레진 시멘트를 이용한 레진 파이버 강화 레진포스트의 치근 상아질에 대한 미세인장결합강도

김진우 · 유미경 · 이세준 · 이광원*
전북대학교 치과대학 보존학교실 및 구강생체과학연구실

ABSTRACT

MICROTENSILE BONDING OF RESIN FIBER REINFORCED POST TO RADICULAR DENTIN USING RESIN CEMENT

Jin-Woo Kim, Mi-Kyung Yu, Se-Joon Lee, Kwang-Won Lee*
Department of Conservative Dentistry & Institute for Oral Bioscience, College of Dentistry, Chonbuk National University

Object

The purpose of this study were to evaluate the microtensile bond strength of resin fiber reinforced post to radicular dentin using resin cement according to various dentin surface treatment and to observe the interface between post and root dentin under SEM.

Material and Method

A total 16 extracted human single rooted teeth were used.

A lingual access was made using a #245 carbide bur in a high-speed handpiece with copious air water spray. The post space was mechanically enlarged using H-file(up to #60) and Gates Glidden bures(#3). This was followed by refining of the canal space using the calbrating drill set provided in ER Dentinpost(GEBR, BRASSELER GmbH&Co. KG).

The 16 teeth were randomly distributed into 4 group of 4 teeth.

Group 1 teeth had their post space prepared using 10% phosphoric acid as root canal surface treatment agent during 20s. The canal was then rinsed with saline and dried with paper point.

Group 2 teeth had their post space prepared using 3% NaOCl as root canal surface treatment agent during 30min. The canal was then rinsed with saline and dried with paper point.

Group 3 teeth had their post space prepared using 17% EDTA as root canal surface treatment agent during 1min. The canal was then rinsed with saline and dried with paper point.

Group 4 teeth had their post space prepared using 17% EDTA as root canal surface treatment agent during 1min. After rinsing with saline, the canal was rinced 10ml of 3% NaOCl for 30min.

After drying with paper point, the post(ER Dentinpost, GEBR, BRASSELER GmbH&Co. KG) was placed in the treated canals using resin cement. Once the canal was filled with resin cement(Super bond C&B sunmedical co. Ltd.), a lentulo was inserted to the depth of the canal to ensure proper coating of the root canal wall.

After 24 hours, acrylic resin blocks(10·10·50mm) were made. The resin block was serially sectioned vertically into stick of 1·1mm. Twenty sticks were prepared from each group. After that, tensile bond strengths for each stick was measured with Microtensile Tester.

Failure pattern of the specimen at the interface between post and dentin were observed under SEM.

Results
1. Tensile bond strengths(meen±SD) were expressed with ascending order as follows ; group 4, 12.52±6.60 ; group 1, 7.63±5.83 ; group 2, 4.13±2.31 ; group 3, 3.31±1.44.
2. Tensile bond strengths of Group 4 treated with 17% EDTA +3%NaOCl were significant higher than those of group 1, 2 and 3 ($p<0.05$).
3. Tensile bond strengths of Group 1 treated with 10% phosphoric acid were significant higher than those of group 2 ($p<0.05$). Tensile bond strengths of Group 4 treated with 17% EDTA +3% NaOCl was significant higher than those of other groups.

Ⅰ. 서 론

기존의 포스트의 재료는 대부분 금속을 사용한 것이 대부분이다. 재래식의 포스트는 이미 만들어진 것을 사용하거나 근관의 인상을 체득하여 주조하여 사용하는 것이 대부분이다. 그러나 금속 포스트와 코어에는 몇 가지 바람직하지 못한 요소들이 있었다. 이 금속 포스트의 단점을 극복하기 위한 방법중의 하나로 프랑스에서 최초로 탄소 섬유 포스트가 개발되었다.[1] 이 포스트는 에폭시 레진 기질 내에 열처리된 탄소 섬유 가 함유된 형태 였다. 탄성계수는 치아와 비슷하면서도 인장강도가 매우 높은 성질을 지녔다. 치아에의 접착은 레진 시멘트 등을 이용하였는데 이를 이용 시 시멘트의 포스트에의 접착성이 우수하여 한 몸체처럼 행동하여 치아가 받는 스트레스를 치근에 적절하게 분산시켜 치근 자체의 파절을 방지할 수 있었다.[2]

그러나 초기의 레진 섬유 강화형 포스트는 탄소섬유를 사용하여 검은 색을 띄는 관계로 전부 도재관 등의 심미적인 성질이 요하는 곳에서는 사용 할 수 없었다. 이에 글래스파이버등을 이용하여 심미적인 문제를 개선한 많은 제품이 선을 보였다. 이 제품들은 기존의 레진 포스트의 성질을 그대로 가졌을 뿐만 아니라 심미적으로 매우 우수한 성질을 지니게 되었다.

