

과산화수소의 농도와 적용시간이 상아질의 깊이에 따라 레진 수복물의 미세인장결합강도에 미치는 영향

손정룡 · 이계영 · 강유미 · 오영택 · 이광원 · 김태균*

전북대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

THE EFFECT OF CONCENTRATION AND APPLICATION TIME OF HYDROGEN PEROXIDE ON THE MICROTENSILE BOND STRENGTH OF RESIN RESTORATIONS TO THE DENTIN AT DIFFERENT DEPTHS

Jeong-Lyong Son, Gye-Young Lee, Yu-Mi Kang, Young-Taek Oh, Kwang-Won Lee, Tae-Gun Kim*

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

The purpose of this study was to examine the effect of hydrogen peroxide at different application time and concentrations on the microtensile bond strength of resin restorations to the deep and the pulp chamber dentin.

A conventional endodontic access cavity was prepared in each tooth, and then the teeth were randomly divided into 1 control group and 4 experimental groups as follows: Group 1, non treated; Group 2, with 20% Hydrogen peroxide(H_2O_2); Group 3, with 10% H_2O_2 ; Group 4, with 5% H_2O_2 ; Group 5, with 2.5% H_2O_2 ; the teeth of all groups except group 1 were treated for 20, 10, and 5min. The treated teeth were filled using a Superbond C&B (Sun medical Co., Shiga, Japan). Thereafter, the specimens were stored in distilled water at 37°C for 24-hours and then sectioned into the deep and the chamber dentin. The microtensile bond strength values of each group were analyzed by 3-way ANOVA and Tukey post hoc test($p < 0.05$).

In this study, the microtensile bond strength of the deep dentin (D1) was significantly greater than that of the pulp chamber dentin (D2) in the all groups tested. The average of microtensile bond strength was decreased as the concentration and the application time of H_2O_2 were increased. Analysis showed significant correlation effect not only between the depth of the dentin and the concentration of H_2O_2 but also between the concentration of H_2O_2 and the application time($p < 0.05$), while no significant difference existed among these three variables($p > 0.05$). The higher H_2O_2 concentration, the more opened dentinal tubules under a scanning electron microscope(SEM) examination. [J Kor Acad Cons Dent 34(5):406-414, 2009]

Key words : Hydrogen peroxide, Microtensile bond strength, Deep dentin, Pulp chamber dentin, Oxidizing action, Free radical mechanism, Superbond C&B

-Received 2009.6.18., revised 2009.7.16., accepted 2009.9.2.-

Corresponding Author : **Tae-Gun Kim**

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

Geumam-Dong, Deokjin-Gu, Jeonju, Jeonbuk, 561-712, Korea

Tel : 82-63-250-2319, Fax : 82-63-250-2049

E-mail : banana994404@daum.net

I. 서 론

치관 내 미백치료는 변색되고 근관치료 된 치아의 심미성을 개선하기 위한 좀 더 보존적이고, 간단하며, 경제적인 치료 방법이다¹⁻³⁾. Walking bleaching technique은 Spasser⁴⁾에 의해 처음 소개되었고, Nutting과 Poe가⁵⁾ 차 후에 변형하여 발전시킨 방법으로써, 현재 치관 내 미백 방법으로 널리 받아들여지고 있다. Hydrogen peroxide (H_2O_2)는 이러한 walking bleaching technique에 가장 일반적으로 사용되는 미백제로서 그 효과가 입증되었다^{3,6)}. 또한 과산화수소와 차아염소산나트륨은, 기계적으로 형성되어 도말층으로 덮인 치관 상아질의 조직제거와 단백제거를 위한 근관 세정제로도 일반적으로 사용 된다⁷⁾.

비록 미백제 또는 근관 세정제로서 H_2O_2 의 효용성에 대한 의문은 적지만, 최근 많은 연구자들이 H_2O_2 가 임상적으로 중요한 문제점을 야기할 수 있다고 제안하고 있다. 이와 관련된 문제점에는 상아질의 표면 형태 변화⁸⁾, 상아질 투과성의 증가⁹⁾, 치경부 치근 외흡수^{6,10)}, 레진 수복물의 접착강도 감소 및 미세누출 증가¹¹⁾ 등이 포함된다. H_2O_2 는 강력한 산화제로써, 단백 산화 기전을 통해 상아질 구조를 파괴하며³⁾, H_2O_2 로부터 유리된 산소가 산부식된 상아질내로 레진이 침투되는 것을 막고, free radical mechanism으로 중합되는 레진의 중합을 억제하기 때문에 위와 같은 문제점이 발생 한다⁷⁾.

치관 내 미백 또는 근관치료 완료 후, 근관 와동 입구는 주로 접착성 콤포짓 레진으로 수복된다. 이상적으로 법랑질 변연뿐 아니라, 치수실도 완전히 밀폐되어야 한다. 법랑질에 대한 접착은 예측 가능하지만, 상아질에의 접착은 무기질, 유기질, 액상의 복잡한 구성 때문에 예측이 어렵다^{12,13)}. 대부분의 레진 접착 시스템은 표층의 상아질에 좀 더 강하게 접착되고, 깊은 상아질 일수록 낮은 접착강도를 보인다. 치수실 상아질은 가장 깊은 상아질 벽으로써 세관 직경이 크고 세관 밀도가 높아 접착을 이루는데 어려움이 있다. 더욱이 미백 또는 근관치료 시에 H_2O_2 가 사용되었다면 뒤따르는 레진 수복물의 접착에 부정적인 영향을 끼칠 수 있고, 장기간의 임상적 성공에 문제를 일으킬 것이다¹¹⁾.

