



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2007년 8월

2007년 8월
박사학위논문

박사학위논문

근관 상아질에서 포스트의 위치와 레진시멘트의 종류에 따른 결합강도 비교

유상훈

근관 상아질에서 포스트의 위치와
레진시멘트의 종류에 따른
결합강도 비교

조선대학교 대학원

치 의 학 과

유 상 훈

근관 상아질에서 포스트의 위치와
레진시멘트의 종류에 따른
결합강도 비교

Comparison of push-out strength by the levels
of post and types of resin cements in the root
canal dentin

2007년 8월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

유 상 훈

근관 상아질에서 포스트의 위치와
레진시멘트의 종류에 따른
결합강도 비교

지도교수 조 영 곤

이 논문을 치의학 박사학위 논문으로 제출함.

2007년 4월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

유 상 훈

유상훈의 박사학위 논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 윤 창 룩 인

위 원 조선대학교 교수 조 영 곤 인

위 원 단국대학교 교수 신 동 훈 인

위 원 조선대학교 교수 김 흥 중 인

위 원 조선대학교 교수 안 중 모 인

2007년 6월 일

조선대학교 대학원

목 차

영문초록	iv
I. 서론	1
II. 실험재료 및 방법	5
III. 실험결과	11
IV. 총괄 및 고찰	15
V. 결론	20
참고문헌	22
사진부도	26

표 목 차

Table 1. Resin cements and adhesive systems	5
Table 2. Push-out strength (MPa) and statistical comparison ...	14

도 목 차

Fig. 1. Apparatus designed for push-out test	10
Fig. 2. Variolink II on the level 1 (x30, rectangle x1,000)	26
Fig. 3. Variolink II on the level 2 (x30, rectangle x300)	26
Fig. 4. Variolink II on the level 3 (x30, rectangle x300)	26
Fig. 5. Multilink Automix on the level 1 (x30, rectangle x300) ..	26
Fig. 6. Multilink Automix on the level 2 (x30, rectangle x300) ..	26
Fig. 7. Multilink Automix on the level 3 (x30, rectangle x300) ..	26
Fig. 8. RelyX Unicem on the level 1 (x30, rectangle x250)	27
Fig. 9. RelyX Unicem on the level 2 (x30, rectangle x300)	27
Fig. 10. RelyX Unicem on the level 3 (x30, rectangle x300)	27

ABSTRACT

Comparison of push-out strength by the levels of post
and types of resin cements in the root canal dentin

Sang-Hoon Yoo, D.D.S., M.S.D.

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 push-out strength and SEM finding at the different levels of root canal cemented with three resin cements and a fiber post.

Crown portions of eighteen single-rooted mandibular premolars were removed with a diamond disc. Routine endodontic treatment was done, and 9-mm deep post spaces were prepared within root canals. No. 2 translucent fiber posts (DT Light post, Bisco) were cemented with three resin cements : Variolink II (Ivoclar-Vivadent AG, Liechtenstein), Multilink Automix (Ivoclar-Vivadent AG, Liechtenstein), and RelyX Unicem (3M ESPE, U.S.A.). Roots were assigned to 3 groups (n=6). After storage in distilled water for 24 hours, each root was transversally sectioned with 1-mm thick. Six slices obtained from each root were divided into level 1, level 2, and level 3. Each level have two slices (level 1: 1-mm and 2-mm

slices, level 2 : 3-mm and 4-mm slices, level 3: 5-mm and 6-mm slices from the cervical portion of root).

The specimens were subjected to push-out test in a universal testing machine (EZ Test, Shimadzu Co.) with a crosshead speed of 1 mm/min. The data were analyzed with repeated ANOVA and one-way ANOVA. Also the interface of post-resin cement-canal wall in the levels of each group was observed under SEM.

The result of this study were as follows:

1. There were statistically significant difference among push-out strengths of level 1, 2, 3 in three resin cements (level 3 > level 2 > level 1, from the high strength to low, $p = 0.000$).
2. There were statistically significant difference among push-out strengths of each level (level 3 > level 2 > level 1) in Variolink II ($p=0.000$), but not statistically significant difference among push-out strengths of each level in RelyX Unicem ($p=0.077$). In Multilink Automix, push-out strength of level 3 was statistically significant higher than those of level 1, 2 ($p=0.027$).
3. There were not statistically significant difference among push-out strengths of resin cements in each level ($p > 0.2$).
4. Gaps at all levels were observed between resin cements and root canal wall in Variolink II and RelyX Unicem, and between posts and resin cements in Multilink Automix.
5. Thickness of resin cements around posts was mesiodistally thin, but buccolingually thick in level 1, 2, and was thin into both direction in level 3.

Within the limitation of this study, push-out strengths in level 3 were higher than those in level 1, 2 in all of three resin cements. Adaptation pattern on the interface between fiber post, resin cement, and root canal wall showed different with types of resin cements.

I. 서 론

심한 치아우식증이나 치관부 손상으로 인해 근관치료를 받은 치아는 흔히 근관 내에 포스트를 합착한 후, 복합레진이나 금속 수복물을 이용하여 코어를 형성한다. 이러한 수복방법은 자연치를 발거하지 않고 유지하려는 환자들의 요구에 의해 점차 증가하고 있다. 포스트는 치관부의 수복물을 유지하기 위해 사용하고 있으며¹⁾, 재료로는 금속, 세라믹 및 섬유 강화형 복합레진 등이 이용되고 있다²⁻⁵⁾.

포스트 수복물의 주된 실패원인은 치근파절, 포스트나 수복관의 유지력 상실 및 이차우식증이며, 그 밖의 실패원인으로는 포스트의 변형과 파절이 있다⁶⁾. 기존 금속 포스트는 근관 상아질보다 높은 탄성계수를 가지고 있어 치근에 응력을 집중시키기 때문에 약 2-4%의 치근파절을 일으키는 것으로 보고되고 있다^{2,7)}. 따라서 포스트에 의한 치근파절을 방지하기 위해 상아질과 유사한 탄성계수를 갖는 포스트가 개발되었다. 1990년 Duret 등⁸⁾이 비금속 재료인 탄소섬유를 이용한 섬유강화형 복합레진 포스트를 소개한 이래, 몇몇 실험실 연구에서 탄소섬유 포스트는 상아질과 비슷한 탄성계수와 높은 인장강도를 갖는 것으로 보고하였다^{9,10)}. 또한 Fredriksson 등¹¹⁾은 2-3년간의 임상연구에서 탄소섬유 포스트를 주조금속이나 기성금속 포스트 대신 사용할 수 있음을 보고하였다. 그 후 탄소섬유 포스트의 비심미성으로 인하여 흰색의 석영이나 유리섬유와 같은 심미성 포스트가 개발되었고¹¹⁾, 근래에는 투명한 섬유포스트가 소개됨으로써 포스트를 통해 근관에 있는 접착제나 레진시멘트가 광중합할 수 있게 되었다⁵⁾.