레진 포스트가 널리 쓰임에 따라 포스트 식립에 쓰이는 시멘트도 이전과는 다른 성질을 요구하였다. 즉 포스트의 기질이 레진으로 구성되어 레진 시멘트를 사용할 경우 치질에의 접착이 가능하게 되었다. 따라서 이에 대한 부분에서도 많은 연구가 있어왔다.[2-4] 치근 상아질도 상아질이라는 관점에서 본다면 일반 복합레진 수복물과 같이 상아질의 표면처리나 상아질 접착제 또한 중요한 역할을 하는 것이 분명하나 근관이 좁고 길어 접근이 용이하지 않는 점에 보통의 복합레진 수복과는 차이가 있다. 따라서 다른 방법으로 치근 상아질이 표면 처리되는 것이 보통이고 이들에 관한 많은 연구들이 있다.

근관 내의 치근 상아질의 표면 처리에 쓰이는 가장 일반적인 방법은 EDTA와 NaOCl이다.[4,5] 이들의 기존 근관 치료시에 치근 상아질의 표면의 처리에 대해서는 어느 정도 연구가 진행된 상태이나 근관 내의 치근 상아질에의 레진 시멘트의 접착력등에 미치는 연구[6,7]는 최근에도 계속되고 있다. Pashily DH등[8]은 레진 시멘트의 치근 상아질에 대한 접착에 대해 미세인장강도 실험을 이용하여 많은 결과들을 보고하였다. 레진 시멘트의 접착력에 따라 포스트가 견고히 치근에 결합이 가능하다고 생각된다면 매우 중요한 일임이 분명하다.

이에 본 연구에서는 레진 시멘트를 이용하여 레진 파이버 강화 포스트를 식립했을 때 치근 상아질의 표면처리에 따른 잡착력의 차이를 미세인장강도 실험을 이용하여 비교해 보고 또한 파절 양상을 주사 전자 현미경을 이용하여 관찰하려고 한다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1) 실험재료

최근에 발치된 16개의 건전한 단근치를 이용한다. 레진 파이버 강화 포스트와 레진 시멘트 그리고 인산, EDTA, NaOCl을 사용하였다(Table 1).

2)실험 방법

1. 시편의 초기 제작

최근에 발치 된 16개의 건전한 단근치에 와동형성을 한다. 파일 등을 이용하여 기계적으로 확장하고 최종 포스트 세트에 포함된 드릴을 이용하여 포스트 홀을 형성한다. 포스트 공간이 형성된 치아들을 다시 4개의 군으로 나눈다. 나뉜 4개의 군은 다음과 같이 서로 다른 표면 처리를 한다.

1군 : 10ml의 10%인산으로 20초간 적용한다.
2군 : 10ml의 3%NaOCl로 30분간 적용한다.
3군 : 10ml의 17%EDTA로 1분간적용한다.
4군 : 10ml의 17%EDTA로 1분간 적용 후 10ml의 3% NaOCl을 이용하여 30분간 적용한다.

그 후 제조사의 지시대로 레진 시멘트를 혼합하여 lentulo를 이용하여 포스트 공간에 적용하고 포스트에 다시 적용한 후 바로 식립한다. 그리고 이들 치아를 아크릴릭레진에 포매하여 레진 블록을 만든다(Fig. 1).

2. 미세 인장 결합강도 시험을 위한 시편제작

제작된 레진 블록을 주수 하에 로우 스피드 다이아몬드 쏘를 이용하여 두께가 1mm가 되게 치근의 장축에 수직으로 절단한다. 절단된 1mm 박편을 평편한 면을 갖는 레진 블락에 Sticky왁스로 고정하고 1mm 두께로 절단하여 1*1의 스틱을 제작한다. 이렇게 각 군 당 20개의 스틱을 제작한다.

스틱은 인장강도의 측정하기 위하여 시아노아크릴레이트 접착제로 고정한다. 그리고 인장력을 가하여 스틱의 결합면에서 분리될 때의 로드를 기록한다(Fig. 2-5).

3. 미세인장결합강도 시험

Fig. 4. 처럼 testing apparatus에 시편을 위치시키고, 스틱의 각 끝을 시아노아크릴레이트 접착제를 적용하여 고

Table 1. Materals used in this study.

Brand	Manufacture	Type
ER Dentin포스트	GEBR, BRASSELER GmbH&Co.KG	Resin fiber reinforced 포스트
Super bond C&B	Sunmedical, Japan	레진 시멘트
EDTA Solution	Pulpdent,U.S.A.	Irrigation agent
NaOCl	Duksan, korea	Irrigation agent
All etch	Bisco, U.S.A.	10%H_3PO_4

Table 2. Experimental Groups.

	Radicular dentin surface treatment	N
Group1	10% Phosphoric acid 20s.	20
Group2	3% NaOCl 30min.	20
Group3	17% EDTA 1min.	20
Group4	17% EDTA 1min+3% NaOCl 30min.	20

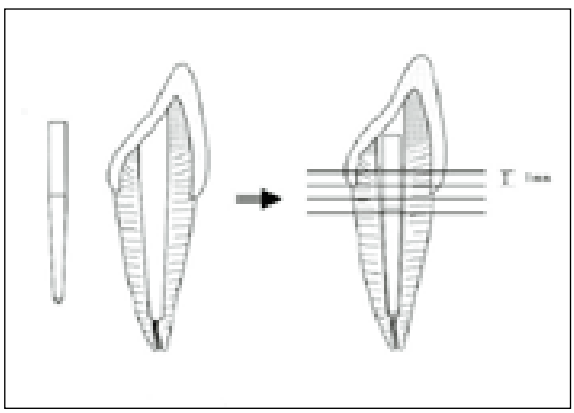

Fig. 1. Schematic illustration of serial section of tooth.