따라서, 본 연구에서는 상아질의 깊이에 따라, H_2O_2 의 농도 및 적용시간을 달리하였을 때, 레진수복물의 미세인장 접착강도에 어떠한 영향을 끼치는지 평가하고자 한다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 치아 삭제 및 시편 준비

최근에 발치된 우식이 없고 건전한 인간 대구치 65개가 이번 실험에 사용되었다. 치아를 세정하고 치근면에 부착된

연조직은 제거하였으며, 실험에 사용되기 전까지 치아의 탈수를 막기 위해 4℃ 증류수에 저장하였다. 교합측 법랑질을 제거하기 위해 중심구 위치에서 교합면에 평행하게 low speed diamond saw (Isomet, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA)를 이용해 치관을 삭제하였다. 치관이 삭제된 각각의 치아에 high speed handpiece와 diamond bur를 이용해 주수 하에 전형적인 근관 와동을 형성하였다. 치수 조직을 제거하고, 증류수로 치수강을 세척하였다. Paper point를 이용해 치수강을 건조시킨 뒤, 약 1 mm 두께의 ZPC로 근관입구를 봉쇄하였다.

치아를 H_2O_2 의 농도에 따라 무작위로 1개의 대조군(n=5)과 4개의 실험군으로 나누었고, 실험군은 다시 H_2O_2 의 적용시간에 따라 3개의 아군(n=5)으로 나누었다.

- 1 군 : 전처리를 시행하지 않았다(대조군).
- 2 군 : 20% H_2O_2 (Duksan pure chemical Co.,LTD., Ansan, Korea)를 와동 내에 아군에 따라 적용 후 20초간 air-water syringe로 수세하였다.
- 3 군 : 10% H_2O_2 를 2 군과 같이 적용하였다.
- 4 군 : 5% H_2O_2 를 2 군과 같이 적용하였다.
- 5 군 : 2.5% H_2O_2 를 2 군과 같이 적용하였다.

아군 A : 각각의 H_2O_2 농도에 대하여 20분간 적용하였다.

아군 B : 각각의 H_2O_2 농도에 대하여 10분간 적용하였다.

아군 C : 각각의 H_2O_2 농도에 대하여 5분간 적용하였다.

상아질 표면을 공기로 건조시킨 뒤, Superbond C&B (Sun medical co.,LTD., Shiga, Japan)를 제조사의 지시에 따라 와동내부에 접착 및 충전하였다. 사용법을 간략히 설명하면, Green Activator(solution of 10% citric acid containing 3% ferric chloride)를 10초간 상아질 표면에 적용한다. 물로 세척 및 건조 후, 네 방울의 Quick monomer(5% 4-META in 95%의 methyl methacrylate)와 한 방울의 Catalyst V(tri-n-butyl borane)를 혼합하여 상아질 표면에 얇게 도포한다. 한 스푼의 powder (polymethyl methacrylate)를 앞서 준비한 혼합액에 첨가하여 빠르게 섞은 후, 20-gauge needle tube(Centrix, Hofheim, Germany)에 담아 와동저부터 천천히 Superbond C&B가 와동 전체에 채워지도록 하였다. Superbond C&B는 자가 중합형 레진이므로 20분 동안 레진이 중합되도록 하였다.

2. 미세인장 결합강도 측정

모든 레진 접착된 치아를 24시간 동안 37℃ 증류수에 보관하였다. 각각의 치아는 교합면에 평행하게 Isomet saw

를 이용하여 1 mm의 심부 상아질(D1)과 1 mm의 치수실 상아질(D2)이 포함된 disc 형태로 절단하였다(Figure 1). 형성된 disc를 다시 협설 방향으로 1 mm 너비로 절단하여(Figure 2), 최종적으로 약 1 mm²의 단면적을 갖는 막대기가 되도록 시편을 제작하였다. 이 시편은 각각의 disc로부터 평균 2개씩 제작되었고, 각 시편의 정확한 크기는 0.01 mm의 눈금 측정이 가능한 digital caliper를 이용하여 주의 깊게 측정하였다.

미세인장 결합강도 측정을 위해 각 시편을 cyanoacrylate cement(Zapit; Dental Ventures of America, California, USA)를 이용해 미세인장 결합강도 측정기(Micro Tensile Tester; Bisco Inc., Schaumburg, USA)에 고정시켰다(Figure 3). 1 mm/min의 속도로 인장력을 가하여 파절된 시점의 최대 하중 기록하였고, 이를 시편의 단면적으로 나누어 인장강도를 MPa로 환산하였다.

