레진시멘트의 중합방법이 포스트의 결합강도와 접착계면에 미치는 영향

Effect of curing methods of resin cements on bond strength and adhesive interface of post

2008년 2월 일

조선대학교 대학원

치의학과

김 문 홍

레진시멘트의 중합방법이 포스트의 결합강도와 접착계면에 미치는 영향

지도교수 조 영 곤

이 논문을 치의학 박사학위 논문으로 제출함.

2007년 10월 일

조선대학교 대학원

치의학과

김 문 홍

김문홍의 박사학위 논문을 인준함.

위원장 서울대학교 교 수 손 호 현 인

위 원 단국대학교 교 수 신 동 훈 인

위 원 조선대학교 교 수 조 영 곤 인

위 원 조선대학교 교 수 김 홍 중 인

위 원 조선대학교 교 수 안 종 모 인

2007년 12월 일

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT ····· iv

Ⅰ. 서론 ····· 1

Ⅱ. 실험재료 및 방법 ····· 3

Ⅲ. 실험결과 ····· 10

Ⅳ. 총괄 및 고찰 ····· 12

Ⅴ. 결론 ····· 16

참고문헌 ····· 18

사진부도 ····· 21

표 목 차

Table 1. Resin cements and adhesive systems ····· 3
Table 2. Group classification and procedures for post cementation ····· 7
Table 3. Push-out strength (MPa) and statistical comparison ····· 10

도 목 차

Fig. 1. Apparatus designed for push-out test ····· 9
Fig. 2. R-SC group (x300) ····· 21
Fig. 3. R-SC group (x1,000) ····· 21
Fig. 4. R-SC group (x1,000) ····· 21
Fig. 5. R-LC group (x300) ····· 21
Fig. 6. R-LC group (x1,000) ····· 21
Fig. 7. R-LC group (x1,000) ····· 21
Fig. 8. V-SC group (x300) ····· 22
Fig. 9. V-SC group (x1,000) ····· 22
Fig. 10. V-SC group (x1,000) ····· 22
Fig. 11. V-LC group (x300) ····· 22
Fig. 12. V-LC group (x1,000) ····· 22
Fig. 13. V-LC group (x1,000) ····· 22

ABSTRACT

Effect of curing methods of resin cements on bond strength and adhesive interface of post

Mun-Hong Kim
Advisor : Young-Gon Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.
Department of Dentistry,
Graduate School, Chosun University

The purpose of this study was to compare the effect of curing methods of adhesive resins and resin cements in the root canal using the push-out strength and FE-SEM.

Crown portions of 32 single-rooted mandibular premolars were removed with a diamond disc. Routine endodontic treatment was done, and 9-㎜ deep post spaces were prepared within root canals. No. 3 FRC Postec posts (Ivoclar-Vivadent AG, Liechtenstein) were cemented in the post spaces by self-(SC) or light-curing (LC) using two dual-cured adhesives (Adper Scotchbond multi-purpose plus and Exite DSC)and resin cements (RelyX ARC and Variolink II). They were assigned to 4 groups (n=8); R-SC, R-LC, V-SC, V-LC group.

After stored in distilled water for 24 hours, each root was transversally sectioned with 1.5 ㎜ thick and made three slices. The specimens were subjected to push-out test in a universal testing machine (EZ Test, Shimadzu Co., Japan) with a crosshead speed of 1 ㎜/min. The data were analyzed with repeated ANOVA and one-way ANOVA. Also the interface of post-resin cement and resin cement-canal wall of each group was observed under FE-SEM.

The result of this study were as follows:

1. The bond strength of V-SC group was statistically higher strength than that of R-LC and V-LC group ($p < 0.05$).
2. The bond strength of R-SC group was higher strength than that of R-LC and V-LC group, but there were not statistically significant difference among them ($p > 0.05$).
3. The close adaptation was observed between posts and resin cements, but gaps were observed between resin cements and root canal walls in all of four groups.
4. R-SC and V-SC group showed discontinuous gaps, but R-LC and V-LC group showed continuous and separate gaps.

When fiber posts were cemented into the root canal using total-etch adhesives, the bond strength and adaptation between post and root canal dentin were affected by curing method. Self-cure of adhesives and resin cements showed higher bond strength and closer adaptation than light-cure of them.

I. 서 론

치관부가 심하게 손상되어 근관치료를 받은 치아에서 포스트는 최종수복물의 유지를 위해 사용되고 있다[1,2]. 근관내에 사용되는 포스트는 그동안 전통적으로 주조 및 기성 금속포스트가 사용되어 왔지만, 이들의 강한 강도는 치근파절의 위험성을 초래할 수 있다[3]. 따라서 금속 포스트를 대체하기 위해 섬유 강화형 포스트가 개발되었다. 이러한 섬유 강화형 포스트는 처음에는 우수한 역학적 특성 때문에 탄소와 graphite 섬유를 이용하여 제작되었지만, 검정색에 의한 심미적 결점으로 인하여 흰색과 투명성을 가진 유리나 실리카를 이용한 섬유포스트가 개발되어 심미적 요구가 필요한 곳에 사용할 수 있게 되었다[4].

섬유포스트는 섬유에 미리 응력을 가한 후 섬유 사이의 공간에 에폭시 레진과 같은 레진기질을 채움으로써 파절 저항성을 향상시켰다. 또한 이들은 상아질과 비슷한 탄성계수를 가지고 있어 잔존치질에 응력을 균일하게 분포시킴으로써 치근파절의 빈도를 감소시켰고[5], 복합레진과 우수한 결합력을 제공하는 장점을 가지고 있다[6].

