

다양한 접착시스템을 이용하여 섬유 강화형 포스트로 수복한 치아에서의 미세누출에 관한 연구

박준호 · 최유성*

단국대학교 치과대학 치과보철학교실

In vitro study of microleakage of endodontically treated teeth restored with different adhesive systems and fiber-reinforced posts

Joon-Ho Park, Yu-Sung Choi*

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University, Cheonan, Republic of Korea

Purpose: While studies have examined microleakage in endodontically treated teeth restored with posts, microleakage among post and adhesive systems remains a concern. This study compared the sealing properties of 3 adhesively luted post systems. **Materials and methods:** Thirty-six endodontically treated permanent maxillary central incisors were divided into 3 groups: Zirconia-glass fiber, Quartz-glass fiber, Polyethylene fiber posts. Post space was prepared and each post was adhesively luted with 3 systems. The specimens were separately immersed in freshly prepared 2% methylene blue solution for 1 week. The cleaned specimens were then embedded in autopolymerizing acrylic resin. The root portion of tooth were horizontally sectioned into three pieces (apical, middle, and coronal portions). An occlusal view of each section was digitally photographed with a stereomicroscope. The methylene blue-infiltrated surface for each specimen was measured. Dye penetration was estimated as the ratio of the methylene blue-infiltrated surface to the total dentin surface. **Results:** No significant differences were found among post types. The variables of middle section and 3-stage adhesive produced significant differences in microleakage between the following post pairs: zirconia-glass fiber versus quartz-glass fiber, zirconia-glass fiber versus polyethylene fiber, and quartz-glass fiber versus polyethylene fiber ($P<.05$). There were significant differences between the apical and coronal sections of each post type, and between apical versus middle sections of quartz-glass fiber and polyethylene fiber posts ($P<.05$). **Conclusion:** No significant differences were found among post types. The 3-stage adhesive produced significant differences in microleakage between the following post pairs. (*J Korean Acad Prosthodont* 2014;52:74-81)

Key words: Fiber-reinforced post; Adhesive systems; Microleakage; Resin cement

서론

광범위하게 치관이 파괴되어 근관 치료된 치아를 금관으로 수복하기 위해서는 포스트와 코어 시스템이 필요하다.¹² 최근 까지 포스트는 금속으로 만들어졌고, 이로 인해 넓은 범위의 rigidity를 가지는 재료들의 복잡한 조합(상아질, 금속 포스트, 시멘트, 코어 재료)이 구성되어 왔다.^{3,5} 몇몇 연구들은 금속 주조 포스트를 치관 내에 위치시키는 것이 치아를 강화시키거나

전치부에서 심미성을 증진시키지 못한다고 보고하였다.^{6,8} 이에 넓은 범위의 rigidity를 가지는 재료들의 복잡한 조합을 단순화시키고 심미성을 개선시키기 위해 금속 주조 포스트를 대체할 재료들이 개발되어 왔다. 치아 색의 포스트는 포스트와 코어로 수복한 치아의 심미성을 향상시켰다.^{9,10} 최근 많은 임상가들이 치아 색의 포스트 중에서 섬유 강화형 포스트(Fiber-reinforced Post (FRP))를 선호하는데, 이는 주조 포스트보다 제작이 더 용이하고, 제작시간이 짧으며, 저렴하기 때문이다.¹¹⁻¹⁷ 섬유

*Corresponding Author: Yu-Sung Choi

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University
Dandaero 119, Dongnamgu, Cheonan, 330-714, Republic of Korea
+82 41 550 1979; e-mail, yu0324@hanmail.net

Article history: Received February 25, 2014 / Last Revision April 8, 2014 / Accepted April 14, 2014

© 2014 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

강화형 포스트는 김성 포스트 또는 맞춤형 포스트로 분류될 수 있다. 포스트 제작 방법은 기성 포스트의 경우에는 포스트 크기에 맞는 드릴을 이용하여 포스트용 근관형성을 시행하고 각 드릴 사이즈에 맞는 기성 포스트를 레진 시멘트를 이용하여 접착시켜 제작하고, 맞춤형 포스트의 경우에는 존재하는 포스트 공간에 폴리에틸렌 섬유를 몇단계에 걸쳐 압축하며 충전한 후 광중합하여 포스트 외형을 형성하므로써 제작된다.¹ 몇가지 종류의 섬유 강화형 포스트가 현재 사용되고 있으며, 치아 색 또는 흰색의 섬유 포스트는 어두운 색의 포스트로 인한 치아의 변색을 방지하여 심미성을 향상시켜 준다고 보고된다.¹⁸

