 10% sodium ascorbate를 10분간 적용하였다.

8군: 치수강을 10분 동안 5.25% NaOCl로 세척한 후 10ml 물로 수세한 뒤, 10% sodium ascorbate를 10분간 적용하고 다시 10ml 물로 수세하였다.

모든 치아의 치수강에 35% 인산(3M ESPE, St Paul, MN, USA)을 15초간 적용시킨 후 15초간 수세한 뒤 면구를 사용하여 치수강을 건조시켰다. 그 다음 total-etching adhesive system(Single bond, 3M-ESPE, St Paul, MN, USA)을 치수강 벽에 제조사의 지시에 따라 적용한 후 composite resin(Z250, 3M ESPE, St Paul, MN, USA)을 사용하여 적층 충전하였다. 미세인장강도를 측정하기 전 37℃ 온도를 유지하고 있는 water bath(Model 9406, YUSHIN DENTAL CO., Bucheon City, South Korea)에 24시간 동안 수중 보관하였다.

### 2. 미세인장결합강도 측정

미세인장결합강도를 측정하기 위해 수복된 치아들을 치수강에 대해 수평으로 1mm 두께가 되도록 low speed diamond saw(Isomet, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA)를 사용하여 절단하였다. 형성된 disk를 다시 1mm 너비로 절단하여 최종적으로 절단면의 가로, 세로가 1mm, 1mm인 막대기가 되도록 시편을 형성하였다. 이 때 시편에서 composite resin과 결합하고 있는 상아질 부위는 치수강의 측벽이 되며, 시편을 제작한 후 각 실험군 당 10개의 시편을 선택하였다.

미세인장결합강도 측정을 위해 cyanoacrylate cement

(ZAPIT, Dental Ventuers of America, Corona, CA, USA)를 사용하여 시편을 미세인장결합강도 측정기 (Micro Tensile Tester Ref. T-61010K, Bisco, Schaumburg, USA)에 고정시켰다. 0.5mm/min의 속도로 인장력을 가하여 파절된 시점의 load를 구하고 시편의 단면적으로 나누어 인장강도를 MPa 단위로 환산하여 기록하였다.

### 3. SEM 관찰

NaOCl과 sodium ascorbate를 처리한 뒤 상아질 표면의 변화를 보기 위하여 한 실험군 당 치아 하나씩을 별도로 선별하였다. 앞서 언급했던 방법처럼 치수각을 노출시키기 위해 치관을 횡절단한 후 근관 와동을 형성하고 치수 조직을 조심스럽게 제거하였다. 협설측 방향으로 치아를 수직 절단한 뒤 각 실험군별로 chemical solution을 처리한 후 공기 건조시킨 뒤 Pt-Pd ion sputter coating하여 SEM 상을

관찰하였다.(Table 1, Figure 1, 2)

### 4. 통계

미세인장결합강도 측정치를 SPSS 12.0 컴퓨터 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하고, one-way ANOVA, Duncann's multiple comparison test를 통하여 95% 유의수준에서 검증하였다.