최근, 포스트의 합착을 위해 접착시스템과 레진시멘트를 사용하는 빈도가 증가하고 있으며¹²⁾, 섬유포스트는 일반적으로 낮은 탄성계수의 레진시멘트와 접착시스템을 사용한다. 이러한 접착술식은 근관벽을 따라 저작력을 분산시키므로 치근파절을 방지할 수 있다¹³⁾. 근관치료한 치아를 수복하기 위해 섬유

유포스트와 접착제 및 레진시멘트를 사용한 임상연구에서 치근과절 없이 95-99%의 성공률이 보고되었다¹⁴⁾.

접착시스템은 근관치료 시 근관충전재로서 근관내 공간을 폐쇄하고¹⁵⁾, 근관 내에서 레진시멘트와 함께 포스트를 접착 및 합착하기 위하여 사용하고 있다¹²⁾. 접착제는 근관상아질에 혼화층을 형성하여 치관부의 봉쇄나 유지를 약화시키는 계면간극을 제거해야 한다. 그러나 근관 내에서의 접착은 치관부와는 달리 근관형태에 따른 높은 C-factor로 인하여 레진시멘트가 경화할 때 중합수축 응력이 크게 발생하고, 광중합 접착제의 중합전환이 어려우며, 특히 인산을 사용하는 접착시스템에서는 적절한 수분을 유지하기가 어려운 문제점을 가지고 있다³⁾.

섬유포스트 합착용 레진시멘트는 시멘트와 함께 사용하는 접착시스템에 따라 전부식 (total-etch), 자가부식 (self-etch), 자가접착 (self-adhesive) 레진시멘트로 분류된다¹⁶⁾. 전부식 레진시멘트는 인산과 같은 산부식제를 이용하여 도말층을 제거하고 부분적으로 탈회된 상아질대를 형성한 후 프라이머와 접착레진을 탈회된 상아질에 적용함으로써 미세기계적인 결합을 얻는다. 자가부식 레진시멘트는 고농도의 산성 레진단량체를 사용하여 도말층과 하부의 건전한 상아질을 탈회하는 동시에 접착레진을 상아질에 침투시킨다. 최근 소개된 자가접착 레진시멘트는 시멘트 성분 내에 산성 단량체와 접착제의 기능을 함께 포함하고 있어 치면의 전처리가 불필요하므로 다른 레진시멘트 보다 합착단계를 감소시켰다¹⁶⁾.

레진시멘트로 근관에 합착한 섬유포스트의 탈락에 대한 저항은 미세기계적 결합과 화학적인 결합 및 미끄럼 마찰력 (sliding friction)에 의해 이루어지며, 섬유포스트에 의한 수복의 주된 실패원인은 합착된 포스트의 탈락이나 헐거움 (loosening)에 의한 것으로 보고되고 있다¹⁷⁾. 따라서 근관에 합착된 섬유포스트의 고정 (fixation) 강도를 평가하기 위한 검사로서 얇은 두께로 절단된 시편을 측정하는 push-out 검사가 추천되고 있다¹⁸⁾. Push-out 검사법은 미세인장 결합강도 검사를 위한 시편제작 시 발생할 수 있는

파괴응력을 막을 수 있고, 하나의 치근에서 여러 개의 시편을 얻을 수 있는 장점을 가지고 있어 근관에 합착된 섬유포스트의 계면강도를 측정하는데 성공적으로 사용되고 있다¹⁹⁾.

레진시멘트의 종류에 따라 근관 내 섬유포스트를 합착한 후, push-out 검사와 전자현미경 관찰을 시행하여 비교한 몇몇 연구가 보고되었다. Goracci 등²⁰⁾은 근관치료한 치아에서 전부식 레진시멘트 (Exite DSC/Variolink II)와 자가부식 레진시멘트 (ED primer/Panavia 21)로 섬유포스트를 합착하여 push-out 강도를 평가한 결과, 전부식 레진시멘트가 자가부식 레진시멘트보다 높은 강도를 나타내었다고 하였고, Goracci 등¹⁶⁾은 전자현미경소견에서 전부식 레진시멘트는 도말층의 완전한 제거와 두꺼운 혼화층이 형성되었지만, 자가부식 레진시멘트에서는 혼화층과 접착층 사이에 간극이 나타났고, 자가접착 레진시멘트에서는 도말층과 하방의 상아질 사이에 간극이 나타나 push-out 검사결과와 현미경 소견이 상호 관련성이 있다고 보고하였다. 이와는 반대로 Pirani 등³⁾은 전부식 접착제와 이원중합 레진시멘트로 합착한 섬유포스트를 주사전자현미경으로 관찰한 결과, 혼화층면 또는 포스트-시멘트 계면을 따라 간극이 발생함을 보고 이는 근관의 높은 C-factor와 관련된다고 하였다.

근관에 섬유포스트를 레진시멘트로 합착하거나 레진시멘트 만을 충전한 후, 근관 상아질의 위치에 따른 결합강도 비교에서 치경부 1/3의 결합강도는 중양이나 치근단 1/3부위 보다 통계학적으로 높은 강도를 나타냈다고 보고되었다^{21,22)}. 이러한 이유에 대하여 Perdigao 등²³⁾은 치근의 치경부보다 중양부나 치근단부는 높은 C-factor를 갖기 때문에 낮은 결합강도를 나타낸다고 하였고, Ferrari 등¹³⁾은 인산을 적용한 근관 상아질에서 접착을 위한 상아질의 표면적은 치경부 1/3이 중양과 치근단 1/3부위 보다 통계학적으로 넓기 때문이라고 하였다.

이상과 같이 섬유포스트를 근관 내에 합착할 때 포스트의 위치와 레진시멘트의 종류는 상아질-섬유포스트-레진시멘트의 계면강도에 영향을 미칠 것으

로 생각된다. 따라서 이 연구에서는 3종의 레진시멘트 즉, 전부식 레진시멘트, 자가부식 레진시멘트, 자가접착 레진시멘트로 섬유 강화형 포스트를 치근에 합착한 후, push-out 검사와 전자현미경적인 관찰을 통하여 레진시멘트의 종류와 치근내 포스트의 위치 (level)에 따른 강도와 접착계면의 차이를 상호 비교하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

교정치료를 위해 최근에 발거된 건전한 하악 소구치 중 단근관을 가진 치아 18개를 사용하였다.

포스트는 광투과성 섬유강화형 복합레진 포스트인 No. 2 DT Light Post (Bisco Inc., Schaumburg, IL, U.S.A)를 사용하였다. 포스트를 합착하기 위한 레진시멘트로는 전부식) 접착제를 사용하는 Variolink II, 2단계 자가부식 접착제를 사용하는 Multilink Automix, 접착제를 사용하지 않는 자가접착 레진시멘트인 RelyX Unicem를 사용하였다 (Table 1). 접착제와 레진시멘트의 중합을 위한 광조사기는 Spectrum 800 (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany)을 사용하였고 광선은 500 mW/cm²의 광 강도를 이용하였다.