포스트에 관한 이전의 연구들은 전형적으로 기계적 물성, 포스트와 레진 시멘트의 접착 강도, 다양한 종류의 포스트로 수복된 치아의 파절 저항성 등이 주로 고려되어 왔다.^{4,9-22} 또한 미세누출은 이차우식의 발생에 영향을 주고, 포스트와 수복물의 생존율에 영향을 주며, 궁극적으로 금관 수복 치료의 실패를 가져올 수 있는 중요한 요소라고 보고되어 왔다.²³⁻³¹ 미세누출은 포스트의 강도, 시멘트의 용해도, 포스트와 치아 구조물 사이의 접착 강도와 관련이 있으며, 임상가들은 치질이 많이 손상된 치아에서 기성 포스트와 코어를 이용하여 수복물을 제작할 때 이를 고려할 필요가 있다.³²⁻³⁴ 포스트의 탄성계수보다 코어와 치근 상아질의 접착 술식이 미세누출을 제한하는 데에 더 중요하다고 보고된다.^{33,34} 몇몇 연구에서 미세누출이 포스트의 물리적 성질보다 포스트와 상아질, 코어와 상아질 사이의 접착에 의해 영향을 받는다고 하였고, 이에 포스트를 치근 상아질에 접착시키기 위한 적절한 접착제와 접착시스템을 선택하는 것 또한 중요한 문제이다.^{19,30} 최근 레진 시멘트와 접착 시스템의 접착 능력의 개선으로 인해, *sealing*은 효과적일 것으로 기대하고 있다.^{12,35,36} 더욱이, 다양한 접착 시스템이 다양한 레진 시멘트와 함께 조합되어 사용될 수 있다고 보고된다.³⁷ 섬유 강화형 포스트로 수복된 치아의 연구 결과 적은 미세누출을 보인다고 보고되지만, 포스트 공간을 따라 생기는 누출은 여전히 중요한 문제로 남아있다.^{31,33}

이전의 연구들은 다양한 방법을 이용하여 미세누출의 정도를 측정하였다. 예를 들어, 시료 침투 후 5% 질산(*nitric acid*)을 이

용하여 치아를 탈광화시켜 현미경으로 관찰하는 방법이 있다.³⁸ *Confocal microscopy*는 *fluorophore marker*를 이용하여 액체 침투를 측정하기 위해 사용되었다.¹⁸ *Fluid transport test*은 *micropipette* 내에서 이동하는 작은 기포들의 움직임을 관찰함으로써 실험 표본의 *seal*을 하기 위해 사용되었다.³ 많은 연구들이 영상 분석기(*image analyzer*)를 이용하여 치아의 미세누출을 양적으로 분석해왔다.^{3,14,18,19}

본 연구는 영상 분석 소프트웨어를 이용하여, 전체 치근 영역의 염료 침투 비율을 결정함으로써 미세누출을 측정했다. 그리하여, 본 연구에서는 근관치료 후 서로 다른 섬유 강화형 포스트를 세 가지 접착 시스템을 이용하여 수복한 치아에서 시료 침투량을 측정하여 미세누출을 비교하고자 하였다. 또한, 본 연구는 맞춤형 포스트가 기성 포스트보다 미세누출을 효과적으로 감소시킬 것이라는 가설을 토대로 연구를 진행하였다.

연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에 사용된 치아 시편으로는 우식이 없고 끝은 근관을 가진 36개의 상악 영구 중절치를 사용하였다. 두 종류의 기성 포스트와 한 종류의 맞춤형 포스트를 사용하여 미세누출을 비교 평가하였다: quartz-glass posts (D.T. Light-post Illusion X-RO; Bisco, Schaumburg, IL, USA), zirconia-glass posts (Snowpost; Carbotech, Ganges, France), polyethylene posts (Ribbond; Ribbond Inc, Seattle, WA, USA). 각각의 포스트는 세 가지 레진 접착 시스템 중 하나로 접착되었다: 3-stage total-etch adhesive, 2-stage total-etch adhesive, 1-stage self-etch adhesive. 본 연구에서 사용된 포스트와 레진 접착시스템은 Table 1에 나열하였다.

2. 연구 방법

치아 시편들은 4℃의 소독된 식염수 용액에서 보관되었고, 발치 후 1개월 이내에 사용하였다. 각 치아의 치관 부분은 CEJ에서 low-speed diamond-coated disk (NTI-Kahla GmbH, Thuringen,

Table 1. Description and manufacturer information for materials evaluated

Product	Material Type	Manufacturer
D.T. Light-post	Preshaped quartz-glass fiber	Bisco, Schaumburg, IL, USA
Snowpost	Preshaped zirconia-glass fiber	Carbotech, Ganges, France
Ribbond	Custom-shaped polyethylene fiber	Ribbond Inc, Seattle, WA, USA
All Bond 2	3-stage total-etch adhesive	Bisco, Schaumburg, IL, USA
One Step Plus	2-stage total-etch adhesive	Bisco, Schaumburg, IL, USA
AQ Bond	1-stage self-etch adhesive	Sun Medical Co., Kyoto, Japan
Duolink	Dual-polymerizing resin luting agent	Bisco, Schaumburg, IL, USA
Light-Core	Light-polymerizing core foundation composite resin	Bisco, Schaumburg, IL, USA