포스트를 합착하기 위해 사용되는 접착제와 레진시멘트는 포스트와 근관상아질 사이에 발생되는 마찰력을 제거함으로써 잔존치질을 강화시킨다[2,7]. 따라서 근관상아질에 포스트를 합착하기 위해서는 접착제와 레진시멘트가 반드시 필요하다. 그동안 치질과 수복재의 접착력을 향상시키기 위하여 다양한 접착제가 개발되어 소개되었다. 그러나 근관 내에서 포스트를 접착하는 술식은 접착시스템의 상아질 탈회와 침투능력의 차이, 수분조절의 어려움, 근관내 상아세관의 밀도와 방향 및 재료조작 시 접근성 등에 의해 영향을 받게 된다[8]. 흔히 인산을 사용하는 전부식 접착제 (total-etching adhesive)는 편평한 상아질 면에서 높은 결합강도를 나타내는 것으로 보고되고 있지만, 좁은 포스트 공간에서의 적절한 수분조절과 접착제에 포함된 수분의 제거가 곤란한 문제점을 가지고 있다[9]. 따라서 술식에 덜 민감한 자가부식 접착제 (self-etching adhesive)가 근관 상아질에서 추천되었으나[10] 포스트형성 시 생성된

다양한 도말층 두께로 인해 상아질 내에 레진침투가 제한되는 것으로 보고되고 있다[11]. 전부식 접착제는 치면에 형성된 도말층의 두께에 따른 영향을 받지 않아 서로 다른 상아질에서 일관된 결합강도를 나타내므로[12] 근관 상아질에서의 효과적인 접착을 위해서 전부식 접착제가 추천되고 있다.

레진시멘트는 포스트를 치근에 유지시키기 위하여 적절한 중합이 필요하다. 레진시멘트는 중합방법에 따라 자가중합, 광중합 및 이원중합 시멘트로 분류된다. 자가중합 레진시멘트는 경화시간이 오래 걸리고, base와 catalyst를 혼합할 때 발생된 기포에 의해 치아와 수복물 계면에서 결함을 일으킬 수 있지만 포스트 공간의 깊이에 영향을 받지 않는다. 반면, 광중합 레진시멘트는 충분한 조작시간을 가지고 있어 조작이 용이하지만, 근관 내 깊은 곳에 광선이 도달되지 않아 불완전하게 중합되어 레진시멘트의 결합강도가 감소될 수 있다. 따라서 두 가지 레진시멘트의 단점을 보완하기 위하여 이원중합 레진시멘트가 개발되었고 현재 포스트의 합착을 위해서는 이원중합 레진시멘트가 흔히 사용되고 있다[13]. Darari 등[14]은 자가중합 접착제와 레진시멘트로 합착한 섬유포스트가 있는 치아를 2년 후 발거하여 주사전자현미경하에서 관찰한 결과, 레진시멘트와 포스트 및 상아질 간에 간극이 없음을 관찰하고 자가중합 레진시멘트는 포스트를 위한 효과적인 합착제라고 하였다. 또한 Bouillaguet 등[9]은 근관에 포스트를 자가중합 레진시멘트로 합착한 경우가 이원중합 레진시멘트로 합착한 경우보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나타내었다고 하였다.

이처럼 근관내에 섬유포스트를 합착할 때 사용된 접착시스템과 레진시멘트의 중합방식은 근관 상아질에 대한 포스트의 결합력에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구에서는 2종의 이원중합 레진시멘트 (RelyX ARC와 Variolink II)를 이용하여 접착제와 레진시멘트의 중합방식 (자가중합과 광중합)이 섬유포스트와 근관 상아질의 결합강도와 접착계면에 미치는 영향을 상호 비교하기 위하여 시행하였다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

최근 발거된 건전한 하악 소구치 중 단근관을 가진 치아 32개를 사용하였다. 포스트는 섬유강화형 복합레진 포스트인 size 3 FRC Postec (Ivoclar-Vivadent AG, Schann, Liechtenstein)을 사용하였다. 레진시멘트와 접착제는 각각 Variolink Ⅱ와 Exite DSC (Ivoclar-Vivadent AG, Schann, Liechtenstein) 및 RelyX ARC와 Adper Scotchbond multi-purpose plus (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)를 사용하였다 (Table 1). 레진시멘트와 접착제의 중합을 위한 광조사기는 Spectrum 800 (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany)을 사용하였고, 광선은 500 mW/㎠의 광 강도를 이용하였다.

Table 1. Resin cements and adhesive systems

Resin cement	Adhesive system	Manufacturer
RelyX ARC	Adper Scotchbond multi-purpose plus	3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.
Variolink Ⅱ	Excite DSC	Ivoclar-Vivadent AG, Schann, Liechtenstein

2. 실험방법

(1) 근관의 확대와 충전

발거된 하악 소구치의 치근에 부착된 조직을 스켈러로 깨끗이 제거한 후, 저속의 diamond disc를 이용하여 각 치아의 협측 백악법랑 경계부를 기준으로 하여 치관부를 절단하였다. 치근의 길이가 14 ㎜이하 이거나 근관입구의 직경이 1.0 ㎜보다 작은 치근은 실험치아에서 제외하여 총 32개의 치근을 준

비하였다.

치수를 제거한 후, 근관에 No. 10 K-파일 (Maillerfer, Ballaigues, Swiss)을 삽입하여 파일 끝이 치근단공 밖으로 보이는 길이에서 0.5 ㎜를 뺀 길이를 작업장으로 하였다. No. 15, 20, 25 H-File (Maillerfer, Ballaigues, Swiss)과 Protaper Sx (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany)를 사용하여 근관의 치경부를 확대한 후, 작업장까지 Protaper S1, S2, F1, F2, F3 파일을 순서대로 사용하여 근관성형을 완성하였다. 근관성형 시 모든 파일은 RC-prep (Medical Products Laboratories Inc., Phila, U.S.A.)과 5% NaOCl이 있는 상태에서 사용하였고, 핸드피스는 300 r.p.m.의 속도로 사용하였다.

K-파일로 치근단 받침을 형성한 후, 최종 근관장 파일과 같은 크기의 gutta-percha를 선택하였다. Gutta-percha의 근단부에 AH-26 sealer (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany)를 얇게 도포하여 작업장까지 삽입한 후, System B (Analytic Technology, Redmond, WA, U.S.A.)와 Obtura II (Obtura/Spartan, Fenton, U.S.A.)를 이용하여 continuous wave technique으로 근관을 충전하였다.

(2) 포스트 공간형성과 포스트 시적

No. 2와 No. 3 Peeso-reamer를 사용하여 근관입구에서 9 ㎜의 gutta-percha를 제거한 후, FRC Postec system의 Reamer No. 1과 No.3를 사용하여 포스트 공간을 형성하였다. 포스트 공간을 5% NaOCl로 세척하고 페이퍼 포인트로 건조하였다. Size 3 FRC Postec를 시적한 후 제거하여 알코올 솜으로 깨끗이 닦아 오염되지 않도록 보관하였다.