Table 1. Resin cements and adhesive systems

Resin cement	Adhesive System	Manufacturer
Variolink II (total-etching resin cement)	Excite DSC small/endo	Ivoclar-Vivadent AG, Schann, Liechtenstein
Multilink Automix (self-etching resin cement)	Multilink Primer	Ivoclar-Vivadent AG, Schann, Liechtenstein
RelyX Unicem (self-adhesive resin cement)	—	3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.

2. 실험방법

(1) 근관충전

하악 소구치의 치근에 부착된 조직을 초음파 스켈러로 제거한 후, 저속의 diamond disc 를 이용하여 각 치아의 치관부를 협측 백악법랑 경계부에서 절단하였다. Digital caliper를 이용하여 각 치근의 길이가 14 mm이하이거나 근관입구의 직경이 1.0 mm보다 작은 치근은 실험치아에서 제외하여 총 18개의 치근을 준비하였다.

각 근관에 있는 치수는 barbed broach로 제거하였다. 작업장은 근관에 No. 10 K-FLEXOFILE[®] (Maillerfer, Ballaigues, Swiss)을 삽입하여 치근단공 밖으로 파일 끝이 보이는 길이에서 0.5 mm를 뺀 길이로 하였다. N0. 15, 20, 25 H-File (Maillerfer, Ballaigues, Swiss)과 PROTAPERTM Sx (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany)로 근관의 치경부를 확대한 후, 작업장까지 PROTAPERTM S1, S2, F1, F2, F3 파일을 순차적으로 사용하여 근관확대를 완성하였다. 근관확대 시 핸드피스는 300 r.p.m.의 속도로 사용하였고, 근관에 RC-prep[®] (Medical Products Laboratories Inc., Phila, U.S.A.)과 5% NaOCl가 있는 상태에서 파일을 사용하였다.

근관을 페이퍼 포인트로 건조한 후, K-파일을 이용하여 치근단 받침을 형성하고, 최종 근관장 파일과 같은 크기의 거터퍼쳐 콘을 선택하였다. 거터퍼쳐 콘의 근단부 1/3부위에 AH-26[®] sealer (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany)를 얇게 도포하여 근관의 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 공간 형성과 포스트의 시적

근관내에 있는 거터퍼처 콘은 No. 2와 No. 3 Peeso-reamer를 사용하여 근관입구에서 부터 9 mm 깊이로 제거하였다. DT Light Post system의 Pre-shaping drill과 No. 2 drill을 사용하여 9 mm 깊이의 포스트 공간을 형성한 후, S-Kondenser (Obtura/ Spartan, Fenton, U.S.A.)로 근단부의 거터퍼처 콘을 압박하였다. 근관을 5% NaOCl로 세척하고 페이퍼 포인트로 건조하였다. 다이아몬드 버를 이용하여 No. 2 DT Light Post의 상부를 절단하고 이를 근관 내에 시적하였다. 포스트를 근관에서 제거하여 포스트의 표면을 알코올 솜으로 닦아낸 후, 합착할 때 까지 오염되지 않도록 보관하였다.

(3) 포스트 합착

포스트 공간이 형성된 총 18개의 치근을 레진시멘트의 종류에 따라 포스트를 합착하기 위하여 3개의 군으로 분류하였고, 각 군에 6개의 치근을 배정하였다.

1) Variolink II 군

근관을 32% 인산 (Unietch; Bisco Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.)으로 15초간 산부식하고, air-water syringe로 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.

Variolink II 시멘트를 제조사의 지시대로 혼합하여 Unit-dose needle tip (Bisco Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.)에 집어넣고, needle 끝을 근관의 근단부에 삽입하여 근관입구 쪽으로 들어올리면서 시멘트를 주입하였다. 시멘트를 문힌 포스트를 미약한 압력과 회전을 가하면서 포스트 공간에

위치시킨 다음, 과잉 시멘트는 브러쉬로 제거하고 Spectrum 800으로 40초간 광조사하였다.

2) Multilink Automix 군

Multilink Automix system의 Multilink Primer A와 B를 동량 혼합하여 브러쉬에 적신 다음, 포스트 공간의 근관벽을 브러쉬로 15초간 가볍게 문지르면서 프라이머를 적용하고 과잉의 프라이머는 페이퍼 포인트로 흡수하였다. Mixing tip을 통해 혼합된 Multilink Automix를 Unit-dose needle tip에 집어넣고, needle 끝을 근관의 근단부에 삽입하여 근관입구 쪽으로 들어올리면서 시멘트를 주입하였다. 시멘트를 문힌 포스트를 미약한 압력과 회전을 가하면서 포스트 공간에 위치시킨 다음, 과잉 시멘트는 브러쉬로 제거하고 Spectrum 800으로 20초간 광조사하였다.

3) RelyX Unicem 군

RelyX Unicem capsule을 Applicap Activator (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)에 삽입하여 3초 동안 lever를 눌러서 분말과 액이 혼합되도록 하였다. Rotomix (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)에 위치시켜 10초 동안 혼합한 후, Applicap Applier에 capsule을 장착하였다. 혼합된 시멘트를 Unit-dose needle tip에 집어넣은 다음, needle 끝을 근관의 근단부에 삽입하여 근관입구 쪽으로 들어올리면서 시멘트를 주입하였다. 시멘트를 문힌 포스트를 미약한 압력과 회전을 가하면서 포스트 공간에 위치시킨 다음, 과잉 시멘트는 브러쉬로 제거하였다. 2분 동안 시멘트가 자가중합이 되도록 기다린 후 Spectrum 800으로 20초간 광조사하였다.

(4) Push-out test

포스트가 함착된 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 레진 블록을 파라핀 왁스에서 제거하고 diamond disc를 이용하여 레진을 다듬었다.

Push-out 검사를 위해 각 군당 5개의 치근 (총 15개)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 mm 정도를 절단하여 버린 다음, 치관부에서 치근단부를 향해 1 mm 두께로 연속적으로 절단하여 1개의 치근 당 총 6개의 절편을 제작하였다. 6개의 절편은 치근의 치관부에서 1 mm와 2 mm 절편을 level 1, 3 mm와 4 mm 절편을 level 2, 5 mm와 6 mm 절편을 level 3로 분류하였다.

이 실험을 위해 고안된 실험장치에 절편의 치근단면이 위쪽으로 향하도록 하여 cyano-acrylate (ALTECO Korea Inc., Pyungtaek, Korea)로 접착하였다. 절편이 접착된 장치를 universal testing machine (EZ test, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)의 하부 jig에 고정하고 상부 jig에는 1 mm 직경의 plunger가 달린 장치를 고정하였다 (Fig. 1). Push-out 검사 시 plunger는 포스트에만 접촉되도록 하였고, 절편에서 포스트가 탈락될 때까지 분당 1 mm의 crosshead speed로 하중을 가하였다.

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

(5) 주사전자현미경 관찰

주사전자현미경 관찰을 위해 레진시멘트로 포스트를 합착한 치근을 각 군당 1개씩 (총 3개) 배정하였다. 각 군의 치근은 push-out 검사 때와 동일한 방법으로 총 6개의 절편을 제작하여 level 1, 2, 3에 각각 2개의 절편을 배

정하였다.