Germany)로 절단되었는데, 이는 약 18-19 mm 길이의 치근을 얻기 위해서였다. Access cavity 형성 후, 잔존 치수 조직을 발수하였다. working length는 방사선적 치근단보다 1.0 mm 짧게 결정했다. 포스트 공간은 K-file (Dentsply Maillefer, Tulsa, Oklahoma, USA)로 형성했고, 2.25% NaOCl로 세척했으며 Paperpoint (DiaDent, Seoul, Korea)로 건조시켰다. 측방 가압법을 이용하여 gutta-percha와 근관 sealer로 포스트 공간을 메웠다. Sealer (AH Plus, Dentsply, York, PA, USA)는 Lentulo spiral instrument (Dentsply Maillefer, Tulsa, Oklahoma, USA)로 포스트 공간에 적용되었다. Master gutta-percha point (DiaDent, Seoul, Korea)를 sealer (AH Plus, Dentsply, York, PA, USA)로 코팅한 후 working length까지 삽입했다. Finger spreader (Dentsply Maillefer, Tulsa, Oklahoma, USA)를 working length보다 약 1.0 mm 짧게 포스트 공간으로 삽입했다. Gutta-percha는 Peeso reamer (Dentsply Maillefer, Tulsa, Oklahoma, USA)를 이용해 치관 부분에서 제거되었다. 모든 포스트 공간은 각 시스템에서 공급되는 드릴로 치관 절단부에서 치근부로 10 mm 깊이까지 형성되었다. 기성 포스트는 총 길이가 16 mm였고 치관 절단부 위로 6 mm가 연장되도록 위치시켰다. 제작된 시편들은 그룹 당 12개의 치아가 되도록 3 그룹으로 무작위로 분류하였다. 세가지 레진 접착 시스템을 이용해 bonding agent를 적용 후 이중 중합 레진 시멘트인 Duo-Link (Bisco, Schaumburg, IL, USA)를 20초 동안 mix하여 lentulo spiral 기구를 이용해 포스트 공간에 위치시켰다. 각 기성 포스트를 시멘트로 코팅하고 손가락 압력을 이용해 천천히 안착시켰다. 잉여 시멘트는 explorer로 제거하였다. 광원을 평평한 치관 표면에 직접적으로 위치시키고, 시멘트는 20초 동안 350 mW/cm²에 LED 광중합기(Elipar FreeLight 2, 3M ESPE, Seefeld, Germany)를 이용하여 중합하였다. 각 포스트에 복합 레진 코어 (Light-Core, Bisco, Schaumburg, IL, USA)를 동일한 방법으로 축성하였다. 각 포스트의 중앙에서부터 협측, 구개측, 근심측과 원심측으로 2 mm의 코어를 축성하고 20초 동안 광중합하였다. 최종 코어를 4 mm의 길이, 폭, 두께로 형성하고, 1 mm chamfer finish line을 CEJ로부터 형성하였다. 포스트의 잔존 2 mm 길이는 실리콘 퍼티(Exafine Putty Type, GC Co., Tokyo, Japan) 몰드를 위한 가이드 역할을 한 후 절단하였다. 실리콘 몰드로부터 복제된 아크릴릭 레진 블록(Jet Ortho Acrylic Resin Powder/Monomer, Lang Dental Mfg. Co., Inc., Wheeling, IL, USA)은 코어 표준화를 제공하기 위해 제작하였다.

맞춤형 포스트인 Ribbond 포스트는 Eskitaçcioğlu 등이 보고한 방법과 동일한 방식으로 제작하였다. 포스트 공간은 기성 포스트에 사용한 것과 같은 reamer (Dentsply Maillefer, Tulsa, Oklahoma, USA)를 이용해 형성하였다. 두 조각의 너비 2 mm, 길이 24 mm의 ribbond를 선택했다. Ribbond 포스트는 제조사의 지시에 따라 제작하였다. 세가지 레진 접착 시스템 중 하나의 방법으로 포스트 공간의 상아질의 벽에 적용시키고, 브러시로 얇게 펴서 도포하였다. 이중 중합 레진 시멘트를 20초 동안 도포 후 lentulo spiral 기구로 포스트 공간에 위치시켰다. 모든 맞춤형 포스트는 다음의 방법으로 동일하게 제작하였다. 한 개의 폴리에틸렌

섬유를 bonding agent에 포화시키고, 협설 및 근원심 방향으로 적절한 위치에 기준점을 설정하였다. 그리고 endodontic plugger (Dentsply Maillefer, Tulsa, Oklahoma, USA)로 포스트 공간에 압축시켰고, 두 번째 폴리에틸렌 섬유도 동일한 방법으로 형성했는데, 첫 번째 섬유 위로 위치시킨 후 포스트 공간으로 압축시켰다. Ribbond이 포스트 공간 내로 가능한 뽀뽀하게 눌릴 때까지 압축을 계속 시행하였다. 잉여 레진시멘트를 제거하고, 모든 포스트는 기성 포스트에 사용된 것과 동일한 광중합 기기(Elipar FreeLight 2, 3M ESPE, Seefeld, Germany)를 이용하여 40초 동안 광중합하였다. 복합레진 코어와 아크릴릭 레진블록 제작은 기성 포스트와 동일하게 진행하였다.