(3) 포스트 합착

총 32개의 포스트 공간이 형성된 치근을 레진시멘트의 종류와 중합방법에 따라 포스트를 합착하기 위하여 4개의 군으로 분류하였고 (Table 2), 각 군에 8개의 치근을 배정하였다.

1) RelyX ARC을 자가중합으로 합착한 군 (R-SC 군)

포스트 공간을 Scotchbond etchant (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)로 15초간 산부식 처리하고 세척한 후, 페이퍼 포인트로 건조하였다. Microbrush를 이용하여 포스트 공간에 activator, primer, catalyst (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)를 각각 순차적으로 적용하고 air syringe로 건조하였다. FRC Postec 포스트를 RelyX ceramic primer (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)로 60초간 silane처리하고 건조한 후 catalyst를 적용하여 5초간 건조하였다 (Table 2).

RelyX ARC를 제조사의 설명대로 10초간 혼합하여 Unit-dose needle tip (Bisco Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.)에 집어넣고, needle 끝을 포스트 공간의 가장 깊은 부위에 삽입하여 근관입구 쪽으로 들어 올리면서 시멘트를 주입하였다. 포스트에 레진시멘트를 얇게 바르고 처음에는 약한 압력을 주면서 포스트 공간에 위치시킨 다음, 압력을 증가시켜 2분 동안 유지하였다. Putty형의 실리콘 인상재에 각 치근을 고정하고 레진시멘트가 자가중합 되도록 암실에서 최소한 30분간 보관하였다 (Table 2).

2) RelyX ARC을 광중합으로 합착한 군 (R-LC 군)

포스트 공간을 Scotchbond etchant로 15초간 산부식 처리하고 세척한 후, 페이퍼 포인트로 건조하였다. 포스트 공간에 primer를 적용하고 건조한 후, adhesive (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)를 20초간 적용하여 과잉의 접착제를 페이퍼 포인트로 제거하고 10초간 광조사하였다. R-SC 군과 동일한 방법으로 포스트를 처리하고 레진시멘트을 포스트 공간에 적용한 다음, 포스트를 통하여 20초간 광조사한 후 부가적으로 치경부에서 20초간 광조사하였다 (Table 2).

3) Variolink II를 자가중합으로 합착한 군 (V-SC 군)

포스트 공간을 Unietch (Bisco Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.)로 15초간 산부식 처리하고 세척한 후, 페이퍼 포인트로 건조하였다. Excite DSC

small/endo (Ivoclar-Vivadent AG, Schann, Liechtenstein)가 적셔진 브러쉬로 포스트 공간의 근관벽을 10초간 문지르면서 적용한 다음, 과잉 접착제는 페이퍼 포인트로 흡수하였다. FRC Postec 포스트를 Monobond-S (Ivoclar-Vivadent AG, Schann, Liechtenstein)로 60초간 silane처리한 후 air syringe로 철저히 건조하였다 (Table 2).

Variolink II base (shade: white-A1)와 catalyst (translucent)를 종이 pad에서 1:1의 비율로 분배하여 10초간 혼합한 후 Unit-dose needle tip에 집어넣고, needle 끝을 포스트 공간의 가장 깊은 부위에 삽입하여 근관입구 쪽으로 들어올리면서 시멘트를 주입하였다. 포스트에 레진시멘트를 얇게 바르고 처음에는 약한 압력을 주면서 포스트를 포스트 공간에 위치시킨 다음, 압력을 증가시켜 3-5분 동안 유지하였다. Putty형의 실리콘 인상재에 각 치근을 고정하고 레진시멘트가 자가중합 되도록 암실에서 최소한 30분간 보관하였다 (Table 2).

4) Variolink II를 광중합으로 합착한 군 (V-LC 군)

V-SC 군과 동일하게 포스트 공간을 산 부식 처리하고 Excite DSC small/endo를 적용한 후, Spectrum 800으로 접착제를 10초간 광조사하였다. Variolink II base (white-A1)를 Unit-dose needle tip에 집어넣고 needle 끝을 포스트 공간의 가장 깊은 부위에 삽입하여 근관입구 쪽으로 들어올리면서 시멘트를 주입하였다. 포스트에 레진시멘트를 얇게 발라 처음에는 약한 압력을 주면서 포스트를 포스트 공간에 위치시킨 다음, 압력을 증가시켜 3-5분 동안 유지하였다. 포스트를 통하여 20초간 광조사한 후 부가적으로 치경부에서 20초간 광조사하였다 (Table 2).

Table 2. Group classification and procedures for post cementation

Group	Procedures for post cementation
R-SC	1. Etching the post room(PR) with 35% phosphoric acid(15s), washing and drying. → Application of activator(15s), primer(15s), catalyst(5s) to the PR. 2. Silane treatment with RelyX ceramic primer(60s) to the post→ Application of catalyst to the post(5s). 3. Injection of mixed RelyX ARC into the PR→ Insertion of post and self- curing(30m) in dark room.
R-LC	1. Etching with 35% phosphoric acid(15s) to the PR, washing and drying. → Application of primer(15s), adhesive(20s) to the PR, and light curing(10s) 2. Silane treatment with RelyX ceramic primer(60s) to the post, washing and drying.→ Application of catalyst to the post(5s). 3. Injection of mixed RelyX ARC into the PR→ Insertion of post and light-curing(60s).
V-SC	1. Etching the PR with 32% phosphoric acid(15s), washing and drying. → Application of Excite DSC(10s). 2. Silane treatment with Monobond-S(60s) to the post. 3. Mix of Variolink II base and catalyst, and injection of mixed cement into the PR→ insertion of post and self-curing(30m) in dark room.
V-LC	1. Etching the PR with 32% phosphoric acid(15s), washing and drying. → Application of Exite DSC(10s) to the PR and light curing(10s). 2. Silane treatment with Monobond-S(60s) to the post. 3. Injection of Variolink II base into the PR→ insertion of post and light curing(60s).