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 nm의 두께로 백금 도금처리하고 FE-SEM (S-4700: Hitachi High Technologies Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 각 군의 level 1, 2, 3에서 포스트, 레진시멘트 및 치근상아질의 계면을 고배율로 관찰하였다.

(6) 통계분석

각 군의 push-out 강도 값에 대한 유의성 검증은 통계분석 프로그램인 SPSS (ver. 10.1)에서 반복측정 ANOVA와 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였다.

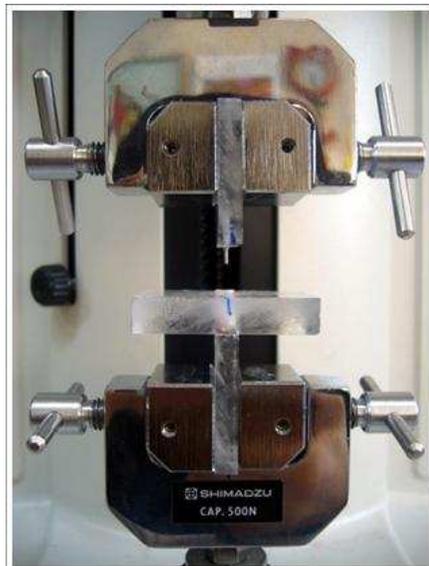


Fig. 1. Apparatus designed for push-out test

Ⅲ. 실험결과

(1) Push-out 강도

각 군의 push-out 강도 값은 Table 2와 같다. 3가지 레진시멘트의 각 치근 level 당 평균 push-out 강도 값의 비교는 반복측정 ANOVA를 이용하여 검정하였다. 3가지 레진시멘트의 평균 push-out 강도 값은 level 1에서 4.55 ± 0.85 MPa, level 2에서 5.28 ± 0.95 MPa, level 3에서 5.69 ± 0.66 MPa를 나타내어 각 level 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었고 ($p=0.000$), level 3에서 가장 높은 강도를 나타내었다 (Table 2).

레진시멘트의 종류에 따른 치근 level 간 평균 push-out 강도 값의 비교는 반복측정 ANOVA를 이용하여 검정하였다. Variolink II 군의 강도 값은 level 1에서 4.40 ± 0.59 MPa, level 2에서 5.30 ± 0.79 MPa, level 3에서 5.97 ± 0.38 MPa를 나타내어 각 level 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($p=0.000$, Table 2). Multilink Autoimix 군의 강도 값은 level 1에서 4.47 ± 1.09 MPa, level 2에서 5.16 ± 1.07 MPa, level 3에서 5.50 ± 0.74 MPa를 나타내어 level 1과 2에서 보다 level 3에서의 강도가 통계학적으로 높게 나타났다 ($p=0.027$, Table 2). RelyX Unicem 군의 강도 값은 level 1에서 4.78 ± 0.85 MPa, level 2에서 5.38 ± 1.06 MPa, level 3에서 5.59 ± 0.75 MPa를 나타내어 각 level 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p=0.077$, Table 2).

치근의 level에 따른 레진시멘트 간 강도 값의 비교는 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였다. Level 1, 2, 3 모두에서 레진시멘트의 종류에 따른 push-out 강도 값은 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않아 ($p > 0.2$, Table 2) 치근의 level과 레진시멘트의 종류 간에는 상호작용이 없는

것으로 나타났다.

(2) 주사전자현미경 소견

1) Variolink II 군

Level 1에서 치근의 근원심 방향으로 포스트 주변에는 얇은 두께의 레진 시멘트가 관찰되었고, 포스트와 레진시멘트, 레진시멘트와 근관벽 간에는 긴밀한 접착을 이루고 있다 (Fig. 2). 치근의 협설 방향으로 포스트 주변에 다량의 시멘트가 관찰되었고, 포스트와 시멘트 간에는 긴밀한 접착을 이루고 있으나 시멘트와 근관벽의 일부에서 큰 간극이 관찰되었다 (Fig. 2).

Level 2에서 치근의 근원심 방향으로 포스트와 레진시멘트, 레진시멘트와 근관벽 간에는 긴밀한 접착을 이루고 있다. 치근의 협설 방향으로 포스트 주변에는 근원심 방향보다 많은 양의 시멘트가 관찰되었고, 포스트와 시멘트 간에는 비교적 긴밀한 접착을 이루고 있으나 시멘트와 근관벽의 일부에서 큰 간극이 관찰되었다 (Fig. 3).

Level 3에서 치근의 근원심 방향으로 시멘트가 얇은 두께로 존재하였고, 포스트와 레진시멘트, 레진시멘트와 근관벽 간에는 긴밀한 접착이 관찰되었다. 치근의 협설 방향으로 포스트와 레진시멘트 간에는 긴밀한 접착을 이루고 있으나 레진시멘트와 일부의 근관벽 사이에서는 미약한 간극이 관찰되었다 (Fig. 4).

2) Multilink Automix 군

Level 1에서 치근의 근원심 방향으로 포스트 주변에는 얇은 두께의 레진 시멘트가 관찰되었고, 포스트와 레진시멘트 간의 일부에서 비교적 큰 간극이 나타났지만 (Fig. 5) 레진시멘트와 근관벽 간에는 긴밀한 접착을 나타내었다. 치근의 협설 방향으로 포스트 주변에 다량의 시멘트가 관찰되었고, 포스트와 시멘트, 그리고 시멘트와 근관벽의 일부에서 간극이 동시에 관찰되었다 (Fig. 5).

Level 2에서 치근의 근원심 방향으로 포스트와 레진시멘트, 레진시멘트와 근관벽 간에는 긴밀한 접착을 이루고 있다. 치근의 협설 방향으로 포스트 주변에는 근원심 방향보다 많은 양의 시멘트가 관찰되었고, 포스트와 시멘트 간의 일부에서 큰 간극이 나타났지만 시멘트와 근관벽 사이에는 긴밀한 접착을 나타내었다 (Fig. 6).

Level 3에서 치근의 근원심 방향과 협설방향으로 시멘트가 얇은 두께로 존재하였고, 포스트와 레진시멘트 간에 미약한 간극이 관찰되었으나 레진시멘트와 근관벽 간에는 긴밀한 접착이 관찰되었다 (Fig. 7).

3) RelyX Unicem 군

Level 1에서 치근의 근원심 방향으로 포스트 주변에는 얇은 두께의 레진시멘트가 관찰되었고, 치근의 근원심 방향으로 포스트와 레진시멘트, 레진시멘트와 근관벽 간에는 긴밀한 접착을 이루고 있다 (Fig. 8). 치근의 협설 방향으로 포스트 주변에 다량의 시멘트와 기포가 관찰되었고, 포스트와 시멘트 간에는 긴밀한 접착을 이루고 있으나 시멘트와 근관벽의 일부에서 20-30 μm 정도의 간극이 관찰되었다 (Fig. 8).

Level 2에서 치근의 근원심 방향으로 포스트와 레진시멘트, 레진시멘트와 근관벽 간에는 긴밀한 접착을 이루고 있다. 치근의 협설 방향으로 포스트 주변에는 근원심 방향보다 많은 양의 시멘트가 관찰되었고, 포스트와 시멘트 간에는 긴밀한 접착을 이루고 있으나 시멘트와 근관벽의 일부에서 level 1과 같은 정도의 간극이 관찰되었다 (Fig. 9).