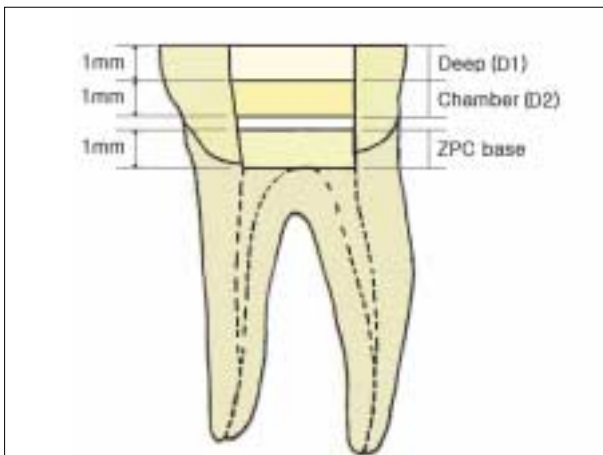


Figure 1. Schematic presentation of the disc preparation at the deep and the pulp chamber dentin

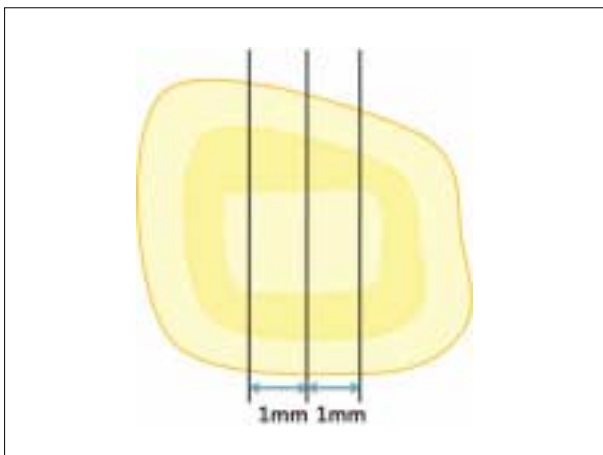


Figure 2. The manufacture of specimen

3. 통계 분석

미세인장 결합강도 측정치는 SPSS 12.0 프로그램을 이용해 평균과 표준편차를 계산하였고, 3-way ANOVA와 Tukey post hoc test를 통하여 분석하였다($p < 0.05$).

4. Failure Mode 분석

미세인장 결합강도 측정 후, 각 군의 모든 시편에 대하여 파절 양상을 5배 확대율의 Loupe를 이용하여 다음과 같이 구분하였다: “Interfacial”, 접착계면에서 파절이 일어난 경우로 일부 레진 또는 상아질이 계면에 부착된 경우도 포함: “Resin”, 레진 내에서의 cohesive 파절; “Dentin”, 상아질 내에서의 cohesive 파절.

5. 주사전자현미경 (SEM, Scanning electron microscope) 관찰

각각의 H₂O₂ 농도에 따른 상아질 표면의 변화를 알아보기 위하여 각각의 군과 똑같은 실험적 과정을 거친 별도의 치아를 준비하였다. 교합면 법랑질을 제거하고 와동을 형성한 뒤, 측벽 상아질을 심부 상아질(D1)과 치수실 상아질(D2)로 구분하였다. 각 군의 H₂O₂ 농도에 대하여 20분간 상아질 표면을 처리한 뒤 공기로 건조시키고, gold coating하여 SEM(JSM 6400; JEOL, Tokyo, Japan) 상을 관찰하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 미세인장 결합강도

H₂O₂ 농도와 적용시간에 따른 심부 상아질(D1)과 치수실

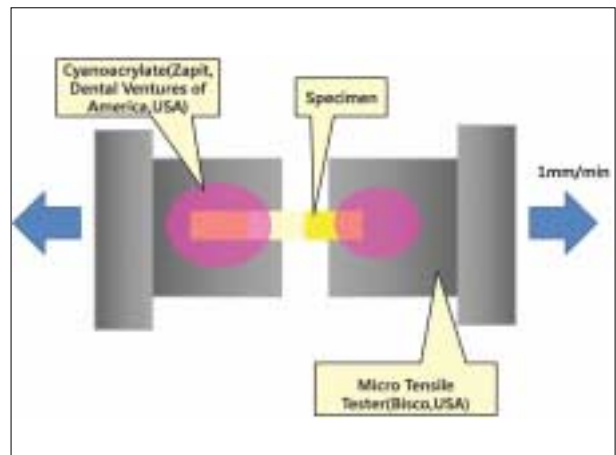


Figure 3. Schematic measurement of the microtensile bond strength

Table 1. Averages of the microtensile bond strength to the deep and the pulp chamber dentin by H₂O₂ concentration and application time(Mean±SD).

Group(n=10)		Disc(MPa)	
		D1	D2
Group1(Control)		23.21±3.15	22.19±4.47
Group2 (20% H ₂ O ₂)	20min	Failed	Failed
	10min	Failed	Failed
	5min	Failed	Failed
Group3 (10% H ₂ O ₂)	20min	2.10±2.92	Failed
	10min	7.44±3.15	Failed
	5min	12.93±5.58	8.21±5.18
Group4 (5% H ₂ O ₂)	20min	9.68±4.70	4.22±3.23
	10min	9.40±3.71	4.25±2.52
	5min	14.57±2.91	9.03±3.71
Group5 (2.5% H ₂ O ₂)	20min	13.70±4.00	8.69±4.33
	10min	14.82±2.29	14.14±3.44
	5min	21.17±6.00	15.15±5.67

Table 2. 3-way ANOVA results showing the relations among the depth of dentin, the concentration and the application time of H₂O₂

Comparison source	df	F	Sig.	C.S.
D	1	56.567	.000	*
C	3	237.508	.000	*
A	2	40.401	.000	*
D - C	3	3.701	.013	*
D - A	2	.323	.725	NS
C - A	6	6.160	.000	*
D - C - A	6	1.577	.155	NS

D: Depth, C: Concentrations, A: Application times

*: significant, NS: not significant

상아질(D2)에서의 평균 미세인장 결합강도의 결과는 Table 1에 제시하였다. 실험 결과 모든 그룹에서 심부 상아질의 평균 미세 인장 결합강도가 치수실 상아질보다 높게 나타났으며, H₂O₂의 농도와 적용 시간이 증가할수록 평균 미세 인장 결합강도가 감소하였다.