R: RelyX ARC, V: Variolink II, SC: Self-Cure, LC: Light-Cure, PR: Post Room

5) Push-out 검사를 위한 시편제작 및 push-out 검사

포스트가 합착된 모든 치근을 실온의 증류수에 24시간 동안 보관하였다. 투명 아크릴릭 레진 (Lang Dental MFG. Co. Inc., Chicago, IL, U.S.A.)의 분말과 액을 혼합하여 파라핀 왁스로 제작된 직사각형의 몰드에 부은 다음, 치근 상부 약 0.5 mm 정도가 남도록 매몰하였다. 경화 후 각각의 레진블록을 파라핀 왁스에서 제거하고, diamond disc를 이용하여 치근상부에 나와 있는 포스트를 제거한

후 레진블록을 다듬었다.

Push-out 검사를 위해 각 군당 7개의 치근 (총 28개)을 배정하였다. 각 치근은 주수 하에 저속의 diamond wheel saw (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, U.S.A.)를 이용하여 치근의 장축에 수직이 되도록 횡단면으로 절단하였다. 먼저 치경부 치근 0.5 ㎜정도를 절단하여 버린 다음, 치관부에서 치근단부를 향해 1.5 ㎜ 두께로 연속적으로 절단하여 1개의 치근 당 총 3개의 절편을 제작하였다.

이 실험을 위해 고안된 실험장치를 universal testing machine (EZ test, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)의 하부 jig와 상부 jig (1 ㎜ 직경의 plunger가 달린 장치)에 고정한 후 (Fig. 1), 하부의 실험장치에 절편의 치근단면측이 위쪽으로 향하도록 고정하였다. Push-out 검사 시 상부 jig에 부착된 1 mm 직경의 plunger는 포스트에만 접촉되도록 하였고, 절편에서 포스트가 탈락될 때까지 분당 1 ㎜의 crosshead speed로 하중을 가하였다.

Push-out 강도는 탈락 시에 가해진 하중을 접착면적 (A)으로 나누어 계산되었다. 각 절편의 접착면적 (A)은 $A=2\pi rh$의 공식으로 계산되었고, π는 3.14, r은 포스트의 반지름, h는 시편의 두께 (㎜)이다.

6) 주사전자현미경 관찰

주사전자현미경 관찰을 위해 레진시멘트로 포스트를 합착한 치근을 각 군당 1개씩 (총 4개) 배정하였다. 각 군의 치근은 pust-out 검사 때와 동일한 방법으로 총 12개의 절편을 제작하였다.

절편의 표면에 남아있는 오염물질을 제거하기 위하여 초음파세척기 (JAC-Ultrasonic 1505, Kodo Technical Research Co., LTD, Whasung, Korea)에서 5초간 세척하였다. 각 절편을 건조시켜 stub에 부착한 후, 20 KV 전압 하에서 1분간 7 ㎚의 두께로 백금 도금처리하였다. FE-SEM (S-4700: Hitachi High Technologies Co., Tokyo, Japan)하에서 300배와 1000배의 배율로 각 군에서의 섬유포스트, 레진시멘트 및 치근 상아질 간의 계면을 관찰, 비교하였다.

7) 통계분석

각 군의 push-out 강도 값에 대한 유의성 검증은 통계분석 프로그램인 SPSS (ver. 11.0)에서 two-way ANOVA와 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였다.

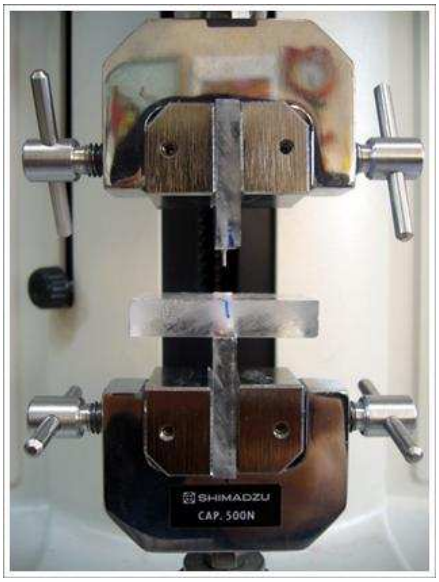

Fig. 1. Apparatus designed for push-out test

Ⅲ. 실험결과

1. Push-out 강도

레진시멘트의 종류와 중합방법에 따른 강도 값을 two-way ANOVA를 이용하여 검정한 결과, 레진시멘트의 종류에 따른 강도 값은 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았지만 (F=3.450, p=0.67), 중합방법에 따른 강도 값은 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 (F=8.048, p=0.006).

각 군의 push-out 강도 값은 각각 R-SC 군에서 7.04 ± 3.48 MPa, R-LC 군에서 5.88 ± 2.84 MPa, V-SC 군에서 9.96 ± 4.95 MPa, V-LC 군에서 6.18 ± 3.97 MPa를 나타내어 V-SC 군이 가장 높게 나타났고, R-LC 군이 가장 낮게 나타났다 (Table 3).

4개 군의 push-out 강도 값은 one-way ANOVA를 이용하여 검정한 결과 4개 군 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 (F=4.585, p=0.005). Tukey HSD 방법을 이용하여 4개 군의 push-out 강도 값을 사후 검정한 결과 V-SC 군은 R-LC 군, V-LC 군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었지만 ($p < 0.05$), R-SC 군은 R-LC군, V-LC군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$)(Table 3).

Table 3. Push-out strength (MPa) and statistical comparison

Group	Push-out strength (mean ± S.D.)	No. of specimens
R-SC	$7.04 \pm 3.48^{a,b}$	21
R-LC	5.88 ± 2.84^{a}	21
V-SC	9.96 ± 4.95^{b}	21
V-LC	6.18 ± 3.97^{a}	21

R: RelyX ARC, V: Variolink II, SC: Self-Cure, LC: Light-Cure
Same superscript is not statistically different ($p > 0.05$).

2. 주사전자현미경 소견

R-SC 군에서 섬유포스트와 RelyX ARC 시멘트는 긴밀한 접착을 이루었으나 (Fig. 2,3) RelyX ARC 시멘트와 근관 상아질 계면은 긴밀한 접착을 이루거나 계면에서 10-20 ㎛정도의 독립된 간극이 관찰되었다 (Fig. 2,4).