포스트가 접착된 모든 치아 시편에 전부 도재관 제작을 위해 부가중합형 실리콘(Honigum®, DMG, Hamburg, Germany)으로 최종인상을 채득하였고, 전부 도재관(IPS e.max system, Ivoclar vivadent, Schaan, Liechtenstein)을 제작하여 이중 중합 레진 시멘트(RelyX U100, 3M ESPE, Seefeld, Germany)로 최종 접착하였다. 잉여 레진 제거 후 40초 동안 광중합하였다.

모든 시편들은 미세누출 확인을 위한 시료 침투를 진행하기 전에 37℃의 증류수에서 1주 동안 보관하였다. 시편을 압축 공기로 건조하였고, 시료가 치아로 침투되는 것을 방지하기 위해 clear nail varnish (Flomar, Milan, Italy)로 코팅하였다. 각 시편을 즉시 제조한 2% 메틸렌 블루(methylene blue)-용액에 1주일 동안 침전시킨 후 수세하였다. 세척된 시편을 자가중합 아크릴 레진(Jet Ortho Acrylic Resin Powder/Monomer, Lang Dental Mfg. Co., Inc., Wheeling, IL, USA)으로 포매하였다. 레진의 중합 후 각 시편은 미세절단기(Acutom P-50, Struers, Copenhagen, Denmark)를 이용하여 연속적인 세 부분으로 수평 절단하였는데, 이는 Erkut 등이 보고한 방법으로 진행하였다. 첫 번째 절편은 형성된 margin보다 0.5 mm 치근단측에서 형성했고, 치관부 절편(C)이라고 라벨을 붙였다. 두 번째 절편은 gutta-percha seal에서 0.5 mm 치관측에서 형성했고, 치근단 절편(A)이라고 라벨을 붙였다. 세 번째 절편은 치근 절편 총 길이의 중앙에서 수평 절단하여 만들었고 중앙 절편(M)이라고 라벨을 붙였다. 각 절편의 교합면 측에서 stereomicroscope (OPMI pro, Carl Zeiss, Oberkochen, Germany)에 부착된 디지털 카메라(FinePix S7000; Fujifilm, Tokyo, Japan)로 40 배 배율로 각 시편의 절편당 3회 촬영하였다. 시료 침투의 범위는 각 영상에서 총 상아질 표면 대 메틸렌 블루 침투 표면의 비율로 평가했다. 통계처리는 SPSS Version 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여, 비모수검정인 Kruskal-Wallis test로 시행하였고($\alpha=0.05$), 사후검정은 Mann-Whitney U-test를 통해 신뢰구간 95%로 통계적 유의성을 검증하였다.

결과

모든 절단부위에서 모든 군들은 미세 누출을 보였다. 모든 군별로 접착 시스템의 미세누출을 비교 평가했는데, AQ Bond에서 모든 절편 조합의 유의한 차이를 발견하였고, One Step

Plus와 All Bond 2에서 치근단과 치관 절편, 중앙과 치관 절편 사이에 유의한 차이를 보였다($P<.05$). One Step Plus와 All Bond 2 시스템에서 치근단과 중앙 절편 사이에는 유의한 차이가 발견되지 않았다(Table 2).

각 포스트 종류에 따른 미세누출의 정도를 전체 치근 영역의 염료 침투 비율을 비교함으로써 평가하였는데 모든 포스트 종류에서 치근단과 치관 절편 사이에서 유의한 차이를 나타내었다($P<.05$). Quartz-glass fiber와 polyethylene fiber 포스트에서 치근단

과 중앙 절편 사이에 유의한 차이가 있었으나($P<.05$), 중앙과 치관 절편 사이에 유의한 차이가 관찰되지 않았다(Table 3).

각 절편의 부위별로 포스트 종류에 따른 접착 시스템간의 미세누출의 정도에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 유일하게 All Bond 2로 접착한 3단계 접착시스템으로 처리한 치아 중앙절편에서 zirconia-glass fiber와 quarze-glass fiber 포스트 간, zirconia-glass fiber와 polyethylene fiber 포스트 간, quarze-glass fiber와 polyethylene fiber 포스트 간에 미세누출에는 유의한 차이가 있었다($P<.05$).