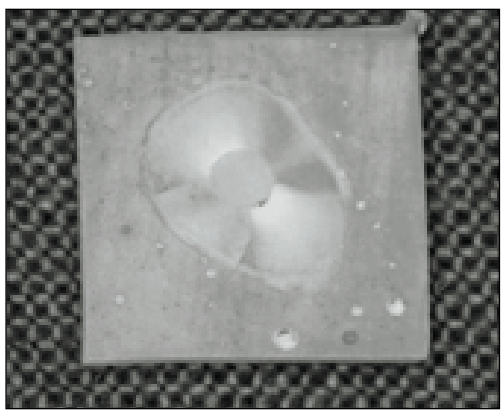

Fig. 2. Section of teeth.

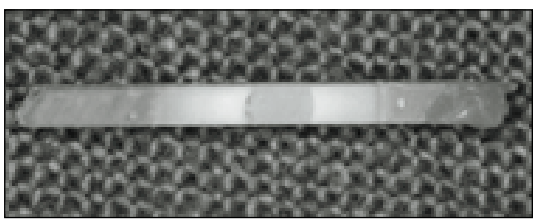

Fig. 3. Specimen preparation for testing .

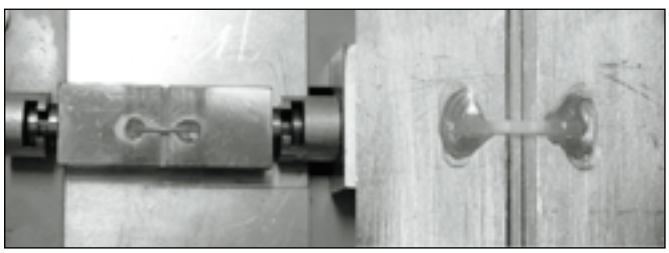

Fig. 4. The specimen was glued to jig with cyanoacrylate cement.

Fig. 5. Isomet saw(Buehler Ltd.,Lake Bluff.IL).

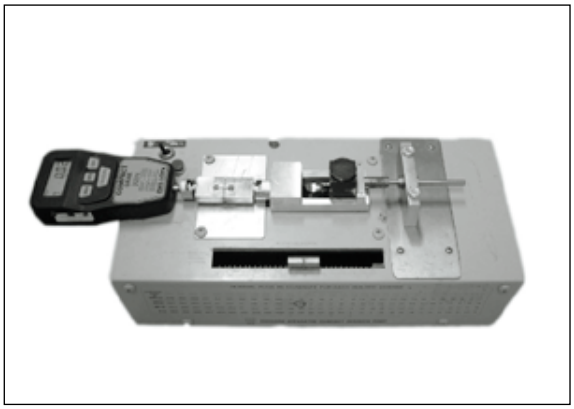

Fig. 6. Microtensile bond strength tester.

정시킨 후 시험을 시행한다. 양쪽으로 1 mm min^{-1}의 속도로 인장력을 가하여 시편이 부러질 때의 load(kg)를 기록한 뒤 계산된 파절 부위의 단면적으로 나누어 결합강도의 수치를 구한다. 부러진 시편을 주사전자현미경 관찰(SEM)을 하기 위해 식염수에 넣어 보관한다.

4. 주사전자현미경 관찰을 위한 시편제작

각 군 당 치아시편을 1개씩 선택하여 시편을 완전 건조시킨 후 파단면을 aluminium stub에 mounting하고 진공상태에서 금 증착을 거쳐 주사전자현미경(Hitachi S-450 SEM, Japan)하에서 파절양상(failure pattern)과 파절면을 관찰한다.

5. 사용된 통계

개별 실험군의 평균값과 표준편차를 환산한 뒤 군간의 통계학적 유의성을 One-Way ANOVA를 이용하여 분석하였고, 사후 검정은 Tukey HSD를 이용해 실시하였다.

Ⅲ. 실험결과

각 군당 측정된 미세 인장 결합강도를 Table 3에 나타냈다.

3%NaOCl과 17%EDTA를 이용한 군의 실험치가 가장 높은 12.25MPa를 나타냈고 10%인산을 이용한 군이 7.63MPa로 두 번째 높은 값을 나타냈다.

17%EDTA를 이용한 군은 4.13MPa를 나타냈으며 3%NaOCl만을 이용한 군이 가장 낮은 값을 가졌다.

NaOCl과 17%EDTA를 이용하여 치근 상아질을 표면 처리한 군의 미세 인장 결합강도는

다른 모든 군보다 유의성 있게 높은 값을 나타냈다($p < 0.05$). 상아질면을 10% 인산으로 표면 처리한 군의 미세 인장 결합강도는 3% NaOCl 만으로 표면 처리한 군보다 통계학적으로 유의성 있게 높은 값을 나타냈으나 17% EDTA를 이용하여 치근 상아질 을 표면 처리한 군과는 유의한 차이는 없었다. 17%EDTA를 이용하여 치근 상아질을 표면을 처리한 군과 3% NaOCl 군간의 유의한 차이는 없었다.