R-LC 군에서 섬유포스트와 RelyX ARC 시멘트는 긴밀한 접착을 이루었으나 (Fig. 5,6) RelyX ARC 시멘트와 근관 상아질 계면에서 부분적으로 분리된 20-100 ㎛정도의 간극이 관찰되었다 (Fig. 5,7).

V-SC 군에서 섬유포스트와 Variolink Ⅱ 시멘트는 긴밀한 접착을 이루었고 (Fig. 8,9) Variolink Ⅱ 시멘트와 근관 상아질 계면에서 10-25 ㎛정도의 간극이 관찰되었으나 접착제에 의해 시멘트와 근관 상아질이 서로 연결된 양상을 나타내었다 (Fig. 8,10).

V-LC 군에서 섬유포스트와 Variolink Ⅱ 시멘트는 긴밀한 접착을 이루었으나 (Fig. 11,12) Variolink Ⅱ 시멘트와 근관 상아질 계면에서 서로 분리된 25 ㎛정도의 균일한 간극이 관찰되었다 (Fig. 13).

Ⅳ. 총괄 및 고안

섬유 강화형 포스트는 근관치료된 치아의 수복을 위해 금속 포스트 대신 널리 사용되고 있다[15]. 접착제와 레진시멘트는 섬유포스트와 근관 상아질의 접착에 중요한 역할을 하며, 이들을 이용한 섬유포스트의 접착술은 치질을 강화하고 심미적 결과를 제공한다.

본 연구에서는 포스트를 합착할 때 사용되는 접착제와 레진시멘트의 중합방식이 섬유포스트와 근관상아질의 결합강도 및 접착계면에 미치는 영향을 평가하였다. Push-out 검사는 1970년대에 치의학 분야에서 처음으로 소개되었고, 1996년 근관 상아질에 대한 접착을 연구하기 위하여 사용되었다[16]. 이 검사방법은 상아질과 포스트의 접착계면에서 평행하게 파절되기 때문에 전통적인 결합강도 검사보다 정확한 결과를 제공하므로 신뢰성이 높은 방법으로 평가되고 있으며[6], 이는 근관에 합착된 섬유포스트와 레진시멘트의 상아질에 대한 결합력을 평가하기 위해 흔히 사용되고 있다[17,18]. 본 연구에서는 단근관을 가진 하악 소구치에 형성된 포스트 공간에 전부식 접착제와 이원중합 레진시멘트를 각각 자가중합과 광중합하여 포스트를 합착한 후 push-out 검사를 시행하여 중합방식에 따른 각 군의 결합강도를 비교하였다.

섬유포스트와 레진시멘트간의 결합력을 향상시키기 위해 다양한 연구가 진행되었다. Goracci 등[19]은 섬유포스트의 실란처리는 유동성 복합레진 코어에 대한 접착력을 향상시켰다고 보고하였고, Magni 등[20]은 섬유포스트의 실란처리는 레진시멘트와 포스트 간의 결합강도를 향상시키는 신뢰할 수 있는 방법이라고 하였다. 이와 같이 섬유포스트의 실란처리는 섬유와 레진시멘트의 접착을 향상시키며, 조작 시 섬유의 손상을 방지하고, 섬유표면의 젖음성을 향상시키기 때문에 포스트의 결합력을 증가시키기 위한 하나의 수단으로 이용되고 있다[17]. 따라서 본 연구에서도 섬유 강화형 포스트의 접착력을 향상시키기 위하여 RelyX ARC를 사용한 군에서는 RelyX ceramic primer를, Variolink II를 사용한 군에서는 Monobond-S를 이용하여 포스트를 60초간 실란처리한 후 포스트를 합착하였다.

본 연구에서 레진시멘트의 중합방법과 종류에 따른 push-out 강도 값을

검정한 결과, 자가중합과 광중합 방법에 따른 강도 값은 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($p < 0.05$). 그러나 레진시멘트의 종류에 따른 push-out 강도 값은 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않아, 섬유포스트와 레진시멘트 간의 결합강도는 레진시멘트의 종류에 따라 영향을 받지 않았다고 보고한 Magni 등[20]의 연구결과와 일치하였다.

본 연구에서 push-out 강도 값은 R-SC 군에서 7.04 ± 3.48 MPa, R-LC 군에서 5.88 ± 2.84 MPa, V-SC 군에서 9.96 ± 4.95 MPa, V-LC 군에서 6.18 ± 3.97 MPa를 나타내어, 동일한 레진시멘트에서 자가중합 레진시멘트로 섬유포스트를 합착한 경우가 광중합 레진시멘트로 합착한 경우보다 높은 강도 값을 나타내었다 (Table 3).

본 연구에서 각 군의 push-out 강도 값을 사후 검정한 결과 V-SC 군은 R-LC 군과 V-LC 군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었지만 ($p < 0.05$), R-SC 군은 R-LC군과 V-LC군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$)(Table 3).

Bouillaguet 등[9]은 근관에 이원중합 레진시멘트로 포스트를 합착한 경우가 자가중합 레진시멘트로 합착한 경우보다 통계학적으로 낮은 결합강도를 나타내었다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사하였다. 그러나 Arrais 등[21]은 중합된 복합레진을 All-Bond 2 접착제와 Duolink 레진시멘트를 이용하여 자가중합과 광중합으로 접착한 결과, 접착제의 광중합은 자가중합 시 보다 전단결합강도를 50% 저하시켰지만 레진시멘트의 중합방식은 전단결합강도에 영향을 주지 않았다고 하였다. 또한 Asmunssen과 Peutzfeldth[22]는 상아질에 대한 이원중합 레진시멘트 (Variolink와 RelyX ARC)의 결합강도를 평가한 결과, 이원중합과 자가중합 레진시멘트의 결합강도는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다고 보고하여 본 연구의 결과와는 다르게 나타났다. 이러한 차이는 이들의 연구에서는 치관부의 절단된 상아질 표면과 레진시멘트 간의 결합강도를 측정한 반면, 본 연구에서는 근관 상아질에서 레진시멘트에 대한 결합강도를 측정하였기 때문으로 생각된다.