## III. 결 과

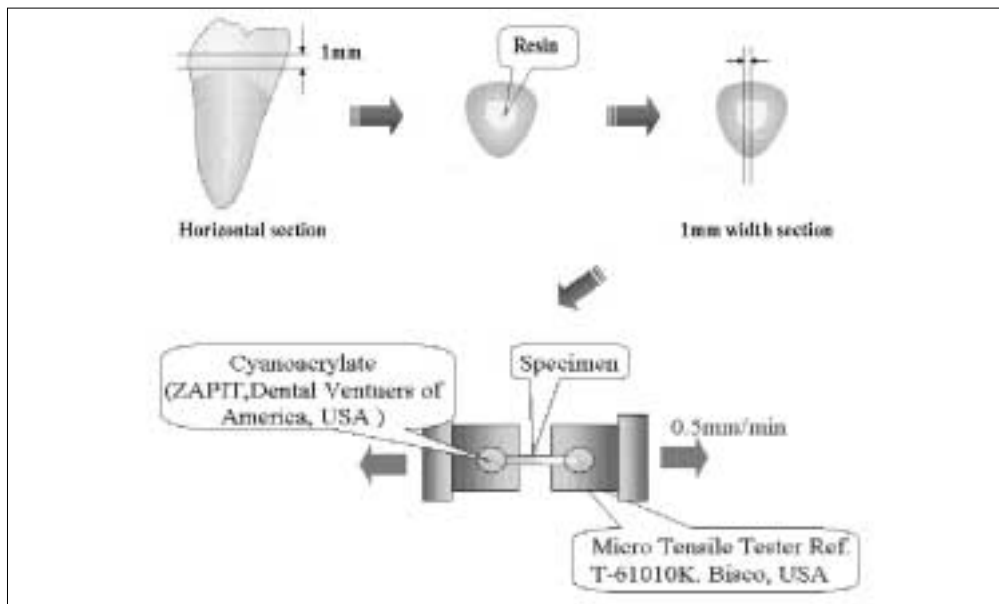
### 1. 미세인장결합강도

처리된 치수강 상아질에 대한 total etching adhesive system의 미세인장결합강도 측정기에서 측정된 결과는 다음과 같다.(Table 2)

분석 결과 2군(5.25% NaOCl 처리)은 다른 실험군에 비

**Table 1.** Experimental groups and treatments

Group	Treatment
1	0.9% NaCl (10 min)
2	5.25% NaOCl (10 min)
3	5.25% NaOCl (10 min) + 10% Sodium ascorbate (1min)
4	5.25% NaOCl (10 min) + 10% Sodium ascorbate (1min) + 10ml of water
5	5.25% NaOCl (10 min) + 10% Sodium ascorbate (5min)
6	5.25% NaOCl (10 min) + 10% Sodium ascorbate (5min) + 10ml of water
7	5.25% NaOCl (10 min) + 10% Sodium ascorbate (10min)
8	5.25% NaOCl (10 min) + 10% Sodium ascorbate (10min) + 10ml of water



**Figure 1.** Schematic of specimen preparation.



Figure 2. Upper view of Micro Tensile Tester.

해 유의성 있게 낮은 결합 강도를 보이고 있으며( $p < 0.05$ ), 1군(0.9% NaCl 처리)과 3-8군(10% sodium ascorbate 처리)은 유의성 있는 차이가 없었다. 10%의 sodium ascorbate를 다양한 시간과 방법으로 적용한 3-8군 사이에서는 유의성 있는 차이가 없었다.(Figure 3)

## 2. SEM 관찰

SEM 시편 관찰은 1000배와 5000배에서 치수강 측벽 상아질의 변화를 관찰하였으며, 결과는 다음과 같다(Figure 4,5)

0.9% NaCl을 적용한 시편의 1000배율 사진(Figure 4)을 보면 많은 수의 상아세관이 열려 있음을 관찰할 수 있으나 5000배율 사진(Figure 5)에서 상아세관 내 제거되지 못한 치수 조직을 볼 수 있었다. 또한 상아세관 사이의 표면이 비교적 매끈하게 보였다.(Figure 6,7)

5.25% NaOCl을 적용한 시편의 1000배율(Figure 6)과 5000배율(Figure 7) 사진에서는 0.9% NaCl을 적용한 시편의 SEM 사진(Figure 4,5)과 비교 시 상아세관 사이의 표면이 거칠어졌으며, 상아세관 내 남아있는 치수 조직이 제거된 모습을 관찰할 수 있었다.(Figure 8,9)

NaOCl 처리 후 sodium ascorbate를 처리한 군(Figure 8,9)에서는 NaOCl을 단독 처리한 군(Figure 6,7)처럼 상아세관이 열려있고, 상아세관 사이의 표면이 거칠었다. 또한 특징적으로 이전 실험군에서 볼 수 없었던 침전물로 생각되는 물질이 관찰되었다. 침전물은 주로 상아세관 사이 표면에 존재하며, 상아세관 내 관찰되는 경우도 있었다.(Figure 10,11)