Table 3. Tensile bond strengths of experimental Groups(MPa).

	N	Mean	SD	Std. Error	Minimum	Maximum
Group1	20	7.63	5.83	1.30	0.39	17.16
Group2	20	3.32	1.44	0.32	1.08	7.94
Group3	20	4.13	2.31	0.52	1.27	11.87
Group4	20	12.52	6.60	1.47	1.08	23.63
Tatal	80	6.90	5.81	0.65	0.39	23.63

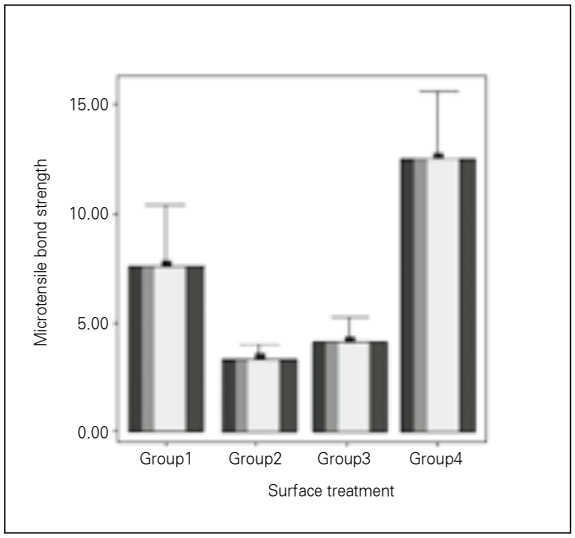

Fig. 7. Bar graph of bond strengths of experimental Groups.

Ⅳ. 총괄 및 토의

근관은 좁은 공간이기 때문에 치근 상아질에 레진과 같은 재료의 접착을 평가하기란 기존의 인장강도 실험으로는 쉽지가 않다. 이러한 좁은 면적의 접착을 평가하기 위해 미세 인장 결합강도 측정방법이 Sano[8,9] 등에 의하여 개발되었다. 기존의 인장강도 측정 방법은 측정되는 시편의 면적이 넓지만 미세 인장 결합강도 시험에 사용되는 시편은 최소의 면적으로 만들어져 이론적으로 시편에 스트레스를 더욱 일정하게 분산이 가능하게 고안되었다. Pashley 등[8-14]은 작은 면적이 스트레스 분산을 유도하고 시편의 접착 면적이 작을 경우 스트레스가 집중되는 결함들이 배제될 가능성이 높다고 하였다. 따라서 기존의 방법으로 측정한 인장강도에 비하여 미세 인장결합강도를 이용한 경우가 더 높은 강도를 나타낸다.[7,8,15] 위의 미세 인장 결합강도 실험을 통하여 많은 실험에서 치근 상아질에의 레진 시멘트의 접착력에 관하여 연구하여 왔다. 그들의 대부분은 근관을 확장한 후 레진 시멘트를 주입하는 방법을 사용하였다. 그리고 치근을 장축에 수직으로 절편을 만든 다음 치근 상아질과 레진 시멘트의 접착부위가 일정한 면적을 가지도록 High speed 핸드피스를 이용하여 시편을 트리밍을 거쳐 최종 시편을 제작하였다.[6,7] 하지만 본 실험에서는 Pashley DH 에 의하여 제안된 트리밍을 하지않는 방법을 이용하였다. 또한 근관에서 레진 시멘트가 단독으로 적용되는 경우는 그리 흔하지 않고 레진 시멘트만을 근관에 적용될 시의 포스트를 식립할 시와 비교하여 레진 시멘트의 수축이 상아질에의 결합력에 미치는 영향을 간과할 수 있어 실제 포스트를 식립 하여 접착력을 평가하였다.

Table 4. Comparision of microtensile bond strengths among Groups.