근관상아질에 포스트를 잘 합착하기 위해서는 적절한 접착제와 합착술식의 선택이 아주 중요하다. 레진시멘트는 임상적 조작을 용이하게 하고 점도를

감소시키기 위하여 필러의 함량을 낮게 하였다. 따라서 레진의 중합과정은 중합 후 발생되는 수축량에 따라 영향을 받게 된다. 근관에서 레진시멘트의 수축응력은 레진시멘트의 flow를 저해하는 C-factor와 특히 관련되며, C-factor는 접착술식에서 중요한 요소로 평가되고 있다[23]. 좁은 근관에서 C-factor는 아주 커서 레진시멘트의 중합수축력을 증가시키게 된다. 본 연구에서 접착제와 레진시멘트의 중합과정이 느린 R-SC군과 V-SC 군이 빠른 중합을 하는 R-LC군과 V-LC 군보다 높은 push-out 강도를 보인 것은 C-factor가 높은 포스트 공간에서 접착제와 레진시멘트의 느린 경화가 근관 상아질과의 접착표면에서 응력을 감소시켰기 때문으로 생각된다.

본 연구에서 자가중합을 이용한 R-SC 군과 V-SC 군은 각각 섬유포스트와 RelyX ARC 및 Variolink II 레진시멘트와 긴밀한 접착을 이루었으나 (Fig. 2,3,8,9), RelyX ARC와 Variolink II 레진시멘트와 근관 상아질 계면에서는 각각 10-20 ㎛정도의 독립된 간극 (Fig. 2,4)과 접착제에 의해 연결되어 있는 양상으로 10-25 ㎛정도의 간극이 관찰되었다 (Fig. 8,10). Ceballos 등[23]은 섬유포스트와 자가중합 레진시멘트로 합착된 근관의 주사전자현미경 소견에서 자가중합 레진시멘트와 상아질 계면에서 불연속성의 간극이 관찰되었다고 하여 본 연구의 결과와 유사하게 나타났다.

본 연구에서 광중합을 이용한 R-LC 군과 V-LC 군은 자가중합 군과 마찬가지로 섬유포스트와 RelyX ARC 및 Variolink II 레진시멘트 간에 긴밀한 접착을 이루어 (Fig. 5,6) 포스트와 레진세멘트의 접착은 중합방식과 무관한 것으로 나타났으며, 이는 섬유포스트의 접착을 향상시키기 위해 실란처리를 하였기 때문으로 사료된다.

한편, R-LC 군과 V-LC 군의 RelyX ARC 및 Variolink II 레진시멘트와 근관 상아질의 접착관계는 R-LC 군에서 RelyX ARC 레진시멘트와 근관 상아질 계면에서 부분적으로 분리된 20-100 ㎛정도의 간극이 관찰되었고 (Fig. 5,7), Variolink II 레진시멘트와 근관 상아질 계면에서 서로 분리된 25 ㎛정도의 균일한 간극이 관찰되었다 (Fig. 13). 본 연구에서 광중합 레진시멘트를 사용한 경우 레진시멘트와 근관 상아질 간에 분리된 간극을 보이는 것은 광중합 레진시멘트가 자가중합 레진시멘트보다 더 큰 중합수축 응력과 낮

은 flow를 나타내었기 때문으로 생각된다.

본 연구는 전부식 레진시멘트를 이용하여 push-out 검사와 접착계면을 평가한 것으로, 최근에 술식을 단순화하기 위해 자가부식 프라이머를 사용하는 자가부식 레진시멘트와 시멘트 내에 산성단량체와 접착제 성분 등이 포함되어 전처리가 필요하지 않는 자가부식-자가접착 (self-etch and self-adhesive) 레진시멘트에 대한 연구가 계속 진행되어야 할 것이다.

본 연구의 결과를 종합하면 전부식 레진시멘트를 이용하여 섬유포스트를 포스트 공간에 합착할 경우, 레진시멘트의 종류는 push-out 강도와 결합계면에 영향을 미치지 않았고, 레진시멘트의 중합방법 즉, 자가중합은 광중합보다 우수한 결합강도와 접착계면을 나타내었다.

V. 결 론

본 연구에서는 2종의 이원중합 레진시멘트 (RelyX ARC와 Variolink II)를 이용하여 접착제와 레진시멘트의 중합방법 (자가중합과 광중합)이 섬유포스트와 근관 상아질의 결합강도와 접착계면에 미치는 영향을 상호 비교하기 위하여 시행하였다.

단근관을 갖는 발거된 32개의 하악 소구치에 근관을 성형, 충전한 후, FRC Postec system의 Reamer로 9 ㎜ 깊이의 포스트 공간을 형성하였다. 레진시멘트의 종류와 중합방법에 따라 4개의 군 (R-SC 군, R-LC 군, V-SC 군, V-LC군)으로 분류하였다. 포스트 공간에 각 군의 접착제를 도포한 후 레진시멘트를 주입하고, No. 3 FRC Postec 포스트를 위치시켜 자가중합 또는 광중합시켰다. 각 군의 치근을 실온의 증류수에 24시간동안 보관한 다음, 저속의 diamond wheel saw를 이용하여 치관부에서 치근단부를 향해 1.5 ㎜ 두께로 연속적으로 횡절단하여 1개의 치근에서 3개의 절편을 얻었다.

각 군의 절편 (21개)은 universal testing machine에서 push-out 검사를 시행하였고, 각 군의 push-out 강도 값은 반복측정 two-way ANOVA와 one-way ANOVA를 이용하여 비교 분석하였다. 또한 각 군의 절편 (3개)은 FE-SEM하에서 섬유포스트, 레진시멘트 및 치근 상아질 간의 계면을 관찰, 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. V-SC 군은 R-LC 군과 V-LC 군보다 통계학적으로 높은 강도를 나타내었다 ($p < 0.05$)
2. R-SC 군은 R-LC군과 V-LC군보다 높은 강도를 나타내었지만 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$).
3. 4개의 군 모두에서 섬유포스트와 레진시멘트 간에는 긴밀한 접착이 관찰되었지만, 레진시멘트와 근관 상아질 계면에서 간극이 관찰되었다.
4. 레진시멘트와 근관 상아질 계면에서 R-SC 군과 V-SC군은 불연속적인 간극이 관찰되었지만, R-LC 군과 V-LC 군에서는 연속적으로 분리된 간극이 관찰되었다.