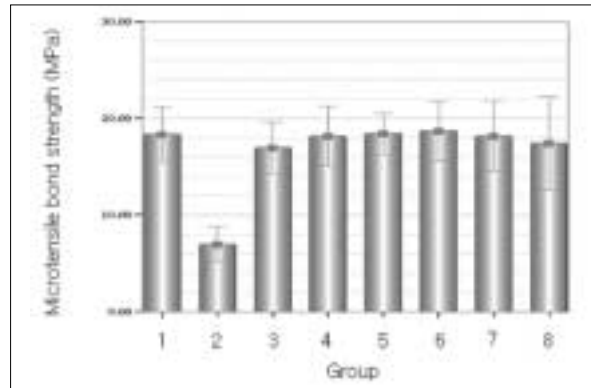
Sodium ascorbate를 처리하고 물로 수세한 군(Figure 10,11)은 NaOCl로 처리한 군(Figure 6,7)과 같은 양상을 보이고 있으며, 수세하지 않았던 이전 실험군(Figure 8,9)에서 관찰된 물질은 보이지 않았다.

## IV. 고 찰

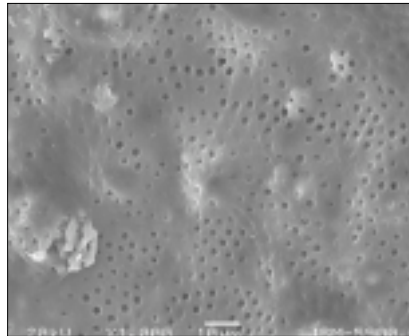
이번 연구의 결과는 5.25% NaOCl로 처리된 치수강 상아질에 total-etching adhesive system을 적용할 때 0.9% NaCl로 처리한 군과 비교시 명확히 결합 강도가 낮아짐을 보여주었다. 결합 강도가 낮아지는 이유는 NaOCl에 노출된 상아질의 유기 기질, 특히 콜라겐 섬유 손상으로 생각할 수 있다<sup>9)</sup>. 하지만 NaOCl로 처리된 상아질에 Excite(Vivadent, Schaan, Liechtenstein)를 접착 시스

**Table 2.** Means and standard deviations of the microtensile bond strength of experimental groups to dentin of pulp chamber wall

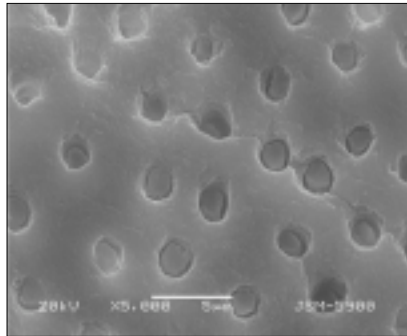
Group (n)	Treatment	Mean $\pm$ SD
1(10)	0.9% NaCl	18.33 $\pm$ 3.97
2(10)	5.25% NaOCl	7.16 $\pm$ 2.85
3(10)	5.25% NaOCl+10% Sodium ascorbate(1min)	16.95 $\pm$ 3.73
4(10)	5.25% NaOCl+10% Sodium ascorbate(1min)+water	18.14 $\pm$ 4.37
5(10)	5.25% NaOCl+10% Sodium ascorbate(5min)	18.39 $\pm$ 2.95
6(10)	5.25% NaOCl+10% Sodium ascorbate(5min)+water	18.66 $\pm$ 4.30
7(10)	5.25% NaOCl+10% Sodium ascorbate(10min)	18.17 $\pm$ 5.07
8(10)	5.25% NaOCl+10% Sodium ascorbate(10min)+water	17.40 $\pm$ 6.73