상아질의 깊이, H₂O₂의 농도와 적용 시간과의 관계를 알아보기 위해 실시한 3-way ANOVA의 결과는 Table 2에 제시하였다. 실험 결과 상아질의 깊이, H₂O₂ 농도와 적용 시간이라는 세 가지 변수간의 교호작용 효과는 없으나($p > 0.05$), 상아질의 깊이와 H₂O₂ 농도사이, H₂O₂ 농도와 적용 시간 사이에서는 교호작용 효과가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 또한 상아질의 깊이, H₂O₂ 농도에 따라

평균 미세 인장 결합강도에는 차이가 있는 것으로 나타났으며($p < 0.05$), H₂O₂ 적용 시간의 경우 10분과 20분간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$).

흥미롭게도, 20% H₂O₂ 군의 경우는 와동내 충전한 레진이 완전히 중합되지 않고 젤과 같은 형태를 띠어 결합강도를 측정할 수 없었다. D2에서의 10% H₂O₂의 A(20분)와 B(10분) 군은 충전된 레진이 완전히 중합되지 않았고, 레진이 중합되었다 하더라도 시편 제작 중 분리되어 결합강도를 측정할 수 없었다.

2. Failure Mode

모든 군에서 “Interfacial” 파절이 대부분(95.0%)을 차지하였다(Table 3, 4). “Resin” 파절은 주로, 대조군(1.9%)과 2.5% H₂O₂ 군(2.7%)에서 나타났다.

3. SEM 관찰

시편 관찰은 2,000배의 SEM 하에서 D1과 D2 상아질에 형성한 와동 측벽의 변화를 관찰하였다(Figure 4-8).

SEM 관찰 결과, 상아질 표면에 아무런 처리를 하지 않은 경우 대부분 도말층으로 덮여 상아세관을 관찰할 수 없었다. H₂O₂의 농도가 높을수록 도말층의 제거와 상아세관의 개방이 뚜렷하였다. 또한 대조군과 2.5% H₂O₂ 군을 제외한 모든 군에서 D2가 D1보다 상아세관의 구별과 개방이 확실하였다.

Table 3. Interfacial, Resin and Dentin failures in D1.

Control		20% H ₂ O ₂			10% H ₂ O ₂			5% H ₂ O ₂			2.5% H ₂ O ₂		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Interfacial	7	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	10	7
Resin	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
Dentin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Table 4. Interfacial, Resin and Dentin failures in D2.

Control		20% H ₂ O ₂			10% H ₂ O ₂			5% H ₂ O ₂			2.5% H ₂ O ₂		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Interfacial	8	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	9	8
Resin	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Dentin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

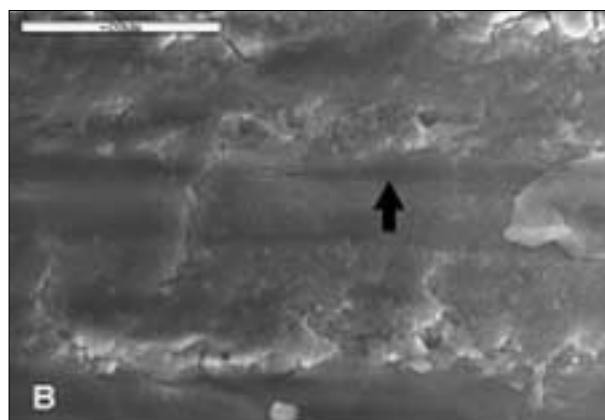
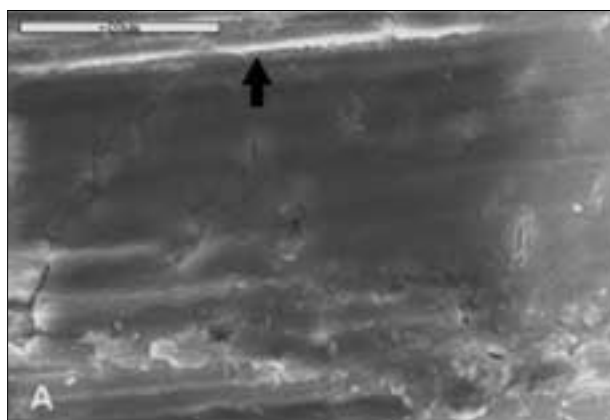


Figure 4. Control group(2K). Most surface was covered with smear layer and had scratches (black arrow) due to using a diamond bur. A. D1, B. D2, Bar=20 μ m.