이 연구의 결과를 종합하면 전부식 레진시멘트를 이용하여 섬유포스트를 포스트 공간에 합착할 경우, 접착제와 레진시멘트의 중합방법은 근관 상아질의 결합강도에 영향을 주었으며, 광중합보다 자가중합 방법이 우수한 결합강도와 계면을 나타내었다.

참고문헌

1. Sorensen JA, Engelman MJ. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosth Dent* 64: 419-424, 1990.
2. 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* 18:495-502, 2002.
3. Morfis AS. Vertical root fracture. *Oral surg Oral Med Oral Pathol* 69:631-635, 1990.
4. Lassila LVJ, Tanner J, Bell AM, Narva KN, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater* 20: 29-36, 2004.
5. Mannoci F, Qualtrough AJ, Worthington HV, Watson TF, Pitt-Ford TR. Randomized clinical comparison of endodontically treated teeth restored with amalgam or fiber posts and resin composite: five year results. *Oper Dent* 30:9-15, 2005.
6. Perdigao J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater* 22:752-758, 2006.
7. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic post. *J Dent* 27:275-278, 1999.
8. Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater* 17:422-429, 2001.
9. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH, Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater* 19:199-205, 2003.

10. Escribano N, Macorra JC. Microtensile bond strength of self-adhesive luting cements to ceramic. *J Adhes Dent* 8:337-341, 2006.
11. Park JS, Kim JS, Kim MS, Son HH, Kwon HJ, Cho BH. Aging effect on the microtensile bond strength of self-etching adhesive. *J KACD* 31:415-425, 2006.
12. Oliveira SSA, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall Jr GW. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs a total-etch system. *Dent Mater* 19:758-767, 2003.
13. Kim DS, Park SH, Choi GW, Choi KK. The effect of bonding resin on bond strength of dual-cure resin cements. *J KACD* 32: 426-436, 2007.
14. Dallari A, Rovatti A, Dallan B, Mason PN, Suh BI. Translucent quartz-fiber post luted in vivo with self-curing composite cement: Case report and microscopic examination at a two-year clinical follow-up. *J Adhes Dent* 8:189-195, 2006.
15. Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behavior of translucent fiber posts: a 2-year prospective study. *Int J Prostho* 16:593-596, 2003.
16. Valandro LF, Filho ODA, Valera MC, de Araujo MAM. The effect of adhesive systems on the pullout strength of a fiberglass-reinforced composite post system in bovine teeth. *J Adhes Dent* 7:331-336, 2005.
17. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Science* 112: 353-361, 2004.
18. Valandro LF, Filho ODA, Valera MC, de Araujo MAM. The effect of adhesive systems on the pullout strength of a fiber glass-

reinforced composite post system in bovine teeth. *J Adhes Dent* 7:331-336, 2005.

19. Goracci C, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *J Endodont* 31:608-612, 2005.
20. Magni E, Mazzitelli C, Papacchini F, Radovic I, Goracci C, Coniglio I, Ferrari M. Adhesion between fiber posts and resin luting agents: A microtensile bond strength test and SEM investigation following different treatment of the post surface. *J Adhes Dent* 9:195-202, 2007.
21. Arrais CAG, Giannini M, Rueggeberg FA, Pashley DH. Effect of curing mode on micotensile bond strength to dentin of two dual-cured adhesive systems in combination with resin luting cements for indirect restorations. *Oper Dent* 32:37-44, 2007.
22. Asmussen E, Peutzfeldt A. Bonding of dual-curing resin cements to dentin. *J Adhes Dent* 8:299-304, 2006.
23. Ceballos L, Garrido MA, Fuentes V, Rodriguez J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. *Dent Mater* 23:100-105, 2007.