	Group1	Group2	Group3	Group4
Group1		*		*
Group2	*			*
Group3				*
Group4	*	*	*	

본 실험에서는 포스트 식립 전 포스트 space를 4가지 서로 다른 조건으로 표면 처리하였다. 1군에 쓰인 차아염소산 나트륨은 이미 많은 연구가 되어있고 근관치료 분야에서 가장 흔히 쓰이는 근관 세척액이다. 차아염소산 나트륨은 효과적인 살균물질이며 spore형성 세균 등을 포함한 모든 미생물을 죽일 수 있는 능력을 가졌으며 상대적으로 저 농도에서도 살균효과를 가지는 것으로 알려져 있다.[5,18,20] 차아염소산 나트륨의 용해능력은 근관의 유기물인 치수를 녹이는데 탁월하다. 하지만 낮은 농도에서는 치수의 용해능력이 떨어지므로 보다 긴 시간을 적용하여야한다. 일반적으로 2.5%정도가 적당한 농도로 알려져 있다.[18,20] EDTA는 도말층을 주로 제거하는데 사용된다. 도말층은 기구조작에 의해 상아질 세관 표면내에 축적된 잔사이다. 이것은 상아질 잔사와 근관내의 연조직으로 구성 되어 있다. 이 물질들은 근관 성형 기구의 조작 시 발생이 된다. 도말층은 주로 석회화 물질이기 때문에 약산이나 칼슘치환제에 의하여 효과적으로 제거된다.[4] 차아염소산 나트륨과 EDTA를 함께 사용하면 뛰어난 조직의 제거능력이 있음이 입증이 되었다. 4군에서는 3%의 NaOCl고 인산 17% EDTA를 1분간 적용함으로써 유기물질과 도말층을 제거하였다. 최근의 EDTA적용시간에 따른 치근표면의 변화에 관한 연구에 의하면 EDTA의 적용이 1분 이상일 경우 오히려 상아질 구조물중의 일부가 과도한 부식이 일어난다고 보고하고 있고 몇몇 연구자 들도 칼슘 치환작용이 좀 약한 세척액을 권하는 경우도 있다.[4,19,21,25] 세척액의 종류에 따른 각 그룹간의 차이를 보면 1군은 인산만을 20초간 사용하였기 때문에 도말층은 어느 정도 제거가 되었으나 상아질 표면의 유기질까지는 제거가 되지 않았을 것으로 생각된다. 실제 SEM상에서 1군의 치근 상아질 표면의 상아세관이 어느 정도 개방이 된 것을 확인 할 수 있었다. 2군은 NaOCl만을 이용하였기 때문에 주사전자 현미경 상에서도 상아세관이 개방된 것이 보이지 않는다. 3군은 EDTA를 이용하여 세척한 결과 상아세관이 개방이 인산과 비슷한 수준으로 보여진다. 그리고 1군과 마찬가지고 상아질의 유기물은 제거가 되지는 않았을 것으로 생각된다. 4군의 경우는 EDTA를 먼저 1분간적용하고 NaOCl을 적용한 결과 가장 상아세관이 잘 개방이 된 상

태로 보인다. 주사전자 현미경상에서도 가장 깨끗한 상아질 표면을 보여주고 있다. 실험 결과에서 4군의 미세 인장 결합강도가 가장 높은 것으로 보아 결과적으로 EDTA와 NaOCl를 이용하여 도말층을 처리한 것이 접착력에 도움을 준 것으로 보여진다. 하지만 단순히 도말층의 제거만으로 접착력이 증가되었다고 할 수는 없다. 연구자들에 의하면 NaOCl의 사용에 의하여 치근 상아질의 구조물의 산화가 일어나고 구조물의 산화에 따라서 상아질에 접착하는 레진의 중합이 방해받아 접착력이 약해질 수 있음을 지적한다. 이런 중합저하를 방지하기 위하여 여러 연구에서 유기산등의 환원제를 이용할 것을 추천[6]하고 있다. 하지만 본 연구에서는 사용하지 않았다.

실험 결과를 다른 연구들과 비교하여 보면 포스트 없이 레진 시멘트만을 실험한 연구들에 비하여 미세 인장 결합강도가 낮은 것을 보여준다. 미세인장 결합강도 시험이 아닌 일반 인장강도에 의한 실험 수치와 비교해 보아도 비슷한 강도를 보여준다.[22] 이는 실험 조건이 차이, 환원제를 사용하지 않음에 의한 것으로 보인다. 본 실험에서는 lentulo를 이용하여 근관에 레진 시멘트를 주입하였으나 근관에서의 레진 시멘트의 경화가 매우 빠르기 때문에 기포를 생성을 방지할 만큼의 충분한 작업시간이 부족하여 얻어진 시편상에서 기포발생이 관찰된다. 이런 부분에서 이전의 연구[3,6,7]와 약간의 차이가 있는 것으로 생각되고 표면 처리 방법에 차이는 이전 연구와 비슷한 양상을 보여준다.

주사전자 현미경에 의한 시편의 관찰결과는 다른 연구와 비슷한 결과를 보인다. Goldman M.[23,27]은 NaOCl과 EDTA를 이용하여 필러가 함유되진 않은 레진을 이용하여 포스트를 식립한 후 치아를 탈회시킨 후 포스트 면을 SEM을 이용하여 관찰한 결과 상아세관 안으로 레진 테그가 발달한 것을 관찰하였고 이것이 포스트와 치근 상아질과의 인장강도의 증가를 가져온다 하였다.[27] 이의 연구에 의하면 본 시험에서도 동일한 결과로 볼 수 있다. 상아세관을 막고 있던 도말층을 제거하여 레진 시멘트가 상아세관으로 잘 흘러들어 접착력을 증진시킨 것으로 보여진다. 본 시험에서는 레진 시멘트 외에 특별한 adhesive를 사용하지 않았지만 Marco Ferrari등[15]에 의하면 파이버 강화 포스트의 식립시 adhesisve를 도포 하는 경우 레진이 상아질에 침투가 잘된다고 보고하였다. Y.Kitosako[22,24]는 4-MATA계통의 레진 시멘트의 경우 레진 단량체의 침투가 중요하다고 하였다. 4-MATA의 경우 소수성과 친수성 구조를 가지므로 일종의 adhesive로서 근관에 적용될 수도 있다. 1군의 경우 인산을 사용을 이용하여 도말층을 제거한 경우 adhesive failure 양상을 많이 보여준다. 상아질과 레진 시멘트사이에서 일어나는 경우가 대부분이며 일부의 레진 시멘트는 상아질 쪽에 결합되어 있는 것이 보인다. 기포가 발생하여 완전하게 계면에 레진 시멘트 가 적용되지 않는 부위도 보인다. 2군의 경우에는 차아염소산 나트륨을 사용하여 도말층이 거의 제거되지 않아 상아세관이 거의 보이지 않는 결과를 보여주고 레진 시멘트도 포스트 표면에 결합되어 있는 양상을 보인다. 3군의 경우는 1군과 비슷한 결과를 보인다. 4군의 경우도 1군, 3군 비슷한 관찰 결과를 얻을 수 있으나 도말층의 제거 외에도 상아질의 유기 성분도 어느 정도 제거되어 상아세관이 선명하게 관찰이 된다. 주사 전자 현미경을 고해상도로 확대한 경우에는 다른 군과의 차이가 두드러지는데 다른 군에 비하여 레진 teg의 발달이 현저한 것을 보여준다. 이 사실로 보아 레진 teg가 미세 인장 결합강도의 차이를 어느 정도 설명함을 보여준다.