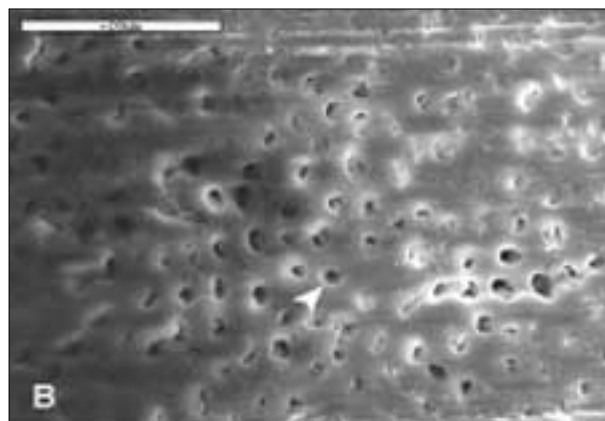
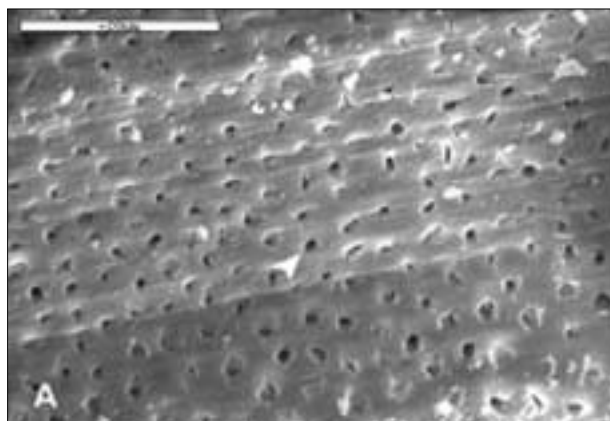


Figure 5. With 20% H₂O₂ for 20min(2K). Dentinal tubules (white arrow head) were opened completely and the smear layer scarcely remained. A. D1, B. D2, Bar=20 μ m.

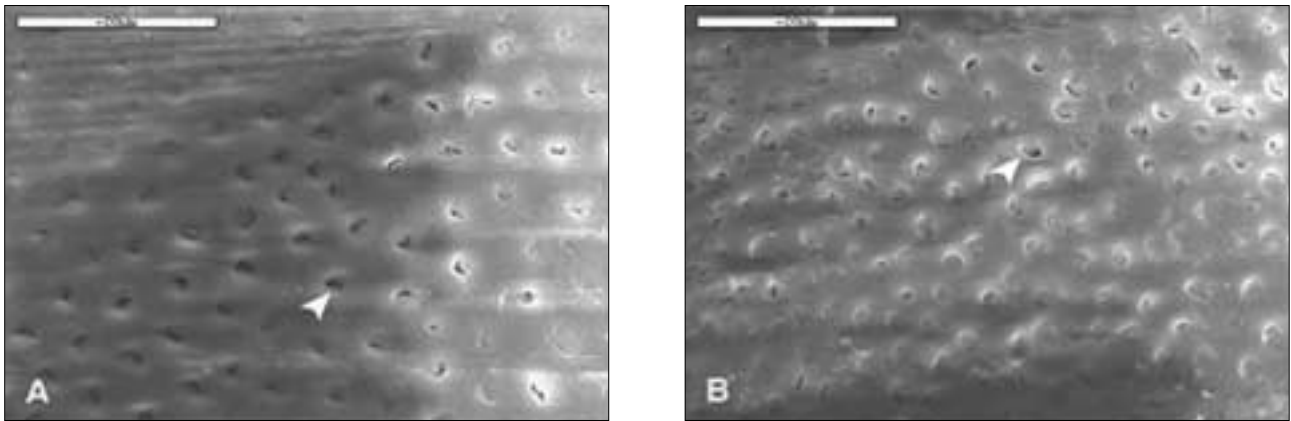


Figure 6. With 10% H_2O_2 for 20min(2K). Dental tubules (white arrow head) were opened in a part and the smear layer remained. A. D1, B. D2, Bar= $20\mu m$.

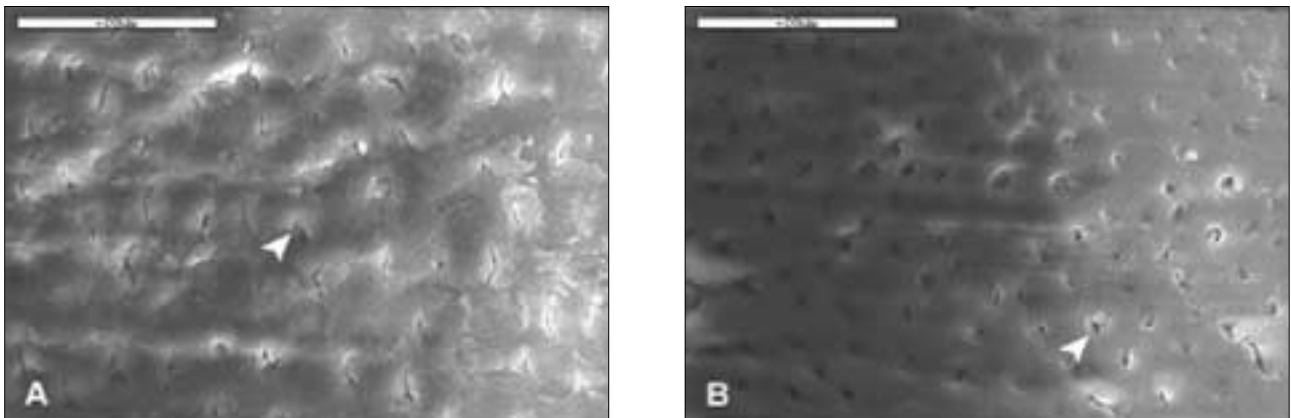


Figure 7. With 5% H_2O_2 for 20min(2K). A. D1, Dental tubules (white arrow head) were obscure and covered with the smear layer; B. D2, Dental tubules were clear and opened in a part. Bar= $20\mu m$.

