

심미적 포스트 코어의 종류에 따른 미세누출에 관한 연구

박지근¹ · 박지만² · 박은진^{3*}

이화여자대학교 의학전문대학원 치과보철과, ¹대학원생, ²조교수, ³서울대학교 치의학대학원 치과보철과 대학원생

연구목적: 오늘날 심미적 요구의 증가로 치아색 포스트 코어에 대한 많은 관심이 모아지고 있으며 다양한 연구가 진행 중이다. 현재 화이버 포스트 (ParaPost fiber White, Coltene Whaledent, Cuyahoga Falls, USA), 지르코니아 포스트 (CosmoPost, Ivoclar Vivadent, Schann, Germany) 등에 관한 논문은 다소 나와 있으나 요즘 여러 분야에서 관심을 받고 있는 CAD/CAM (computer-aided design/computer-aided manufacturing) 방식으로 지르코니아를 가공한 절삭형 지르코니아 포스트 코어에 대한 연구는 많지 않은 실정이다. 이 연구의 목적은 CAD/CAM을 이용한 지르코니아를 비롯하여 근관치료된 치아에서 사용된 세 가지 다른 치아색 포스트 코어에 대해 미세누출 (microleakage)을 비교해 보는 것이다.

연구 재료 및 방법: 발치된 건전한 상악 절치 27개를 채택하여 백악법랑절경계 (CEJ)에서 절단하여 근관치료를 시행하고, 세 군 (각 9개)으로 나누었다. 각 군들은 화이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어 (1군), 지르코니아 포스트와 열가압형 세라믹 코어 (2군), CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어 (3군)로 수복하였다. 5-55℃ 1000회 열순환 처리 (thermocycling)를 시행하고, 2% 메틸렌 블루로 37℃에서 24시간 염색하였다. 치아장축과 평행하게 순설방향으로 절단하여 미세누출을 현미경과 컴퓨터 프로그램을 사용하여 분석을 하였다. 데이터는 one-way ANOVA와 Scheffe's multiple range test ($\alpha=0.05$)로 분석하였다.

결과: 모든 군에서 미세누출을 보였으며, 지르코니아 포스트와 열가압형 세라믹 코어군 (2군)에서 치근계면 입구에서는 다소 많은 미세누출을 보였으나 포스트 끝에 이르러서는 거의 미세누출이 없는 결과를 보였다. 화이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어군 (1군)과 CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어군 (3군)에서는 부위별로 균등한 미세누출을 보였다.

결론: 화이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어군, 지르코니아 포스트와 열가압형 세라믹 코어군, CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어군 모두에서 미세누출을 보였고, 이 중에서 지르코니아 포스트와 열가압형 세라믹 코어군이 좀 더 큰 미세누출에 대한 저항성을 보였으며 화이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어군, CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어군은 유사한 양상을 보였으나, 각 실험군 간에 통계적으로 유의한 차이는 인정되지 않았다. ($P>.05$) (대한치과보철학회지 2009;47:53-60)

주요단어: 화이버 포스트, 지르코니아 포스트, CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어, 열순환처리, 미세누출

서론

근관치료된 치아에서 잔존치질이 많이 남아있을 때에는 코어 수복만으로도 충분하지만, 임상적 치관의 수평적 손실이 일어나고 ferrule 효과를 얻기 힘든 상태가 되면 포스트 코어 수복이 필요하게 된다.¹ 치아 우식이나 외상 등에 의해 심하게 손상된 치아를 수복하는 방법으로 포스트 코어가 수복치과 영역에서 지속적인 관심의 대상이 되어 왔으며 꾸준히 발전하여 왔다. Pierre Fauchard²는 18세기에 나무로 된 포스트를 사용하였으며, GV Black^{3,4}은 금박으로 근관충전을 한 후 나사를 사용하여 치아를 수복하였다. 초기 포스트는 근관 치료된 치아의 치근을 강화시키는 목적에서 사용되었으나, 현재는 코어를 유지하고 이차적으로 치아에 가해지는 교합력을 치근을

통하여 내부로 분산시키기 위해 사용되고 있다.

최근의 기성 포스트는 두 가지 목적을 위한 재료의 변화가 있었다. 완전 도재의 보편화로 심미성 향상을 목적으로 빛의 투과성을 증가시키려는 목적과, 기존의 금속 재료보다 탄성 있는 재료를 사용하여 치근 파절을 줄이고자 하는 목적이 그것들이다.⁵ 이를 위해 유리섬유 포스트 (Glass fiber post)와 지르코니아 포스트가 개발되어 사용되고 있다.

유리섬유 포스트는 Dret와 Renaud^{6,7}에 의해 프랑스에서 개발되었고 1992년 스웨덴에서 상업적으로 이용되었다. 유리섬유 포스트는 레진 기질에 8 μ m 직경의 단방향 탄소 섬유가 첨가된 치과 수복 재료로서 물리적 성질이 자연 치의 상아질과 비슷하고, Torbjorn 등⁸은 독성 실험에서 생체 친화적이라고 하였다.