Table 2. Results of Mann-Whitney U tests comparing adhesives by region (n=12)

Adhesive	Section	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	P
All bond 2	Apical	11.94	206	71	.10
	Middle	19.06	320		
	Apical	8.44	150	14	<.001
	Coronal	22.56	376		
	Middle	10.09	176	40.5	.001
One Step Plus	Coronal	20.91	350		
	Apical	13.56	232	96	.123
	Middle	17.44	294		
	Apical	9.38	165	29	<.001
	Coronal	21.63	361		
AQ bond	Middle	10.94	190	54	.004
	Coronal	20.06	336		
	Apical	12.00	207	71	.007
	Middle	19.00	319		
	Apical	8.38	149	14	<.001
	Coronal	22.63	377		
	Middle	11.38	197	61	.011
	Coronal	19.63	329		

$P<.05$ denotes significant difference.

Table 3. Results of Mann-Whitney U tests comparing posts by region (n=12)

Post	Section	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	P
Quartz-glass fiber	Apical	7.88	106	27.5	.006
	Middle	15.13	193		
	Apical	6.25	86	8	<.001
	Coronal	16.75	212		
	Middle	8.75	116	38	.056
Zirconia-glass fiber	Coronal	14.25	182		
	Apical	10.08	132	54	.221
	Middle	12.92	166		
	Apical	6.17	85	7	<.001
	Coronal	16.83	213		
Polyethylene fiber	Middle	7.00	95	17	.001
	Coronal	16.00	203		
	Apical	8.50	113	35	.005
	Middle	14.50	185		
	Apical	7.00	95	17	<.001
	Coronal	16.00	203		
	Middle	9.25	122	44	.108
	Coronal	13.75	176		

$P<.05$ denotes significant difference.

Table 4. Mann-Whitney test results comparing posts according to middle region and adhesive (All Bond 2) (n=12)

Section	Adhesive	Post	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	P
Middle	All bond 2	Quartz-glass fiber	5.50	25	0	.13
		Zirconia-glass fiber	1.50	9		
		Quartz-glass fiber	5.50	25	0	.20
		Polyethylene fiber	1.50	9		
		Zirconia-glass fiber	2.00	11	2	.46
		Polyethylene fiber	5.00	23		

$P<.05$ denotes significant difference.

즉, All Bond 2로 접착한 3단계 접착시스템으로 처리한 치아 중 양절편에서 zirconia-glass fiber 포스트가 가장 낮은 미세누출을 보였고, polyethylene fiber 포스트가 그 다음으로 높은 미세누출을 보였고, quartz-glass fiber가 가장 높은 미세누출을 보였다(Table 4).

고찰

본 연구에서는 세 종류의 포스트와 세 가지 접착 시스템으로 수복된 치근에서의 미세 누출을 비교 평가하였다. 연구 결과는 맞춤형 포스트가 기성 포스트보다 미세 누출을 효과적으로 감소시킨다는 가설은 성립되지 못하였다. 모든 포스트 공간은 10 mm의 동일한 길이, cylindrical한 형태, 1.6 mm의 치관 직경을 갖도록 형성하였다. 각각의 포스트는 임상적 조건과 유사하게 제작되기 위해 제조사의 지시에 따라 접착하였다. 근관 치료된 치아의 생존율은 근관 치료에 의해 제공된 치근단 봉쇄보다 치관 수복에 의해 제공된 치관의 봉쇄에 더 의존한다고 보고된다.⁴⁰ Manocci 등³³은 섬유 강화형 포스트와 복합 레진 코어를 이용한 수복물이 아말감 수복물보다 치근 파절을 더 효과적으로 예방하지만, 이차 우식 발생을 더 효과적으로 막지는 못한다고 보고하였다. 따라서 구조적으로 치질 상실이 심한 치아를 섬유 강화형 포스트와 코어로 수복할 때, 미세누출 정도를 고려해야 한다고 보고된다.¹ 본 연구에서 모든 그룹은 중앙 또는 치근단 절편보다 치관 절편에서 상당히 많은 미세누출을 보였다. 이러한 결과들은 포스트와 치관 부위 계면에서 보다 레진 코어와 치관 부위 계면에서 미세누출이 더 많은 것을 보였던 이전의 연구결과와 유사하다.²⁵ 그러나 본 연구는 각 절편의 부위를 기준으로 포스트 종류에 따른 접착 시스템을 비교 시 미세누출에 유의차가 없다는 것을 발견하였다. 이러한 결과는 이전의 연구결과와 유사한 결과를 보여주었으나,^{26,27} Chersoni 등²⁸의 연구와는 반대되는 결과를 보였다. Chersoni 등²⁸은 6가지의 상아질 접착제를 평가했고 단지 일반적인 3-step total-etch adhesive (All Bond 2)만 나머지 5가지의 2-step total-etch adhesive 보다 유의하게 적은 시료 침투를 보였다고 보고하였다. 이와 유사하게, Manocci 등¹⁸도 All Bond 2와 C&B cement로 처리한 표본이 Panavia 21 시멘트로 접착된 시편보다 유의하게 낮은 시료 침투가 관찰되었다고 보고하였다. Goracci 등¹³은 total-etch adhesive