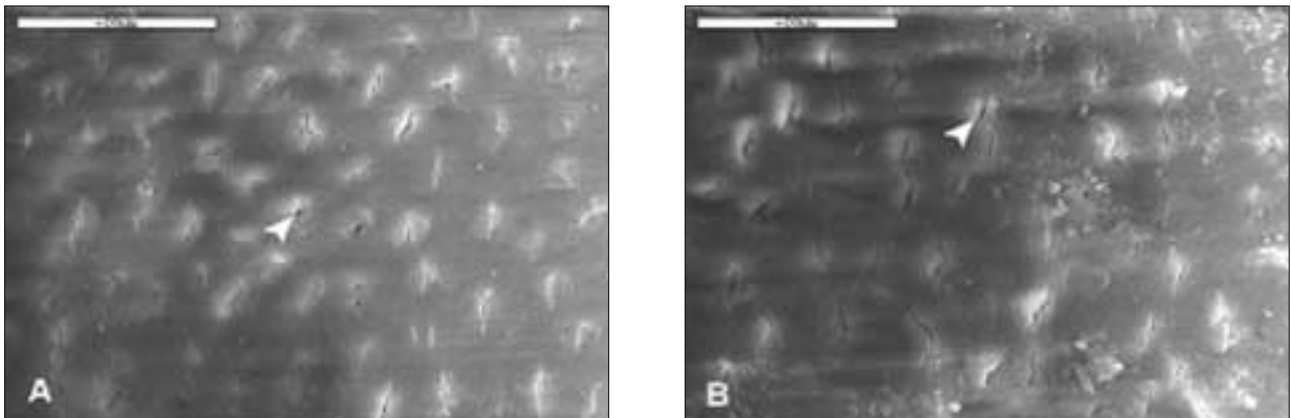


Figure 8. With 2.5% H_2O_2 for 20min(2K). Dental tubules (white arrow head) were obscure and covered with the smear layer. A: D1; B: D2; the surface of D1 and D2 had a similar pattern; Bar= $20\mu m$.

IV. 고 찰

이 연구에서 와동 내에 H_2O_2 를 적용하였을 때, H_2O_2 의 농도가 높거나 적용시간이 길수록 레진의 결합강도가 현저히 감소함을 보였다. 이는 이전의 연구들과 일치하는 것으로, Nikaido 등¹⁴⁾은 H_2O_2 가 우치의 표층 상아질에서 인장 접착강도에 부정적인 영향을 끼친다고 보고하였다.

H_2O_2 를 처리한 산부식된 상아질에서 접착강도의 감소는 H_2O_2 의 산화작용에 의한 결과이다⁷⁾. H_2O_2 는 물과 산소로 분해되고, 이 때 유리된 산소는 free radical mechanism으로 중합되는 레진의 중합을 억제 한다^{7,15)}. 또한, H_2O_2 를 사용한 후 상아세관 내에는 H_2O_2 의 잔사와 부산물이 남게 되는데¹⁶⁾, 이들 잔사는 세관내로 접착 레진이 흘러들어가는 것을 막고, 세관 입구 근처에서 레진에 작은 기포를 야기 한다¹⁷⁾. 이들 잔사는 또한, 탈회된 상아질 내 monomer의 중합에 영향을 미치는 상아질 표면을 오염시키고 결국 상아질과의 접착강도를 감소시킨다¹⁸⁾.

이 연구에서 H_2O_2 의 농도와 적용시간이 같더라도 상아질의 위치, 즉 깊은 상아질일수록 더 낮은 결합강도를 보였다. 대부분의 접착시스템은 표층 상아질에 좀 더 강하게 접착되고, 심부 상아질 일수록 낮은 접착강도를 보이는 것으로 잘 알려져 있다¹¹⁾. 치수실 상아질은 가장 깊은 상아질 벽으로써 세관 직경이 크고 세관밀도가 높아 접착을 이루는데 어려움이 있다¹¹⁾. 이 연구에서는 심부 상아질(D1)과 치수실 상아질(D2)이 실험에 이용되었고, 치수실 상아질이 유의성 있게 낮은 접착강도를 보여 이전의 연구 결과를 뒷받침하였다.

흥미롭게도, 이 연구에서 20% 이상의 H_2O_2 에서는 짧은 시간 적용한 경우에도 레진 중합이 억제되어, 젤 형태를 띠거나 접착이 이루어지지 않았다. 10% H_2O_2 는 치수실 상아질에서 10분 이상 적용하였을 때 유사한 결과를 보였다. Torneck 등¹⁷⁾은 1분간의 물 세척과 30초간의 압축공기 적용 후에도 H_2O_2 가 상아세관 내에 지속할 수 있다고 보고하였다. Tittley 등¹⁹⁾도 interprismatic space 사이에 잔존하는 peroxide는 미백제 적용 후 짧은 수세와 건조에 영향을 받지 않으며, 이렇게 잔존한 peroxide는 물속에 최소 24시간 담귀 두어야만 제거할 수 있다고 주장하였다. 다른 연구들^{11,20)}에서도 peroxide 미백 후, 잔존 산소를 제거하기 위하여 수복 술식을 24시간에서 1주일 정도 지연하기를 추천하고 있다. 하지만 이 연구에서는 H_2O_2 적용 후, 20초간 air-water syringe로 수세 및 건조한 뒤 즉시 레진 수복을 시행하였고, 결과적으로 높은 농도의 H_2O_2 에서 레진 중합이 이루어지지 않은 것으로 생각된다.

각 시편의 파절양상은 "Interfacial" 파절이 가장 많았고 (95.0%), 상대적으로 결합강도가 높은 1 군과 5 군에서 "Resin" 파절이 발견되었다. 모든 군에서 "Dentin" 파절은

보이지 않았다.