이상의 실험이 임상과 비슷한 상황으로 설계되었지만 차이가 있을 것은 분명하다. 하지만 어느 정도 비슷한 경향을 가질 것으로 생각된다. 본 실험에서는 정확하게 말한다면 치근 상아질과 레진 시멘트, 레진 시멘트와 포스트의 미세 인장강도를 복합적으로 측정한 것이다. 두 면의 접착면을 포함하기 때문에 failure는 가장 약한 부분에서 일어나므로 레진과 포스트계면 같은 특정부위의 접착력을 알 수는 없다. 다만 결과로부터 결합이 약한 부분을 추측할 따름이고 정확한 값을 알 수는 없다. 물론 이 또한 모든 시편을 주사전자 현미경으로 관찰하여야 가능하다. 본 실험에서 관찰된 시편에서는 대부분 레진 시멘트가 포스트면에 부착이 되어 있는 것이 관찰되었다. 임상 상황에서는 정확하게 어느 부위에서 파절이 일어나는지 알 수 없기 때문에 어느 특정한 접착부위 즉, 레진 시멘트와 포스트사이, 치근 상아질과 레진 시멘트사이의 미세 인장 강도를 측정하는 것도 도움이 되지만 본 실험과 같은 상황의 설정이 실제 임상에서 더 비슷한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

이상에 대하여 더 많은 정보를 얻기 위해서는 포스트와 레진 시멘트의 미세 인장 강도측정이 추가적으로 필요하고 더욱 결합력을 높이기 위한 방법을 찾기 위해서는 각 adhesive system에 따른 차이가 평가 되여야 하겠다.

Ⅴ. 결 론

레진 시멘트를 이용하여 표면처리에 따른 포스트의 치근 상아질에 대한 인장강도의 차이를 연구하였다. 총 16개의 치아를 이용하여 시편을 제작하고 포스트와 치근 상아질 사이의 미세 인장 결합강도를 측정한 수치를 One way ANOVA를 이용하여 분석하였고 사후 검정은 Tukey HSD를 이용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 각 군의 미세 인장 결합 강도는 다음과 같다.
   1군: 7.63±5.83MPs, 2군: 4.13±2.31MPs 3군: 3.31±1.44MPs, 4군, 12.52±6.60MPs.
2. NaOCl과 17%EDTA를 이용하여 치근 상아질을 표면처리한 군의 미세 인장 결합강도는 다른 모든 군보다 유

의성 있게 높은 값을 나타냈다.

3. 상아질면을 10% 인산으로 표면 처리한 군의 미세 인장 결합강도는 3% NaOCl 만으로 표면처리한 군보다 통계학적으로 유의성있게 높은값을 나타냈으나 17%EDTA를 이용하여 치근 상아질을 표면 처리한 군과는 유의한 차이는 없었다.
4. 17%EDTA를 이용하여 치근 상아질을 표면을 처리한 군과 3% NaOCl로 표면 처리한 군간의 유의한 차이는 없었다.
5. 3% NaOCl로 표면 처리한 군이 가장 낮은 미세 인장 결합강도를 나타냈다.