시스템이 self-etched 또는 self-adhesive 시스템보다 더 좋은 접착력이 있다고 보고하였다. 또한 Albashairh 등³⁶은 포스트 공간에 self-etching primer만 적용한 후 보다 total-etch 방법으로 포스트 공간을 처리한 후에 포스트 유지력이 더 높다고 보고하였다. 그러나, 본 연구에서는 3-stage total-etch adhesive (All Bond 2), 2-stage total-etch adhesive (One Step Plus), 1-stage self-etch adhesive (AQ Bond) 사이에 유의한 차이가 없다는 결과를 나타내었다. 그러나, All Bond 2 시스템의 중앙 절편은 모든 포스트 그룹 중에서 유의하게 좋은 결과를 보였다($P<.05$).

또한 Albashairh 등은 zirconia-glass fiber 포스트가 최소의 미세 누출을 보이고, 그 다음으로 polyethylene fiber와 quartz-glass fiber 포스트가 미세누출이 적다고 보고하였다. 그러나, Usumez 등³은 메탈 포스트와 지르코니아 포스트보다 zirconia-glass fiber와 polyethylene fiber 포스트에서 치관부 누출이 더 적다는 것을 발견했으나, zirconia-glass fiber와 polyethylene fiber 포스트 사이에서는 유의한 차이를 발견하지 못하였다고 보고하였다. 본 연구에서 모든 포스트 근관 형성은 동일한 한가지 방법으로 형성되었고, 이는 포스트 종류 사이에서 미세누출의 유의한 차이가 없는 원인이라고 사료된다. 또한, Erkut 등¹은 다른 기성포스트에 비하여 Ribbond 포스트가 치관부 미세누출을 효과적으로 감소시킬 수 있는 기성 포스트라고 보고하였다. 그들의 결과는 본 연구의 결과에 의해 뒷받침될 수 없는데, 과잉으로 확대된 치근관만을 평가했기 때문일 수 있다. 본 연구에서는 포스트 공간을 과잉확대 하지 않고 형성할 수 있는 표준 프로토콜을 이용했는데, 이는 포스트 종류에 따른 미세누출 차이가 없는 이유일 수 있다.

Fogel²⁹은 다양한 기성 포스트와 코어 시스템을 액체 침투 미세누출 시험으로 평가했고, 실험된 어떠한 포스트 시스템도 지속적인 봉쇄를 이룰 수 없었다고 보고하였다. Tjan 등³⁰도 유사한 결과를 보고했는데, 그들은 Scotchbond 2 (3M ESPE, Seefeld, Germany)등의 2세대 접착시스템을 이용하여 합착된 모든 치아에서 미세 누출을 보인다는 것을 발견하였다. 그러나, 상아질 접착 시스템을 이용하여 레진 시멘트로 합착된 포스트는 글래스아이오노머 또는 인산아연 시멘트 등으로 합착된 포스트보다 적은 미세누출을 보였다고 보고하였다.³¹

Jung 등¹⁹은 FRC Postec, ParaPost, CosmoPost 시스템들이 탄성 계

수가 서로 다름에도 불구하고 이 시스템들 사이에서 미세 누출에 유의한 차이가 없다고 보고하였다. Jung 등¹⁹은 미세누출을 제한하는 데 있어서 코어와 상아질 접착이 포스트의 탄성계수보다 중요하다고 보고하였다. 이와 유사하게 미세누출이 포스트의 물리적 성질보다 포스트-상아질 또는 코어-상아질 부착에 의해 영향을 받는다는 연구들이 있었다.^{26,27} 본 연구의 결과는 self-etched 또는 self-adhesive 시스템보다 total-etch 시스템에서 더 큰 접착력이 있다고 보고한 이전의 연구들의 결과와 일치한다.^{1,13,18,19} 접착제들 사이에 미세누출이 유의한 차이가 있지는 않았지만, All Bond 2 접착 시스템이 다른 두 접착 시스템보다 모든 절편에서 적은 미세누출을 나타내었다.

또한 열순환처리가 탄소-섬유 포스트를 파절에 더 취약하게 하고 추가적인 하중을 견딜 수 없게 한다고 보고된 바 있다.² 이러한 실패는 폴리머 기질의 분해와 연관될 수 있다고 보고하였다.² 그들의 기계적 성질의 감소는 포스트의 임상적 수명을 감소시킬 수 있다. 몇몇 *in vitro* 연구들은 기계적 하중, 열순환처리 등이 포스트 유지력에 영향을 미친다고 보고하였다.^{2,22} Albashaireh 등²²은 artificial aging이 포스트 유지력을 증가시킨다고 보고하였다. 본 연구에서는 접착시스템과 포스트의 종류에만 차이를 두고 연구를 진행하기 위해 시편에 추가적인 열순환처리 또는 기계적 하중을 가하지 않았다. 이러한 요인들은 임상적인 적용에 있어 한계점이 될 수 있고, 추가적인 임상 연구가 시행되어야 할 것으로 보이며, 앞으로 열순환처리 또는 기계적 하중을 동반한 연구가 함께 이루어져야 할 것으로 사료된다.