Level 3에서 치근의 협설 방향으로 레진시멘트와 근관벽의 일부에서 간극과 함께 긴밀한 접착이 관찰되었다 (Fig. 10).

Table 2. Push-out strength (MPa) and statistical comparison

Group	Level 1	Level 2	Level 3	p-value †	No. of specimens
Variolink II	4.40 ± 0.59 ^a	5.30 ± 0.79 ^b	5.97 ± 0.38 ^c	0.000	10
Multilink Automix	4.47 ± 1.09 ^a	5.16 ± 1.07 ^{abc}	5.50 ± 0.74 ^c	0.027	10
RelyX Unicem	4.78 ± 0.85 ^a	5.38 ± 1.06 ^{abc}	5.59 ± 0.75 ^{abc}	0.077	10
total mean strength	4.55 ± 0.85 ^a	5.28 ± 0.95 ^b	5.69 ± 0.66 ^c	0.000	30
p-value *	0.590	0.889	0.232		

† : Repeated measure ANOVA, * : One-way ANOVA
 Same letter is not statistically different.

IV. 총괄 및 고안

최근 접착치과학의 발달과 함께 근관치료한 치아에서 수복물의 심미성과 코어를 유지하기 위하여 다양한 섬유포스트들이 사용되고 있다²⁴⁾. 이러한 포스트는 유지형태가 불필요하므로 치질삭제가 적고, 치아에 최소의 응력을 제공하며, 재 근관치료를 요하는 경우 쉽게 제거할 수 있는 장점을 가지고 있다²⁵⁾.

섬유포스트는 접착시스템과 레진시멘트를 이용하여 근관에 합착된다²⁶⁾. 레진시멘트를 적용하기 전에 사용되는 접착시스템은 근관 상아질과 안정적이고 지속적인 접착을 이루어 포스트의 헐거움을 방지하여야 한다. 인산을 사용하는 전부식 접착시스템은 편평한 상아질 표면에서 높은 결합강도를 나타내는 것으로 알려져 있지만, 근관 내에서 사용할 경우 수분조절이 힘들어 접착레진이 상아질에 불완전하게 침투될 수 있고, 근관의 표면장력으로 인해 접착제의 적용이 어렵기 때문에 근관 상아질에서의 접착은 현저히 감소될 수 있다²⁷⁻²⁹⁾. 그러나 자가부식 접착시스템은 수세나 건조과정이 필요 없어 기술민감성 (technique sensitive)이 적고, 상아질의 탈회와 접착레진의 침투가 동시에 이루어지므로³⁰⁾ 포스트 합착 시 그 사용이 점차 증가하고 있다. 또한 최근 소개된 RelyX Unicem과 같은 자가접착 레진시멘트는 전부식이나 자가부식 접착시스템처럼 치질을 전처리하지 않고 비심미성 시멘트와 같이 단순히 분말과 액을 혼합하여 사용하는 조작과정의 간편성으로 인하여 임상가들에게 많은 관심을 받고 있다.

소구치의 근관형태는 난원형이므로 drill을 이용한 포스트 공간 형성 후 근관 벽에 다량의 거타퍼쳐와 잔사들이 남아 있다면, 비록 근관벽에 잔존한 이들과 레진시멘트가 합착된다 해도 시간이 지나면서 포스트는 결합을 상실

하게 되어 안정적인 결과를 보장받지 못하게 될 것이다. 또한 최근 포스트의 합착을 위해 사용되는 레진시멘트는 대부분 이원중합으로써, 광원에 의해 중합이 개시되므로 화학중합형 레진시멘트 보다 큰 중합수축을 나타낸다³¹⁾. 따라서 포스트 합착 후 지속적인 결합을 위해서는 적절한 포스트 공간의 형성과 레진시멘트의 선택이 선행되어야 할 것이다.

이 연구에서는 단근관을 가진 하악 소구치에 포스트 공간을 형성하여 합착 방법이 서로 다른 3종의 레진시멘트를 이용하여 섬유 포스트를 합착하였다. 그 후 치경부에서 치근단측으로 6 mm되는 지점까지 1 mm씩 연속적인 절단시편을 제작하여 3개의 level로 분류한 다음, push-out 검사와 전자현미경적인 관찰을 이용하여 치근내 포스트의 위치와 레진시멘트의 종류에 따른 결합력을 평가하였다. 이 연구의 결과에서 3가지 레진시멘트의 평균 push-out 강도 값은 level 3, 2, 1순으로 높게 나타났으며, 각 level 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($p=0.000$). 이러한 연구결과는 치근의 치경부에서 치근단 측으로 6 mm 깊이의 포스트 공간을 형성하여 전부식 레진시멘트 (Single Bond와 RelyX ARC)와 자가부식 레진시멘트 (ED primer와 Panavia 21)로 합착한 섬유포스트를 3등분으로 절단하여 push-out 강도를 측정된 결과, 치경부로부터 3.0-4.5 mm부위가 1.5-3.0 mm와 1.5 mm 부위보다 통계학적으로 높게 나타났다고 보고한 Bolhuis 등³²⁾의 연구결과와 일치하였다. 이들은 레진시멘트를 근관 내로 옮길 때 Lenturo spiral을 사용하면 회전 시 발생된 열에 의해 레진시멘트의 경화가 촉진되므로 이를 사용해서는 안 되고, 시멘트의 경화촉진을 피하기 위해서는 근관입구에 시멘트를 적용한 후 포스트에 시멘트를 묻혀 근관에 삽입할 것을 추천하였다. 따라서 이 연구에서는 레진시멘트를 근관에 채워 넣을 때 Lenturo spiral 대신 Unit-dose needle tip을 이용하여 포스트 공간의 기저부에서 시작하여 치관부 쪽으로 레진시멘트를 주입하는 방법을 사용하였다. 이러한 주입방법은 level 1과 level 2에 비해 공간이 좁은 level 3에서 레진시멘트가 포스트와 근관벽 사이의 공간을 완전히 채움으로써 이들 상호간에 강한

합착을 이루었을 것으로 생각된다.