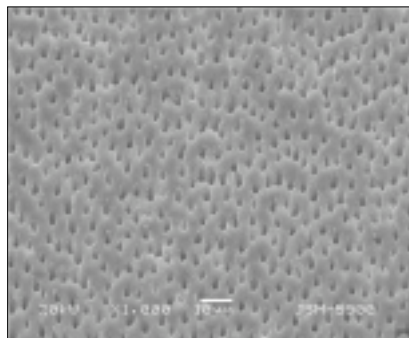
**Figure 3.** Diagram of microtensile bond strengths between eight experimental groups



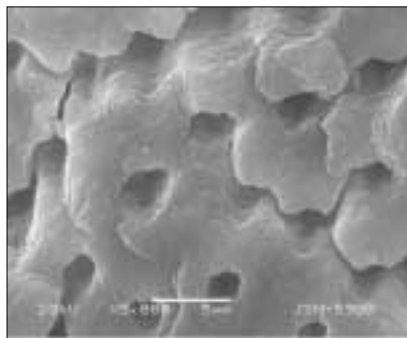
**Figure 4.** 0.9% NaCl (1K).



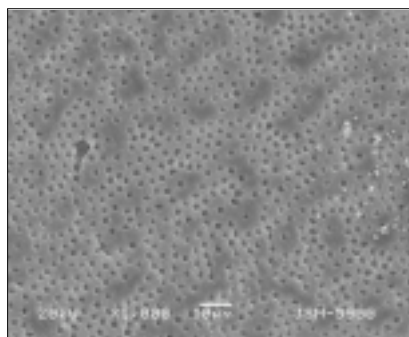
**Figure 5.** 0.9% NaCl (5K).



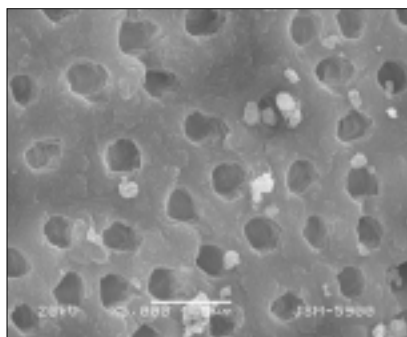
**Figure 6.** 5.25% NaOCl (1K)



**Figure 7.** 5.25% NaOCl (5K)



**Figure 8.** NaOCl+sodium ascorbate(1K)



**Figure 9.** NaOCl+sodium ascorbate (5K)

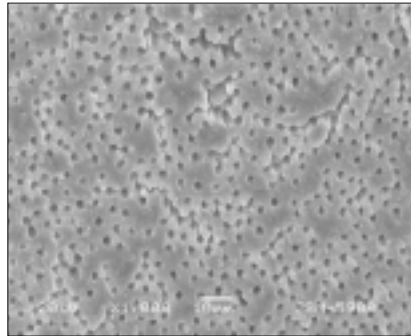


Figure 10. NaOCl + sodium ascorbate + water (1K)

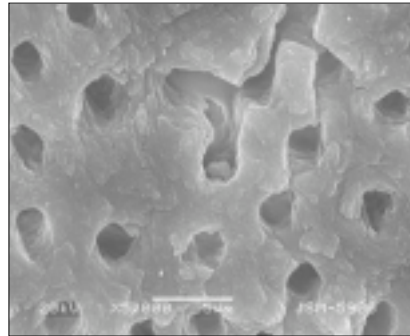


Figure 11. NaOCl + sodium ascorbate + water (5K)

템으로 적용하는 경우 명확한 결합력의 감소는 일어나지 않았다는 실험 결과<sup>10)</sup>를 볼 때 NaOCl로 인한 콜라겐 섬유의 손상을 전적인 이유로 보기는 힘들어진다.

NaOCl은 sodium chloride와 oxygen으로 분해되며 이러한 화학적 반응에 의해 유리된 oxygen은 산 처리된 상아질의 레진 침투를 방해하거나<sup>17)</sup> 접착 시스템의 중합을 강력하게 방해할 수 있다<sup>13)</sup>. 또한 NaOCl로 처리된 상아질에 남아있는 활성의 자유 라디칼이 접착 시스템의 광중합동안 성장하는 비닐 자유 라디칼과 경쟁하면서 미성숙하고 불완전한 중합이 일어날 수 있으며<sup>10)</sup> 이러한 점들을 결합력 감소의 원인으로 생각할 수 있다.