상아질의 표면 형태를 빠르고 간편하게 분석할 수 있는 방법으로 주사전자현미경(SEM)을 이용할 수 있고²¹⁾, SEM 관찰 결과 대조군과 2.5% H_2O_2 군은 D1과 D2가 비슷한 정도의 도말층의 존재와 상아세관의 폐쇄를 보였다. 나머지 군에서는 D2가 D1보다 상아세관의 개방이 더 뚜렷하였다. 20% H_2O_2 가 가장 뚜렷한 도말층의 제거와 상아세관의 개방을 나타내었고, 그 다음은 10% H_2O_2 , 5% H_2O_2 , 2.5% H_2O_2 , 대조군 순이었다.

SEM을 이용한 상아질의 표면형태를 조사한 대부분의 연구에서 미백 후 유의성 있는 변화를 보이지 않음을 보고하였고²¹⁻²⁴⁾, 다만 Zalkind 등²⁵⁾은 30% H_2O_2 를 1주일간 사용하였을 때 상아질의 형태학적 표면변화가 일어났음을 보고하였다. 하지만 이러한 효과는 peroxide 자체의 효과라기보다는 사용된 미백제의 "highly acidic" 특성에 따른 침식과정에 의한 것이라고 설명 하였다. 이 연구에 사용된 H_2O_2 의 pH는 20% H_2O_2 가 3.5, 10% H_2O_2 가 4.3, 5% H_2O_2 가 5.0, 2.5% H_2O_2 가 5.4로써, 이들 산도가 도말층의 제거와 세관의 개방에 영향을 끼친 것으로 생각된다.

이 연구에서는 레진의 효과는 평가하지 않아 Superbond C&B만을 이용하였다. Superbond C&B는 화학적으로 5-10분에 완전히 중합되고, 이러한 느린 중합 동안 oligomer로 발달이 전개되면서 발생된 중합응력이 즉시 경감된다. 이 레진 시스템은 methyl methacrylate/polymethyl methacrylate(MMA/PMMA)에 기초하며, cross-linked polymer라기 보다는 linear polymer를 형성한다. 자가중합형 레진은 광중합형 보다 스트레스가 더 적게 형성되고, 또한 광중합형은 깊은 와동내로는 빛 도달이 어려워 적절한 중합을 이루지 못할 수 있다¹⁸⁾. 결국 이러한 이유들로 인하여 자가중합형의 Superbond C&B를 사용하였다.

이번 실험은 가능한 임상적 상황을 재현하도록 디자인 하였으나 일부 상황을 변형시켜야 했다. 이러한 변형 중 하나로, 변색된 치아의 미백이 일반적으로 전치부에서 수행되지만, 대구치가 이 연구에 이용 되었고, 이는 비슷한 부위와 비슷한 두께의 disc를 쉽게 제작할 수 있기 때문이었다²⁶⁾. 또한, 모든 치아에서 와동형성 후, 근관을 gutta percha와 sealer로 충전하지 않고 ZPC 만으로 봉쇄하였는데, 이는 추가적인 상아질 벽의 제거 없이 잔존하는 gutta percha와 sealer를 남겨두지 않는 것이 거의 불가능하기 때문이었다. 과도한 상아질의 삭제는 biomechanical 실험을 위한 상아질 두께를 불충분하게 한다²⁾. 따라서, H_2O_2 를 좀 더 임상적으로 적절한 상황 하에서 실험을 계획하려는 진보된 연구가 필요할 것이다.

V. 결 론

이 연구 결과에 기초하여, 레진 수복물의 미세인장 접착강도에서 H₂O₂의 농도 및 적용시간이 끼치는 영향에 대해 다음과 같은 결론을 내렸다.

1. H₂O₂의 농도 및 적용시간이 증가할수록, 치아의 위치에 관계없이 미세인장 결합강도가 현저히 감소하였다. 심지어 20% 이상의 고농도의 H₂O₂에서는 5분 이상 적용하였을 때, 레진 중합이 억제되어 젤과 같은 형태를 띠었다.
2. H₂O₂의 농도와 적용시간이 같더라도, 치수에 가까운 깊은 상아질일수록 미세인장 결합강도가 더 낮았다.
3. H₂O₂ 적용 후 상아질 표면의 변화는 사용된 H₂O₂의 pH와 관련이 있고, pH가 낮을수록 상아질 표면의 도말층 제거와 상아세관의 개방이 뚜렷하게 나타났다.
4. 저농도와 짧은 시간으로 H₂O₂를 사용한 경우라도 레진 수복물의 결합강도는 현저히 감소하므로, 추 후 레진 수복물이 뒤따른다면, H₂O₂의 사용을 피하거나 중합 억제 효과를 회복할 시간이 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