참고문헌

1. Aryuro Martinez-Insua, MD, Luis Da Silva, MD, Bentio Rilo, MD and Urbano Santana, MD. Comparision of the fracture resistance of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. *J Prosthet Dent* 1998;80:527-32.
2. Erick Asmussen, Anne Peutzfeldt, Thomas Heitmann. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J.Dent.* 1999;27:275-278.
3. Platt JA. Resin-based luting cements. *Compend Contin Educ Dent.* 2000 ;21:740-2.
4. Semra Calt DDS, PHD, and Ahmet Serper, DDS, PhD. Time-Dependent effects of EDTA on dentin structures *J. Endo* . 2002;28: 17-19.
5. John W. Harrison, DMD, MS and Ronald E. Hand, DMD, MS. The effect of dulution and orgnic matter on the antibacterial of 5.25% sodium hypochlorite. *J Endo* 1981;7:128-32.
6. Morris 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 Endo.* 2001;27:753-7.
7. Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. *J Endo.* 2001;27:321-4.
8. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, Fernandes CA, Tay F : The microtensilebondtest :a review, *J. Adhes. Dent.* 1999; 1:299- 309.
9. Snao H,Dhono T,Sonoda H, Takatsu T,Ciucchi B, Carvalho R,Pashley DH(1994c). Relation between surface area for adhesion and tensile bond strength - Evaluation of a microtensile bond test. *Dent Mater* 1984;10:236-240.
10. Pashey DH, Samo H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents : A Review, *Dent. Mater.* 1995;11:117-125.
11. Chappell R, Schreiner R, Glaros A, Eixk J. Pilot study to determine sample size for micro-tensile testing, *J. Dent. Res.* 1997;76:38.
12. Zheng L, Pereira PN, Nakajima M, Sano H, Tagami J : Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength, *Oper. Dent.* 2001;26:97-104.
13. Samsri S, Van Noort R : Do dentin bond strength tests serve a useful purpose?, *J. Adhes. Dent.*1999;1:57-67.
14. Van Noort R, Noroozi S, Howard IC, Cardew G : A critique of bond strength measurements, *J. Dent.* 1989; 17:61-67.
15. Marco Ferrari, Alessandro Vichi, Simone Grandini. Efficacy of different adhesive techniques on onding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater* 2001;17:422-429.
16. T.W. Chow, MSc, DBS, LDS, RCS. Mechanical effectivenss of root canal irrigation. *J Endo* 1983;9:475-9.
17. Miriam F. Zaccaro Scelza, DDS, MDS, PhD, Joao Humberto Antoniazzi, DDS, MDS, PhD and Pantaleo Scelza, DDS. Efficacy of final irrigation-a scanning electron microscopic evaluationcccc.*J Endo* 1981; 7:128-32.
18. Walter T, Cumninggham, B.A., D.D.S.,M.A., and Aram Y .Balekjian, B.A., M.S. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg.* 1981;49:175-9.
19. Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endo J.* 2002 ;35:934-9.
20. Villegas JC, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Obturation of accessory canals after four different final irrigation regimes. *J Endo.* 2002;28:534-6.
21. Serper A, Calt S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J Endo.* 2002; 28:501-2.
22. Y.Kitasako, M.F.Burrow, T.Tnikaido, J.Tagami. Long-term tensile bond durability of two different 4-MATA containing resin cement to dentin. *Dent Mater* 1992; 18:276-280.
23. M.Goldman, R. Devitre, R.white, and D Nathanson. An SEM study of post cemented with an unfilled resin. *J Dent Res* 1984;63:1003-5.
24. Chang JC, Hurst TL, Hart DA, Estey AW. 4-META use in dentistry: a literature review.*J Prosthet Dent.* 2002;87:216-24.
25. Semra Calt DDS, PHD, and Ahmet Serper,DDS,PhD. Smear layer removal by EGTA. *J Endo* 2002;26:459-61.
26. Mak YF, Lai SC, Cheung GS, Chan AW, Tay FR, Pashley DH. Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. *Dent Mater.* 2002;18:609-21.
27. Vichi A, Grandini S, Davidson CL, Ferrari M. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent Mater.* 2002;18:495-502.

이 광 원

전북대학교 치과대학 보존학교실
전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14 전북대학교 치과대학병원 보존과
Tel : 063-250-2120
E-mail : lkw@moak.chonbuk.ac.kr

사진부도 ①

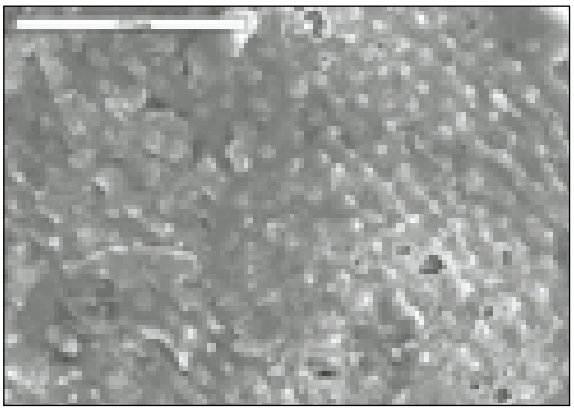

Fig. 8. Post surface of fractured specimen of group 1 (SEM×1000).

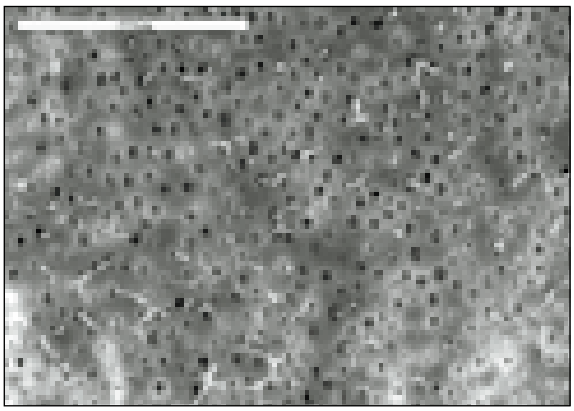

Fig. 9. Dentin surface of fractured specimen of group 1 (SEM×1000).