Nikaido등<sup>9)</sup>은 근관 치료에서 사용한 NaOCl이 total-etching adhesive system에는 영향을 주지만 self-etching adhesive system에는 거의 영향을 미치지 않는다고 하였다. NaOCl을 상아질에 적용한 후 산처리를 하면 상아질 투과성이 증가된다. 이 때 microtubular surface tension effect로 상아세관액의 유출량(outflow)이 증가되는데, 세관액에 포함되어 있던 근관 세척제와 그 부산물들이 상아질 표면을 오염시키면서 상아질 구조로의 레진 침투나 모노머의 중합 과정에 영향을 주게 된다. 하지만 self etching system의 경우 산부식 능력이 total etching system보다 약하므로 산부식 후에도 smear plug가 남아있고, 이것이 상아세관을 막아서 오염될 확률을 낮추기 때문이라고 생각할 수 있다<sup>9)</sup>.

이번 연구에서는 10% sodium ascorbate를 NaOCl이 처리된 상아질에 적용할 때 total etching adhesive system에 대한 결합 강도가 명확히 상승되었으며, 0.9% NaCl로 처리한 군과 통계학적으로 차이가 없음을 보여주었다. Ascorbic acid와 sodium ascorbate는 활성화된 자유 라디칼을 억제하는 항산화제이다<sup>15)</sup>. 그러므로 NaOCl로 처리된 상아질에서 접착 시스템의 중합이 미성숙하게 끝나는 것을 억제함으로 감소된 결합력을 다시 증가시킨다<sup>10)</sup>. Sodium ascorbate의 이러한 특징은 상아질에 단독으로 적용할 때 결합력이 감소됨을 보여주었다<sup>10)</sup>. 이것은 레진이 중

합하는 동안 형성되는 자유 라디칼을 제거하는 두 개의 고에너지 전자들을 제공하는 환원제 역할을 sodium ascorbate가 하기 때문에 단독 처리 시 결합력이 반대로 감소되는 것이다<sup>16)</sup>.

본 연구에서 NaOCl이 처리된 상아질에 sodium ascorbate를 처리한 후 물로 수세한 효과는 나타나지 않았다. 이는 Nataya등<sup>12)</sup>의 연구와 반대되는 결과로, 그의 연구에서는 수세한 실험군보다 수세하지 않는 실험군이 명확히 더 높은 결합 강도를 보였다고 하였다. 그는 이러한 이유로 상아질 젖음성과 연관된 total-etching adhesive system의 기술적 민감함을 생각하였다. 또한 sodium ascorbate와 NaOCl의 반응에 의해 형성된 화학적 물질이 결합력을 강화하는데 영향을 주지만, 물로 수세할 경우 씻겨 나가기 때문에 결합력에 차이가 날 수 있다고 추측하였다. 하지만 본 연구를 통해 볼 때 수세 유무는 결합력에 영향을 주지 않으므로 이에 관해서는 좀 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

또한 sodium ascorbate 처리 후 수세하지 않은 실험군의 SEM 사진에서 보였던 침전물은 sodium ascorbate와 NaOCl의 산화-환원 반응에 의해 형성된 것으로 추측되며, Nataya등<sup>12)</sup>의 연구에서도 관찰되었다. Sodium ascorbate 처리 후 물로 수세할 경우 침전물이 씻겨 나가면서 SEM 상에서 관찰되지 않은 것으로 생각되며 이러한 침전물은 결합 강도에 영향을 미치지 않는 것 같다.