1. Oliveira DP, Teixeira ECN, Ferraz CCR, Teixeira FB. Effect of intracoronal bleaching agents on dentin microhardness. *J Endod* 33(4):460-462, 2007.
2. Chng HK, Palamara JEA, Messer HH. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on biomechanical properties of human dentin. *J Endod* 28(2):62-67, 2002.
3. Jiang T, Ma X, Wang Y, Zhu Z, Tong H, Hu J. Effects of hydrogen peroxide on human dentin structure. *J Dent Res* 86(11):1040-1045, 2007.
4. Spasser HF. A simple bleaching technique using sodium perborate. *NY State Dent J* 27:332-334, 1961.
5. Nutting EB, Poe GS. A new combination for bleaching teeth. *J South Calif Dent Assoc* 31:289-291, 1963.
6. 최승호, 노병덕, 박성호, 이승중. 무수치 표백술에서 근관내 Base가 표백약제의 누출방지에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 24(3):453-464, 1999.
7. Lai SCN, Mak YF, Cheung G, 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.
8. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod* 30(1):45-50, 2004.
9. Heling I, Parson A, Rostein I. Effect of bleaching agents on dentin permeability to *Streptococcus faecalis*. *J Endod* 21:540-542, 1995.
10. Madison S, Walton R. Cervical root resorption following bleaching of endodontically treated teeth. *J Endod* 16:570-574, 1990.
11. Timpawat S, Nipattamanon C, Kijsamanmith K, Messer HH. Effect of bleaching agents on bonding to pulp chamber dentine. *Int Endod J* 38:211-217, 2005.
12. Dias W, Pereira P, Swift EJ. Effect of bur type on microtensile bond strengths of self-etching systems to human dentin. *J Adhes Dent* 6:195-203, 2004.
13. 박성호. 치과용 복합레진과의 결합에 있어, 상아질 내 교원섬유의 역할에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 22(1):470-478, 1997.
14. Nikaido T, Takano Y, Sasafuchi Y, Burrow MF, Tagami J. Bond strengths to endodontically treated teeth. *Am J Dent* 12:177-180, 1999.
15. 김광근, 박정원. 수종의 치질 접착제의 미백 처리된 법랑질에 대한 전단접착강도 비교. *대한치과보존학회지*. 29(1):30-35, 2004.
16. Spyrides GM, Perdigao J, Araujo M, Spyrides SMM. Effect of whitening agents on dentin bonding. *J Esthet Dent* 12:264-270, 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. Erdemir A, Ari H, Güngüneş H, Belli S. Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J Endod* 30(2):113-116, 2004.
19. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND. The effect of carbamide-peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res* 71(1):20-24, 1992.
20. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND, Krmec D. Adhesion of a resin composite to bleached and unbleached human enamel. *J Endod* 19(3):112-115, 1993.
21. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentin properties. *J Dent* 35:889-896, 2007.
22. Suliman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS. A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *J Dent* 32:581-590, 2004.
23. Duschner H, Gotz H, White DJ, Kozak KM, Zoladz JR. Effects of hydrogen peroxide bleaching strips on tooth surface colour, surface microhardness, surface and sub-surface ultrastructure, and micro-chemical (Raman Spectroscopic) composition. *J Clin Dent* 17:72-78, 2006.
24. Joiner A, Thakker G, Cooper Y. Evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel and dentine microhardness in vitro. *J Dent* 32:27-34, 2004.
25. Zalkind M, Arwaz JR, Goldman A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching, a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol* 12:82-88, 1996.
26. Surapipongpuntr P, Duangcharee W, Kwangsamai S, Ekka A. Effect of root canal irrigants on cervical dentine permeability to hydrogen peroxide. *Int Endod J* 41:821-827, 2008.

국문초록

과산화수소의 농도와 적용시간이 상아질의 깊이에 따라 레진 수복물의 미세인장결합강도에 미치는 영향

손정룡 · 이계영 · 강유미 · 오영택 · 이광원 · 김태균*

전북대학교 치과대학 치과보존학교실

본 연구의 목적은 심부 상아질과 치수실 상아질에 H₂O₂를 각기 다른 적용시간과 농도로 적용하였을 때, 레진수복물과의 미세인장결합강도에 미치는 영향을 평가하는 것이다.

준비된 각각의 치아에 전형적인 근관와동을 형성하고 다음과 같이 무작위로 1개의 대조군과, 4개의 실험군으로 나누었다: 1 군, 전처리를 시행하지 않았다; 2 군, 20% H₂O₂를 20분, 10분, 5분간 적용하였다; 3 군, 10% H₂O₂를 20분, 10분, 5분간 적용하였다; 4 군, 5% H₂O₂를 20분, 10분, 5분간 적용하였다; 5 군, 2.5% H₂O₂를 20분, 10분, 5분간 적용하였다. 위와 같이 처리한 후 와동 내를 Superbond C&B(Sunmedical, Co., Shiga, Japan)로 충전하였다. 각 치아는 37℃ 증류수에 24시간 저장한 뒤, 심부 상아질과 치수실 상아질로 잘라 미세인장결합강도 시험을 시행하였다. 각 군에서 측정된 미세인장결합강도를 3-way ANOVA와 Tukey post hoc test로 통계 처리하였다(p < 0.05).

실험 결과 모든 군에서 심부 상아질(D1)의 미세인장 결합강도가 치수실 상아질(D2)보다 높게 나타났다. 평균 결합강도는 H₂O₂의 농도와 적용 시간이 증가할수록 감소하였다. 통계분석에서 상아질의 깊이, H₂O₂ 농도와 적용 시간이라는 세 가지 변수간의 교호작용 효과는 없으나(p > 0.05), 상아질의 깊이와 H₂O₂ 농도 사이, H₂O₂ 농도와 적용 시간 사이에서는 교호작용 효과가 있었다(p < 0.05).

SEM 관찰에서는 H₂O₂의 농도가 증가할수록 상아세관이 좀 더 개방된 양상을 보였다.

주요단어 : Hydrogen peroxide, 미세인장결합강도, 깊은 상아질, 치수실 상아질, 산화 효과,
Free radical mechanism, Superbond C&B