결론

본 연구에서는 근관치료 후 서로 다른 섬유 강화형 포스트를 세 가지 접착 시스템을 이용하여 수복한 치아에서 시료 침투량을 측정하여 미세누출을 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 모든 절단 부위에서 모든 군들은 미세 누출을 보였으나, 포스트 종류에 따른 All Bond 2, One Step Plus, AQ Bond 접착 시스템 사이에 미세누출의 유의한 차이는 없었다.
2. 각 절단 부위별로 접착 시스템에 따른 포스트 간의 비교에서는 유의한 차이가 없었다.
3. 유일하게 All Bond 2로 접착한 3단계 접착 시스템으로 처리한 포스트의 중앙절편에서 zirconia-glass fiber가 다른 포스트에 비해 유의하게 적은 미세누출을 보였다.

References

1. Erkut S, Gulsahi K, Caglar A, Imirzalioglu P, Karbhari VM, Ozmen I. Microleakage in overflared root canals restored with different fiber reinforced dowels. Oper Dent 2008;33:96-105.
2. Segerström S, Astbäck J, Ekstrand KD. A retrospective long term study of teeth restored with prefabricated carbon fiber reinforced epoxy resin posts. Swed Dent J 2006;30:1-8.

3. Usumez A, Cobankara FK, Ozturk N, Eskitascioglu G, Belli S. Microleakage of endodontically treated teeth with different dowel systems. J Prosthet Dent 2004;92:163-9.
4. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. J Prosthet Dent 2002;87:431-7.
5. Fredriksson M, Astbäck J, Pamenius M, Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. J Prosthet Dent 1998;80:151-7.
6. Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. J Prosthet Dent 1993;69:36-40.
7. Sorensen JA, Martinoff JT. Clinically significant factors in dowel design. J Prosthet Dent 1984;52:28-35.
8. Ferrari M, Vichi A, García-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. Am J Dent 2000;13:15B-18B.
9. Sidoli GE, King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. J Prosthet Dent 1997;78:5-9.
10. Mannocci F, Ferrari M, Watson TF. Intermittent loading of teeth restored using quartz fiber, carbon-quartz fiber, and zirconium dioxide ceramic root canal posts. J Adhes Dent 1999;1:153-8.
11. 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.
12. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. Dent Mater 2002;18:596-602.
13. Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. Oper Dent 2005;30:627-35.
14. 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 Endod 2005;31:608-12.
15. Pirani C, Chersoni S, Foschi F, Piana G, Loushine RJ, Tay FR, Prati C. Does hybridization of intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? J Endod 2005;31:891-4.
16. 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.
17. Freedman GA. Esthetic post-and-core treatment. Dent Clin North Am 2001;45:103-16.
18. Mannocci F, Ferrari M, Watson TF. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. J Prosthet Dent 2001;85:284-91.
19. Jung SH, Min KS, Chang HS, Park SD, Kwon SN, Bae JM. Microleakage and fracture patterns of teeth restored with different posts under dynamic loading. J Prosthet Dent 2007;98:270-6.
20. Goto Y, Nicholls JJ, Phillips KM, Junge T. Fatigue resistance of endodontically treated teeth restored with three dowel-and-core systems. J Prosthet Dent 2005;93:45-50.
21. Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. Dent Mater