이번 연구에서 sodium ascorbate를 다양한 시간으로 적용할 때 시간에 따른 효과는 없었다. 이는 Pashley등<sup>14)</sup>의 실험에서도 같은 결과를 보였다. Pashley등은 NaOCl에 의해 산화된 상아질에 sodium ascorbate가 적용될 때 빠른 속도로 환원이 일어나기 때문이라고 생각하였다. 그러므로 1분 이하의 짧은 시간 동안 sodium ascorbate를 적용하여도 NaOCl에 의해 감소된 결합력이 충분히 회복될 것으로 예상하였으며, 이 점과 관련된 추가적인 연구가 필요할 것이라고 하였다.

비타민 C와 sodium ascorbate 같은 염 형태는 인체에 해

가 될 만한 독성이 크지 않고, 식품 산업에서도 많이 사용되며 치수강에 적용할 때 비가역적인 생물학적 효과를 일으키지 않는다. 그러므로 임상에서, NaOCl을 사용한 근관 치료 후 치수강에 1분 동안 sodium ascorbate를 적용한 뒤 접착 시스템을 사용하는 것은 가능한 것으로 보인다.

## V. 결 론

NaOCl로 처리된 치수강 상아질에 total-etching adhesive system을 적용할 때 미세인장결합강도에 sodium ascorbate가 미치는 영향에 대해 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. NaOCl로 처리한 치수강 상아질에 total etching adhesive system을 적용할 때 결합력이 감소되었다.
2. 10% sodium ascorbate를 추가적으로 처리하였을 때 감소된 결합력이 회복되었다.
3. Sodium ascorbate를 처리한 후 수세의 유무는 결합력에 영향을 미치지 않았다.
4. Sodium ascorbate의 다양한 처리시간은 결합력에 영향을 미치지 않았다.

이상의 연구 결과에서 sodium ascorbate의 적용은 처리 방법(처리시간과 수세 유무)과 관계없이 NaOCl로 인해 감소된 미세인장결합강도를 회복시키는 것으로 평가되었다. 따라서 NaOCl을 사용한 근관 치료 후 레진코어로 수복할 경우 10% sodium ascorbate의 사용을 고려하여야 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. Gutmann JL. The dentine-root complex : anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 67:458-467, 1992.
2. Wagnild GW, Mueller KI: Restoration of endodontically treated tooth. In Cohen S, and Burns RC, editors: Pathways of the pulp, ed 7, St. Louis, pp. 691-717, 1994, Mosby.
3. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J* 28:12-18, 1995.
4. Ausiello P, De Gee AJ, Rengo S, Davidson CL. Fracture resistance of endodontically-treated premolars adhesively restored. *Am J Dent* 10:237-241, 1995.
5. Hernandez R, Bader S, Boston D, Trope M. Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with new generation dentine bonding systems. *Int Endod J* 27:281-284, 1995.
6. Belli S, Zhang Y, Pereira PN, Pashley DH. Adhesive sealing of the pulp chamber. *J Endod* 27:521-526, 2001.
7. 임연아, 유영대, 이용근, 이수중, 임미경. 도말층 제거와 상아질의 부위가 치수강 내부 상아질에 대한 수중 상아질 결합제의 전단결합성질에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 24:465-472, 1999.
8. 조주연, 진명옥, 김영옥, 김성교. AH-26 및 산화아연유지놀 근관실러가 상아질에 대한 복합레진의 전단결합강도에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 31:147-152, 2006.
9. Nikaido T, Takano Y, Sasafuchi Y, Burrow MF, Tagami J. Bond strength to endodontically-treated teeth. *Am J Dent* 12:177-180, 1999.
10. Lai SC, Mak YF, Cheung GS, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, Tay FR, Pashley DH. Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. *J Dent Res* 80(10):1919-1924, 2001.
11. Mirris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-Prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod* 27(12): 753-757, 2001.
12. Vongphan N, Senawongse P, Somsiri W, Harnirattisai C. Effects of sodium ascorbate on microtensile bond strength of total-etching adhesive system to NaOCl treated dentine. *J Dent* 33(8):689-695, 2005.
13. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res* 69:1652-1658, 1990.
14. Weston CH, Ito S, Wadgaonkar B, Pashley DH.. Effects of time and concentration of sodium ascorbate on reversal of NaOCl-induced reduction in bond strengths. *J Endod* 33(7):879-881, 2007.
15. Gutteridge JM. Biological origin of free radicals, and mechanisms of antioxidant protection. *Chem Biol Interact* 91:133-140, 1994.
16. VanDuijn MM, Tijssen K, VanSteveninck J, Van Den Broek PJ, Van Der Zee J. Erythrocytes reduce extracellular ascorbate free radicals using intracellular ascorbate as an electron donor. *J Biol Chem* 275:27720-27725, 2000.
17. Torneck CD, Titley KC, Smith DC, Adibfar A. Adhesion of light-cured composite resin to bleached and unbleached bovine dentin. *Endod Dent Traumatol* 6:97-103, 1990.
18. 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.
19. Pioch T, Kobaslija S, Schagen B, Gotz H. Interfacial micromorphology and tensile bond strength of dentin bonding systems after NaOCl treatment. *J Adhes Dent* 1:135-142, 1999.
20. Frankenberger R, Kramer N, Oberschachtsiek H, Petschelt A. Dentin bond strength and marginal adaptation after NaOCl pre-treatment. *Oper Dent* 25:40-45, 2000.
21. Prati C, Chersoni S, Pashly DH. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. *Dent Mater* 15:323-321, 1999.
22. Rose RC, Bode AM. Biology of free radical scavengers : an evaluation of ascorbate. *FASEB J* 7:1135-1142, 1993.