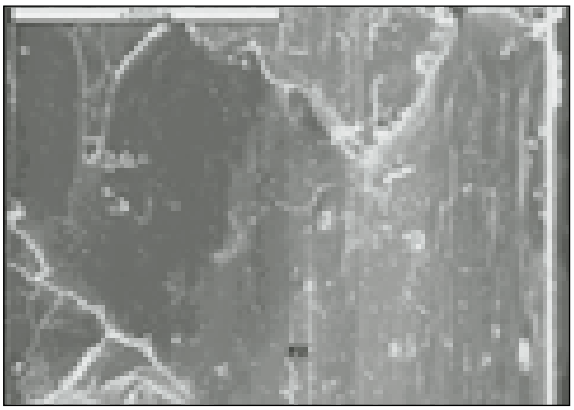

Fig. 10. Post surface of fractured specimen of group 2 (SEM×500).

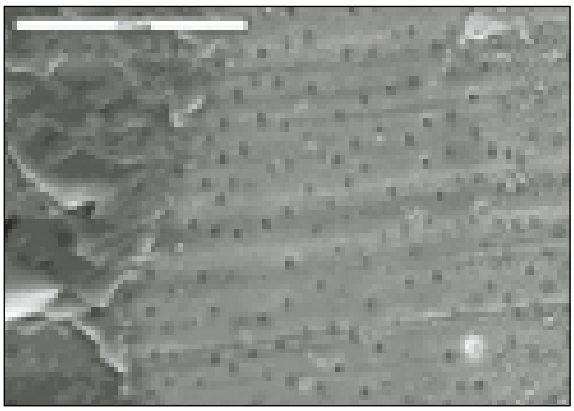

Fig. 11. Dentin surface of fractured specimen of group 2 (SEM×1000).

사진부도 ②

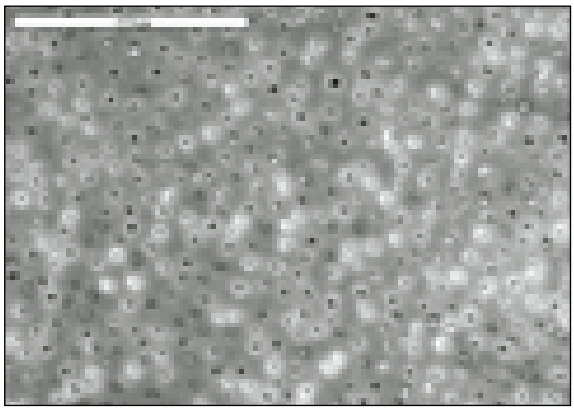

Fig. 12. Dentin surface of fractured specimen of group 3 (SEM×1000).

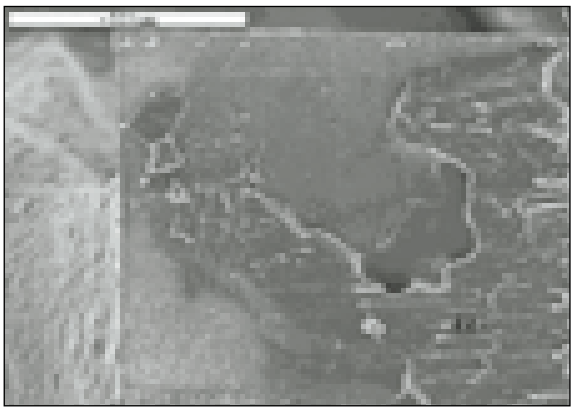

Fig. 13. Post surface of fractured specimen of group 3 (SEM×500, RC;resin cement, D;dentin).

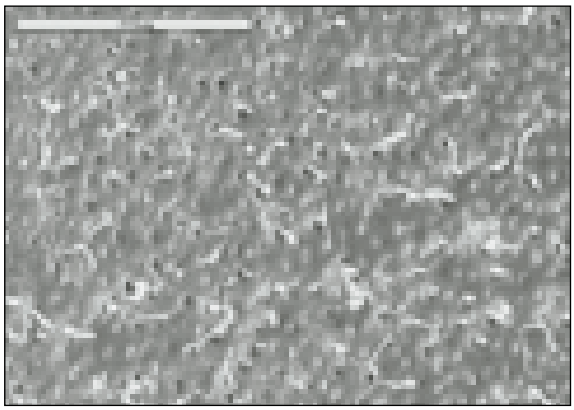

Fig. 14. Dentin surface of fractured specimen of group 4 (SEM×1000).

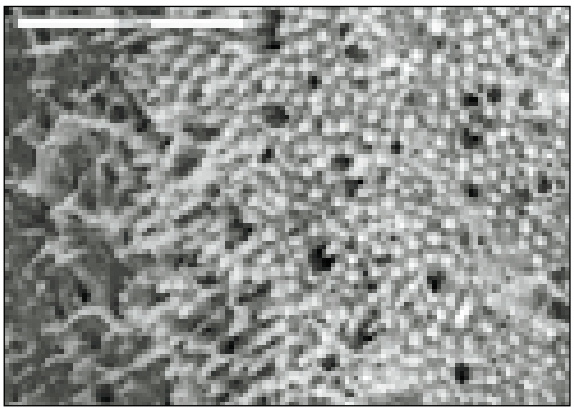

Fig. 15. Post surface of fractured specimen of group 4 (SEM×1000).