Valandro 등²⁾은 섬유포스트를 레진시멘트로 합착할 때 시멘트의 두께가 얇을수록 미세기포와 경화 시 중합수축이 감소되어 포스트와 근관 상아질 간에 우수한 결합강도를 나타낼 수 있다고 보고하였다. 이 연구의 주사전자현미경 소견에서, 모든 군은 level 3에서 얇은 두께의 레진시멘트가 관찰되었고 level 1과 level 2에서는 치근의 협설방향으로 포스트와 근관벽 사이에 많은 양의 시멘트가 관찰되었다 (Fig. 2, 3, 5, 6, 8, 9). 이러한 소견은 하악 소구치의 근관형태로 인하여 근단부로 갈수록 포스트와 근관벽 사이에 레진시멘트의 두께가 얇아지게 되어 포스트와 근관벽 사이에서 강한 결합을 이루므로써 level 3에서의 push-out 강도가 level 1과 level 2에서 보다 높게 나타났을 것으로 생각된다. 한편, Mallmann 등²¹⁾은 근관내에 Single Bond와 RelyX ARC로 합착한 섬유포스트의 미세인장 결합강도는 치경부 1/3이 치근중앙이나 치근단 1/3보다 통계학적으로 높은 결과를 보였다고 보고하여 이 연구의 결과와 다르게 나타났다. 이러한 차이는 이 연구에 이용된 절단시편이 치경부에서 6 mm 부위까지만 포함하여 3 level로 분류함으로써 실질적으로는 이들이 이용한 시편들의 위치와 비교해 볼 때 치근의 치경부 1/3과 치근 중앙부 상방에 해당되고, 또한 서로 다른 검사방법을 이용하였기 때문으로 생각된다.

이 연구에서 레진시멘트의 종류에 따른 level 간의 평균 push-out 강도 값은 통계학적으로 서로 다른 결과를 나타내었다. Variolink II 군의 강도 값은 level 3, level 2, level 1의 순으로 높게 나타나 각 level 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었고 ($p=0.000$), Multilink Automix 군의 강도 값은 level 3에서 가장 높게 나타나 level 1, 2와 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었지만 ($p=0.027$), RelyX Unicem 군의 강도 값은 각 level 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p=0.077$, Table 2). 이러한 연구결과는 이 연구에서 관찰한 주사전자 현미경소견과 일치하였다. Variolink II 군의 level 1과 level 2에서는 레진시멘트와 근관벽의 일

부에서 큰 간극이 관찰되었지만 (Fig. 2, 3) level 3에서는 레진시멘트와 일부의 근관벽 사이에 미약한 간극이 관찰되었다 (Fig. 4). Multilink Automix 군은 level 1과 level 2에서 포스트와 레진시멘트 사이의 일부에서 비교적 큰 간극이 나타났지만 (Fig. 5, 6) level 3에서는 포스트와 레진시멘트 간에 미약한 간극이 관찰되었고 (Fig. 7), RelyX Unicem 군은 모든 level에서 레진시멘트와 근관벽의 일부에서 비슷한 크기의 간극이 관찰되었다 (Fig. 8, 9, 10). 이러한 연구결과는 사용된 접착시스템과 레진시멘트의 종류는 치근내 포스트의 위치에 따라 근관벽과의 결합에 영향을 미치지 않거나 미치지 않을 수 있으며, 또한 근관벽, 포스트 및 레진시멘트 계면에서 간극의 양상이 서로 다르게 나타남을 알 수 있었다.

이 실험에 사용된 레진시멘트는 제조사의 설명에 따라 Variolink II 군과 Multilink Automix 군은 레진시멘트를 근관에 적용하고 포스트를 수 초간 압박한 후 바로 광조사를 시행하였고, RelyX Unicem 군은 레진시멘트와 포스트를 적용한 후 2분 동안 광조사를 지연하였다. 제조사에 의하면 RelyX Unicem은 자가부식과 자가접착이 동시에 이루어지므로 광조사를 하기 전에 레진시멘트 내에 포함된 산성단량체와 접착제가 상아질 기질 내로 잘 침투되도록 광조사를 지연한 경우가 즉시 광조사한 경우보다 우수한 결합력을 제공할 것이라고 하였다. 이 연구에서 level 1, 2, 3 모두에서 레진시멘트의 종류 즉, 전부식 레진시멘트, 자가부식 레진시멘트, 자가접착 레진시멘트에 따른 push-out 강도 값은 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않아 ($p > 0.2$) 치근의 각 level에 있어서 레진시멘트의 종류는 push-out 강도에 큰 영향을 미치지 않았다. 이러한 연구결과는 2단계 접착시스템 (Single Bond, Tyrian/One-Step)과 이원중합 레진시멘트로 합착한 섬유포스트의 pull-out 강도를 평가한 결과, 전부식 접착제와 자가부식 접착시스템을 사용한 레진시멘트의 강도 간에 통계학적인 차이가 없었다고 보고한 Valandro 등²⁾의 연구결과와 유사하였다.

Mallmann 등²¹⁾은 섬유포스트를 광중합과 자가중합 레진시멘트를 이용하

여 합착할 경우 미세인장 결합강도는 자가중합 레진시멘트가 광중합 레진시멘트보다 높게 나타났다고 하였다. 이러한 이유에 대하여 Feilzer 등³¹⁾은 자가중합형 레진시멘트에 비해 광중합 레진시멘트는 광원에 의해 흐름성이 갑자기 제한되기 때문에 시멘트 층 내에 더 많이 결합이 발생할 수 있기 때문이라고 하였다. 이 연구에서 사용된 RelyX Unicem은 광조사를 지연함으로써 레진시멘트가 천천히 경화되므로 근관 내에서 시멘트의 흐름성이 좋고 중합시 수축응력이 감소됨으로써 근관을 전처리하는 Variolink II와 Multilink Automix 레진시멘트와 비슷한 결합강도를 나타냈을 것으로 생각된다.

한편, Goracci 등¹⁶⁾의 연구에 의하면 push-out 검사에서 전부식 레진시멘트 (Variolink II)는 자가부식 레진시멘트 (Panavia 21)와 자가접착 레진시멘트 (RelyX Unicem)보다 우수한 접착력을 보인다고 보고하여 이 연구결과와는 상이하게 나타났다. 이러한 차이는 이 연구에서와는 달리 이들의 연구에서는 섬유포스트를 silane으로 처리한 후 레진시멘트를 사용하였기 때문으로 생각되며, 앞으로 포스트의 silane의 처리유무에 따른 강도변화에 관한 비교 연구가 더욱 진행되어야 할 것으로 생각된다.

이 연구의 결과를 종합하여보면, 합착과정이 서로 다른 3종류의 레진시멘트, 즉 Variolink II, Multilink Automix, RelyX Unicem 레진시멘트를 이용하여 섬유강화형 포스트를 포스트 공간에 합착한 경우, 각 level에서의 push-out 강도는 level 3가 level 1과 level 2에서 보다 높게 나타났고, 레진시멘트의 종류에 따른 각 level에서의 강도는 서로 다른 통계학적인 결과를 나타내었다. 주사전자현미경적인 소견에서 Variolink II 군과 Multilink Automix 군에서는 level 1과 level 2에서는 레진시멘트와 근관벽의 일부에서 큰 간극이 관찰되었지만 level 3에서는 레진시멘트와 일부의 근관벽 사이에 미약한 간극이 관찰되었고, RelyX Unicem 군은 모든 level에서 레진시멘트와 근관벽의 일부에서 비슷한 크기의 간극이 관찰되었다. 또한 포스트 주변의 레진시멘트의 두께는 level 1과 2에서 치근의 협설 방향으로 두껍게 관찰되었고, level 3에서는 치근의 모든 방향으로 얇게 관찰되었다.