## 국문초록

### NaOCl로 처리된 치수강 상아질에 대한 미세인장결합강도에서 sodium ascorbate가 미치는 영향

전수연 · 이광원 · 유미경\*

전북대학교 치과대학 치과보존학 교실

본 연구의 목적은 NaOCl로 처리된 치수강 상아질에 total-etching adhesive system(single bond, 3M-ESPE, St Paul, MN, USA)을 적용할 때 미세인장결합강도에서 sodium ascorbate가 미치는 영향을 평가하는 것이다.

발치된 건전한 인간 대구치의 치수강 내면을 다음과 같이 처리하였다. 1군, 0.9% NaCl로 세척; 2군, 5.25% NaOCl로 세척; 3군, 5.25% NaOCl로 세척한 후 10% sodium ascorbate를 1분간 적용; 4군, 5.25% NaOCl로 세척한 후 10% sodium ascorbate를 1분간 적용하고 다시 10ml 물로 수세; 5군, 5.25% NaOCl로 세척한 후 10% sodium ascorbate를 5분간 적용; 6군, 5.25% NaOCl로 세척한 후 10% sodium ascorbate를 5분간 적용하고 다시 10ml 물로 수세; 7군, 5.25% NaOCl로 세척한 후 10% sodium ascorbate를 10분간 적용; 8군, 5.25% NaOCl로 세척한 후 10% sodium ascorbate를 10분간 적용하고 다시 10ml 물로 수세. 처리된 시편들은 total-etching adhesive system(Single bond)으로 처리한 후 composite resin(Z250)으로 충전하고, 미세인장강도를 측정하기 전 24시간 동안 보관하였다.

분석 결과 NaOCl 처리 군(2군)은 다른 실험군들에 비해 유의성 있게 낮은 결합 강도를 보였다. NaCl 처리 군(1군)과 sodium ascorbate 처리 군(3-8군)은 유의성 있는 차이가 없었다. 이번 연구 결과는 NaOCl로 처리한 치수강 상아질의 Single bond에 대한 미세인장결합강도는 감소되며, 10% sodium ascorbate를 추가적으로 처리하였을 때 감소된 결합력이 회복됨을 보여주었다. Sodium ascorbate의 다양한 처리시간은 결합력에 영향을 미치지 않았다.

**주요단어 :** 미세인장결합강도, NaOCl, 치수강 상아질, Sodium ascorbate, Total etching adhesive system