사진부도

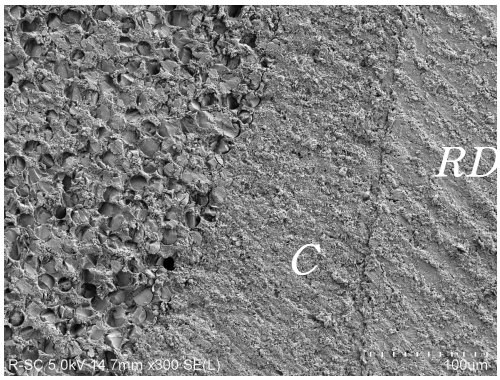

Fig. 2. R-SC group(×300). P: post, C: resin cement, RD: root dentin

Fig. 3. R-SC group(×1,000). P: post, C: resin cement

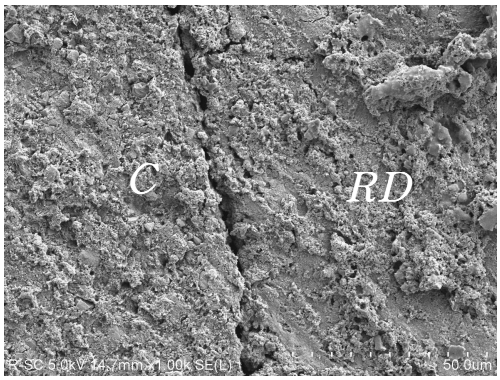

Fig. 4. R-SC group(×1,000). C: resin cement, RD: root dentin

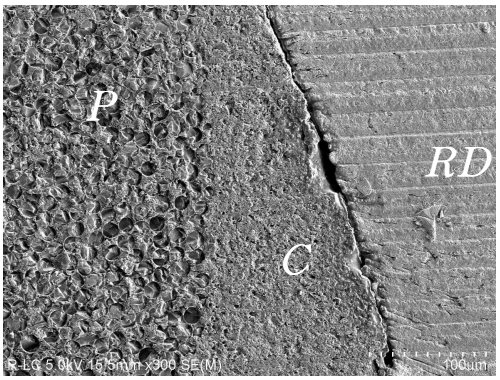

Fig. 5. R-LC group(×300). P: post, C: resin cement, RD: root dentin

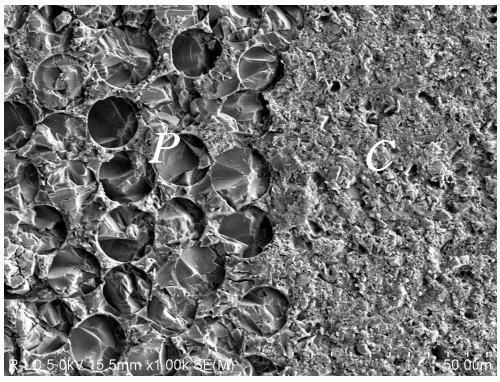

Fig. 6. R-LC group(×1,000). P: post, C: resin cement

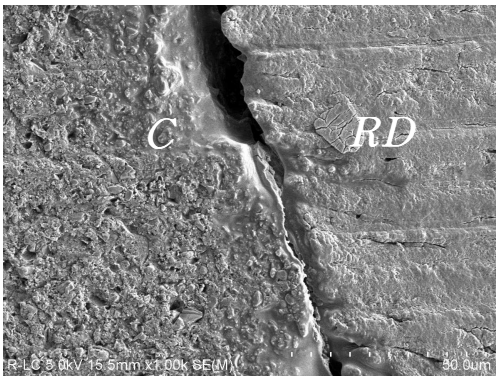

Fig. 7. R-LC group(×1,000). C: resin cement, RD: root dentin

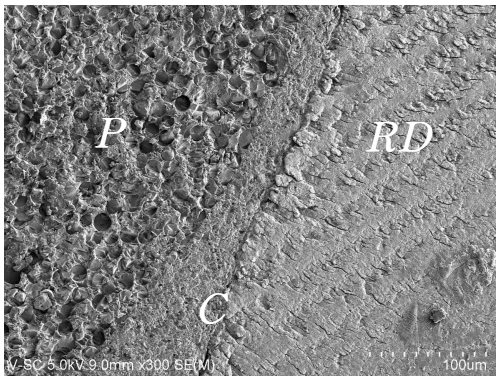

Fig. 8. V-SC group(×300). P: post, C: resin cement, RD: root dentin

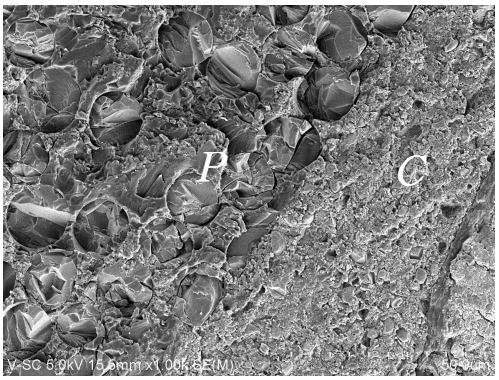

Fig. 9. V-SC group(×1,000). P: post, C: resin cement

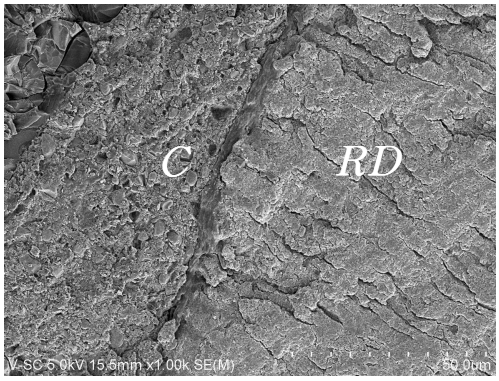

Fig. 10. V-SC group(×1,000). C: resin cement, RD: root dentin

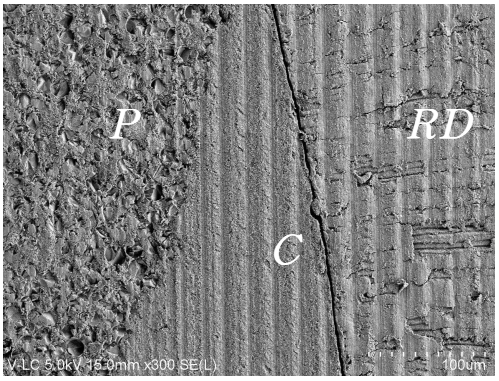

Fig. 11. V-LC group(×300). P: post, C: resin cement, RD: root dentin

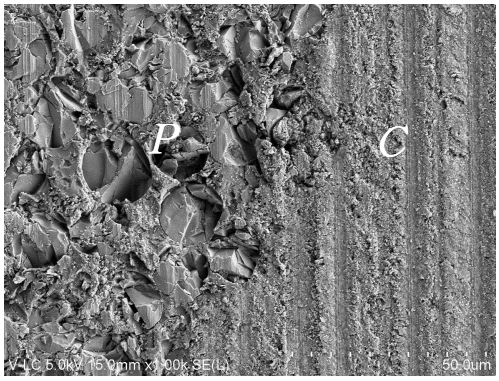

Fig. 12. V-LC group(×1,000). P: post, C: resin cement

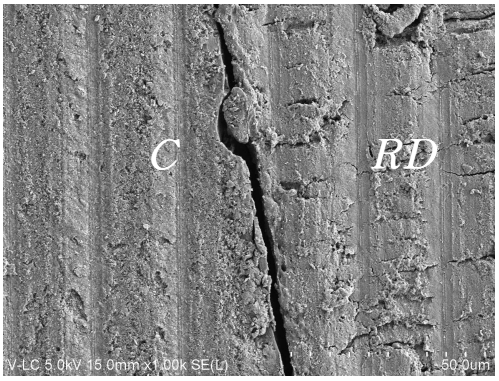

Fig. 13. V-LC group(×1,000). C: resin cement, RD: root dentin

저작물 이용 허락서

학 과	치의	학 번	20057469	과 정	박사
성 명	한글:김 문 홍 한문:金 汶 鴻 영문:Kim Mun Hong				
주 소	전남 여수시 소호동 423				
연락처	061)692-5525	E-MAIL	kmh3894@hanmail.net		
논문제목	한글 : 레진시멘트의 중합방법이 포스트의 결합강도와 접착계면에 미치는 영향 영어 : Effect of curing methods of resin cements on bond strength and adhesive interface of post				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

2008년 2월 일

저작자: 김 문 홍 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하