- 2006;22:45-56.
22. Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effects of endodontic post surface treatment, dentin conditioning, and artificial aging on the retention of glass fiber-reinforced composite resin posts. *J Prosthet Dent* 2010;103:31-9.
23. Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:105-8.
24. Swartz DB, Skidmore AE, Griffin JA Jr. Twenty years of endodontic success and failure. *J Endod* 1983;9:198-202.
25. Demirel F, Saygili G, Sahmali S. Microleakage of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts and tooth-colored restorative materials. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:73-9.
26. Drummond JL, Bapna MS. Static and cyclic loading of fiber-reinforced dental resin. *Dent Mater* 2003;19:226-31.
27. Cohen BI, Pagnillo MK, Newman I, Musikant BL, Deutsch AS. Pilot study of the cyclic fatigue characteristics of five endodontic posts with four core materials. *J Oral Rehabil* 2000;27:83-92.
28. Chersoni S, Acquaviva GL, Prati C, Ferrari M, Grandini S, Pashley DH, Tay FR. In vivo fluid movement through dentin adhesives in endodontically treated teeth. *J Dent Res* 2005;84:223-7.
29. Fogel HM. Microleakage of posts used to restore endodontically treated teeth. *J Endod* 1995;21:376-9.
30. Tjan AH, Grant BE, Dunn JR. Microleakage of composite resin cores treated with various dentin bonding systems. *J Prosthet Dent* 1991;66:24-9.
31. Bachicha WS, DiFiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. *J Endod* 1998;24:703-8.
32. Wu MK, Pehlivan Y, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Microleakage along apical root fillings and cemented posts. *J Prosthet Dent* 1998;79:264-9.
33. Mannocci F, Qualtrough AJ, Worthington HV, Watson TF, Pitt Ford TR. Randomized clinical comparison of endodontically treated teeth restored with amalgam or with fiber posts and resin composite: five-year results. *Oper Dent* 2005;30:9-15.
34. Lambjerg-Hansen H, Asmussen E. Mechanical properties of endodontic posts. *J Oral Rehabil* 1997;24:882-7.
35. Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater* 2001;17:422-9.
36. Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effect of dentin conditioning on retention of airborne-particle-abraded, adhesively luted glass fiber-reinforced resin posts. *J Prosthet Dent* 2008;100:367-73.
37. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater* 2003;19:199-205.
38. Ravanshad S, Ghoreeshi N. An in vitro study of coronal microleakage in endodontically-treated teeth restored with posts. *Aust Endod J* 2003;29:128-33.
39. Eskitaçcioğlu G, Belli S, Kalkan M. Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). *J Endod* 2002;28:629-33.
40. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J* 1995;28:12-8.

다양한 접착시스템을 이용하여 섬유 강화형 포스트로 수복한 치아에서의 미세누출에 관한 연구

박준호 · 최유성*

단국대학교 치과대학 치과보철학교실

연구 목적: 포스트로 수복한 치아의 미세누출을 방지하기 위한 다양한 술식이 개발되고 있고 이에 본 연구에서는 다양한 접착시스템을 이용하여 섬유 강화형 포스트로 수복한 치아에서의 치근부 미세누출에 대해 비교 연구하고자 하였다.

연구 재료 및 방법: 36개의 근관치료된 상악 영구 중절치를 3가지 포스트 그룹으로 분류하였다: Zirconia-glass fiber, Quarze-glass fiber, Polyethylene fiber 포스트. 포스트 공간이 형성되었고 각 포스트는 세가지 접착시스템으로 접착되었다: 3-stage total-etch adhesive, 2-stage total-etch adhesive, 1-stage self-etch adhesive. 각 시편들을 2% 메틸렌 블루 용액에 1주일 동안 담구었다. 세척한 시편을 자가중합 아크릴릭 레진에 포매하였다. 각 시편을 치근단, 중앙, 치관 부위로 수평 절단하였다. 메틸렌 블루가 침투된 각 시편의 절단부를 교합면 측에서 stereomicroscope로 측정하였다. 치료 침투량은 메틸렌 블루 침투 표면과 총 상아질 표면의 비율로 평가하였다.

결과: 모든 절단부위에서 모든 군들은 미세 누출을 보였다. 각 절단 부위별로 접착 시스템에 따른 포스트간의 비교에서는 유의한 차이는 없었다. All Bond 2로 접착한 3단계 접착시스템으로 처리한 치아 중앙절편에서 zirconia-glass fiber와 quarze-glass fiber 포스트 간, zirconia-glass fiber와 polyethylene fiber 포스트 간, quarze-glass fiber와 polyethylene fiber 포스트 간에 미세누출에는 유의한 차이가 있었다($P<0.05$). 각각의 포스트의 치근단과 치관 부위 사이에는 유의한 차이가 있었고, quarze-glass fiber와 polyethylene fiber 포스트에서 치근단과 중앙 부위 사이에 유의한 차이가 있었다($P<0.05$).

결론: 포스트 종류에 따른 접착 시스템 간에 미세누출의 유의한 차이가 없었다. 각 절단 부위별로 접착 시스템에 따른 포스트간의 비교에서는 유의한 차이는 없었으나, 유일하게 3단계 접착시스템으로 처리한 포스트의 중앙절편에서 zirconia-glass fiber가 다른 포스트에 비해 유의하게 적은 미세누출을 보였다. (대한치과보철학회지 2014;52:74-81)

주요단어: 섬유 강화형 포스트; 접착 시스템; 미세누출; 레진 시멘트

*교신저자: 최유성

330-714 충청남도 천안시 동남구 단대로 119, 단국대학교 치과대학 치과보철학교실
041-550-1979; e-mail, yu0324@hanmail.net

원고접수일: 2014년 2월 25일 / 원고최종수정일: 2014년 4월 8일 / 원고채택일: 2014년 4월 14일

© 2014 대한치과보철학회

이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라
이용하실 수 있습니다.