V. 결 론

이 연구에서는 서로 다른 접착시스템을 사용하는 3종의 레진시멘트로 섬유강화형 포스트를 치근에 합착한 후, push-out 검사와 전자현미경적인 소견을 통하여 레진시멘트의 종류와 치근내 포스트의 위치에 따른 강도와 접착계면의 차이를 상호 비교하였다.

단근관을 갖는 발거된 18개의 하악 소구치의 치관부를 diamond disk로 제거하고, 근관을 형성하여 거터퍼쳐로 근관충전한 후 9 mm 깊이의 포스트 공간을 형성하였다. 사용된 레진시멘트의 종류에 따라 3개의 군 (Variolink II 군, Multilink Automix 군 및 RelyX Unicem 군)으로 분류하였다. 각 군의 치근에 제조사의 설명서에 따라 혼합한 레진시멘트를 Unit-dose needle tip을 이용하여 주입하고 광투과성 섬유강화형 복합레진 포스트인 No. 2 DT Light Post를 합착하였다.

각 군의 치근을 실온의 증류수에 24시간동안 보관하였다. 저속의 diamond wheel saw를 이용하여 치관부에서 치근단부를 향해 1 mm 두께로 연속적으로 횡절단하여 총 6개의 절편을 제작하였다. 6개의 절편은 치근의 치관부에서 1 mm와 2 mm 절편을 level 1, 3 mm와 4 mm 절편을 level 2, 5 mm와 6 mm 절편을 level 3로 분류하였다. 각 군의 절편은 universal testing machine에서 push-out 검사를 시행하였고, 각 군의 push-out 강도 값은 반복측정 ANOVA와 one-way ANOVA를 이용하여 비교 분석하였다. 주사 전자현미경 관찰을 위하여 각 군의 level 1, 2, 3에서 포스트, 레진시멘트 및 치근상아질의 계면을 저배율로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 3종의 레진시멘트에서 각 level에서의 강도는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었고 ($p=0.000$), level 3, level 2, level 1의 순으로 높게

나타났다.

2. 레진시멘트의 종류에 따른 각 level에서의 강도는 Variolink II 군에서는 각 level 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었고 ($p=0.000$), Multilink Automix 군에서는 level 3의 강도가 Level 1과 2의 강도보다 통계학적으로 높게 나타났으나 ($p=0.027$) RelyX Unicem 군에서는 각 level의 강도 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p=0.077$).
3. 각 level에서의 강도는 레진시멘트의 종류에 따라 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.2$).
4. 모든 level에서 간극은 Variolink II 군과 RelyX Unicem 군에서는 레진시멘트와 근관벽 간에, Multilink Automix 군에서는 포스트와 레진시멘트 간에 관찰되었다.
5. 포스트 주변의 레진시멘트는 level 1과 2에서 치근의 근원심 방향으로는 얇은 두께로, 협설 방향으로는 두꺼운 두께로 관찰되었으며, level 3에서는 두 방향 모두에서 얇은 두께의 레진시멘트가 관찰되었다.

이 연구의 결과로 미루어 볼 때, 3종의 레진시멘트로 섬유강화형 포스트를 포스트 공간에 합착할 경우 level 3에서의 push-out 강도가 level 1, 2에서 보다 높게 나타났고, 포스트와 레진시멘트 및 근관벽의 접착양상은 레진시멘트의 종류에 따라 서로 다르게 관찰되었다.

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. 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.
3. Pirani C, Cbersoni S, Foscbi F, Piana G, Lousbine RJ, Tay FR, Prati C. Does hybridization of intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth ? *J Endodont* 31:891-894, 2005.
4. Prisco D, De Santis R, Mollica F, Ambrosio L, Rengo S, Nicolaris L. Fiber post adhesion to resin luting cements in the restoration of endodontically-treated teeth. *Oper Dent* 28:515-521, 2003.
5. Galbano GA, Valandro LF, de Melo RM, Scotti R, Bottino MA. Evaluation of the flexural strength of carbon fiber-, quartz fiber-, and glass fiber-based posts. *J Endodont* 31:209-211, 2005.
6. Mannocci F, Sherriff M, Watson TF. Three-point bending test of fiber posts. *J Endodont* 27:758-761, 2001.
7. Morfis AS. Vertical root fracture. *Oral surg Oral Med Oral*

- Pathol* 69:631-635, 1990.
8. Duret B, Reynaud M, Duret F. New concept of coronoradicular construction: the Composipost. *Chirurg Dent France* 60:131-141, 1990.
 9. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic post. *J Dent* 27:275-278, 1999.
 10. Castro-Albuquerque R, Abreu-Polletto LT, Fontana RHBTS, Cimini Jr CA. Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. *J Oral Rehab* 30:936-943, 2003.
 11. Fredriksson M, Astback J, Pamenius M, Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *J Prosth Dent* 80(2):151-157, 1998.
 12. Purton DG, Payne JA. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. *Quintessence Int* 27:93-97, 1996.
 13. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA. Bonding to root canal: Structural characteristics of the substrate. *Am J Dent* 13:255-260, 2000.
 14. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Manson PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 13:9B-13B, 2000.
 15. Tidmarsh BG. Acid cleansed and resin sealed root canals. *J Endodont* 6:566-599, 1978.
 16. Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular

- dentin. *Oper Dent* 30(5):627-635, 2005.
17. Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behavior of translucent-fiber posts: A 2-year prospective study. *Int J Prothodont* 16:593-596, 2003.
 18. 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.
 19. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H. The microtensile bond test: a review. *J Adhese Dent* 1:299-309, 1999.
 20. 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.
 21. Mallmann A, Jacques LB, Valandro LF, Mathias P, Muench A. Microtensile bond strength of photoactivated and autopolymerized adhesive systems to root dentin using translucent and opaque fiber-reinforced posts. *J Prosth Dent* 97:165-172, 2007.
 22. Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. *J Endodont* 27:321-324, 2001.
 23. Perdigao J, Geraldini S, Lee IK. Push-out bond strength of tooth-colored posts bonded with different adhesive systems. *Am J Dent* 17:422-426, 2004.
 24. Morin D, DeLong R, Douglas WH. Cusp reinforcement by the acid etch technique. *J Dent Res* 63:1075-1078, 1984.
 25. Ferrari M, et al. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin post and cast post and core. *Am J Dent* B:15B-18B,

2000.

26. Paul SJ, Scharer P. Post and core reconstruction for fixed prosthodontic restoration. *Pract period Aesthetic Dent* 9: 513-520, 1997.
27. Tay FR, Gwinnet AJ, Wei SHY. Variability in microleakage observed in total-etch wet-bonding technique under different handling conditions. *J Dent Res* 74:1168-1178, 1996.
28. Pashley DH, Ciucchi B, SanoH, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int* 24: 618-631, 1993.
29. Helfer AR, Melnick S, Schilder H. Determination of dentin to adhesive agents *Quintessence Int* 24: 618-631, 1993.
30. Tay FR, Pashley DH, Yosiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single step adhesive. *J Dent Res* 81: 472-476, 2002.
31. Feilzer A, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stresses in composite for two different curing modes. *Dent Mater* 9:2-5, 1993.
32. Bolhuis HPB, De Gee AJ, Feilzer A. The influence of fatigue loading on the quality of the cement layers and retention strength of carbon fiber post-resin composite restorations. *Oper Dent* 30:30-32. 220-227, 2005.

사진부도

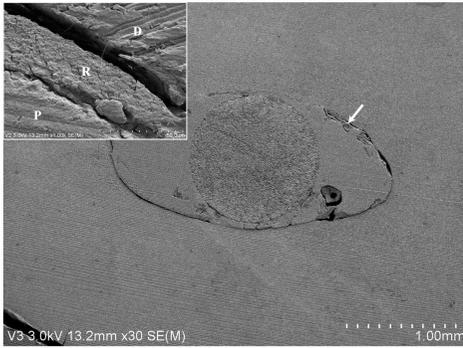


Fig. 2. Variolink II on the level 1 (x 30, rectangle; x 1,000). P: post, R: resin cement, D: root dentin

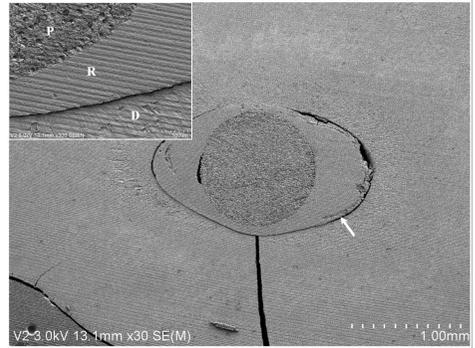


Fig. 3. Variolink II on the level 2 (x 30, rectangle; x 300). P: post, R: resin cement, D: root dentin

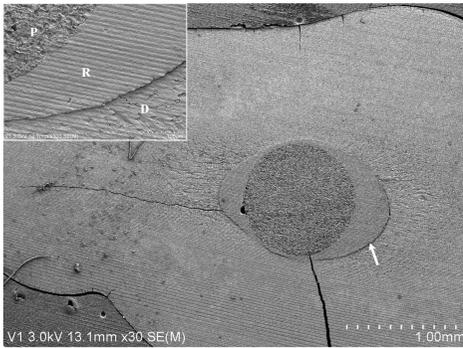


Fig. 4. Variolink II on the level 3 (x 30, rectangle; x 300). P: post, R: resin cement, D: root dentin

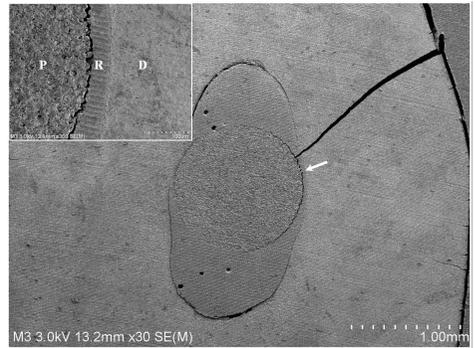


Fig. 5. Multilink Automix on the level 1 (x 30, rectangle; x 300). P: post, R: resin cement, D: root dentin

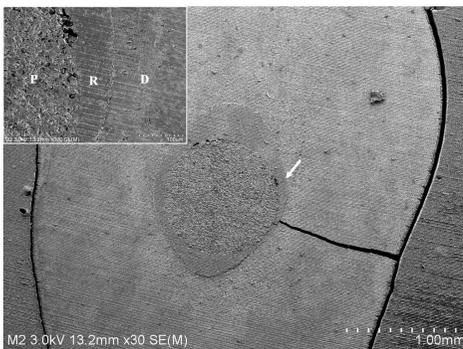


Fig. 6. Multilink Automix on the level 2 (x 30, rectangle; x 300). P: post, R: resin cement, D: root dentin

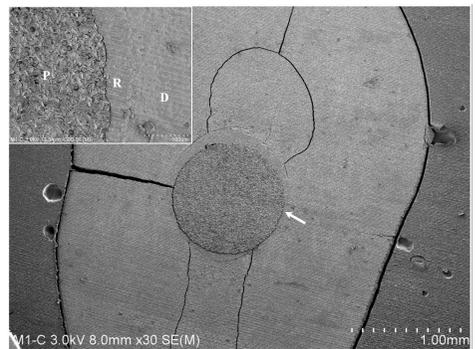


Fig. 7. Multilink Automix on the level 3 (x 30, rectangle; x 300). P: post, R: resin cement, D: root dentin

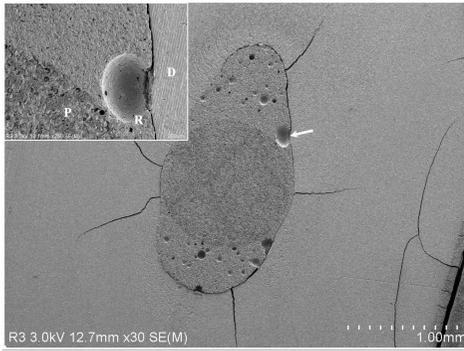


Fig. 8. RelyX Unicem on the level 1 (x 30, rectangle: x 250). P: post, R: resin cement, D: root dentin

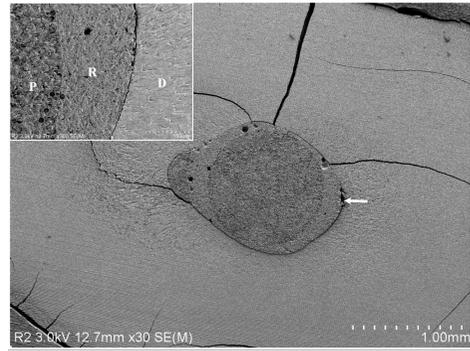


Fig. 9. RelyX Unicem on the level 2 (x 30, rectangle: x 300). P: post, R: resin cement, D: root dentin

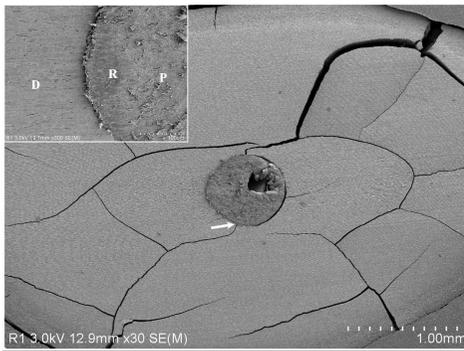


Fig. 10. RelyX Unicem on the level 3 (x 30, rectangle: x 300). P: post, R: resin cement, D: root dentin

저작물 이용 허락서

학 과	치의	학 번	20057489	과 정	박사
성 명	한글: 유 상 훈 한문 : 劉 相 薰		영문 : Yoo Sang Hoon		
주 소	전남 여수시 여서동				
연락처	061)643-2828		E-MAIL		
논문제목	한글 : 근관 상아질에서 포스트 위치와 레진시멘트의 종류에 따른 결합강도 비교				
	영어 : Comparison of push-out strength by the levels of post and types of resin cements in the root canal dentin				

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 의사 표시가 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.

동의여부 : 동의(O) 반대()

2007년 8 월 일

저작자: 유 상 훈 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하