교신저자: 박은진

158-710 서울 양천구 목동 911-1 이화여자대학교 의학전문대학원 치과보철과 02-2650-5042 :e-mail, prosth@ewha.ac.kr

원고접수일: 2008년 9월 29일 / 원고최종수정일: 2008년 12월 25일 / 원고채택일: 2008년 12월 30일

완전 도재관과 조화로운 투명성을 지닌 포스트의 필요에 따라 개발된 도재 포스트는 지르코니아 (Zirconium oxide)로 구성되어 있고, 이 재료는 정형외과 영역의 임플란트로서 사용되어 왔다.⁵ 도재 포스트의 성분인 TZP (fine-grain, dense tetragonal zirconium polycrystals)는 높은 휨강도와 파절 저항성을 지니고 있고 방사선에 불투과성이며 금속과 유사한 물성을 지닌 생체 친화성 재료이다. 또한 동물 실험에서도 물성의 변화가 없이 안정적이었다.⁹

기존에 사용되고 있는 금과 티타늄을 이용하여 주조한 포스트가 기계적 강도의 우수성은 입증되었지만, 현대인들의 심미적 요구가 증가하면서 비심미적인 문제로 인하여 전치부 치아의 수복에서는 사용이 제한되고 있다.^{10,11} 메탈 크라운이나 메탈 포스트는 특히 상악 전치부에 있어 자연치의 투명성을 상실하고 검푸른 색의 변색을 일으키면서 주변 연조직까지 영향을 미치게 된다.¹² 전부 도재 단일관의 사용이 증가하면서 근관 치료된 치아의 수복에 있어 심미적인 치아색의 포스트 코어 시스템의 필요성이 늘어나고 있으며 최근 이에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.^{11,13-17}

따라서 Parapost Fiber White¹⁸, Cosmopost¹⁹에 대해 많은 연구결과가 나왔고, 미세누출과 파절 강도에 대한 저항성이 입증되었다.^{1,10,13} Jung 등¹³은 2007년 주조 포스트 코어, 기성 금속 포스트 (prefabricated metal post), FRC post (fiber-reinforced composite post), CosmoPost를 동적하중 하에서 미세누출과 파절 양상을 연구하였으며, 그 결과 FRC post와 CosmoPost가 가장 낮은 미세누출을 보였고 또한 가장 재치료가 쉬운 파절 양상을 보였다. Salameh 등²⁰은 2007년 지르코니아 크라운에 FRC post를 사용한 것과 사용하지 않은 것을 비교하여 FRC post를 사용할 때 현저히 파절 저항성이 증가하는 결과를 발표하였으며, D' Arcangelo 등²¹은 FRC post가 티타늄 포스트에 비해 자연치와 탄성계수가 유사하여 좀 더 좋은 기계적 성질을 갖는다고 주장하였다. Heydecke 등¹은 티타늄 포스트와 레진 코어, 지르코니아 포스트와 레진 코어, 지르코니아 포스트와 열가압 세라믹 코어를 비교하여 이 중 지르코니아 포스트와 열가압 세라믹 코어가 치근 파절에 가장 큰 저항성을 보임을 입증하였다.

그러나 one-piece 지르코니아 포스트 코어에 대한 연구는 그다지 많지 않다. 기존의 주조 포스트가 금이나 티타늄, 금속을 one piece로 제작하였던 것을 감안하여 볼 때 요즘 많은 관심을 받고 있는 지르코니아와 CAD/CAM 밀링 시스템을 이용한 one-piece CAD/CAM 절삭형 지르코

니아 포스트 코어를 이들과 함께 비교해 임상적 적합도를 고려해 볼 만하다.¹⁴ 예전부터 one-piece로 제작된 주조 금 포스트 코어는 "gold standard"로서 포스트 코어 수복 영역에서 훌륭한 성공률을 보였다.¹ 일반적으로 기성 포스트 코어가 주조 포스트 코어에 비해 수복 실패율이 높다고 보고되고 있으며, 이는 계면의 수가 증가함으로 인해 나타난다고 보고된 바 있다.²²

지르코니아 CAD/CAM을 이용한 테크닉 또한 최근 단 일관 수복 및 계속가공의치, 임플란트의 지대주 등 여러 분야에서 성공적으로 사용되고 있다.²³ 기존의 인상을 채득하고 석고를 부어 복제한 모형에서 제작한 수복물은 인상채득과 복제 과정에서 오차를 일으킬 수 있으며, 대부분의 연구가 이차원적 측정에 따른 기하학적 변화의 한계가 문제점으로 지적되어 왔다. 치과 영역에서도 디지털 장비가 사용되면서 CAD 기술이 기하학적 변화를 분석하는 방법으로 이용되면서 3차원적 평가가 가능하게 되었다.²⁴ 이 디지털 장비에 있어 중요한 것은 정확성과 정밀도에 있다. 정확성은 얼마나 실제 모형과 가까운가 하는 것이며, 정밀성은 얼마나 반복적으로 같은 수치를 재현할 수 있는 지이다.

이 연구의 목적은 근관 치료된 치아의 수복에 있어 오늘날 심미적 요구의 증가로 사용이 늘고 있는 치아색 포스트 코어인 세 가지, 화이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어, 지르코니아 포스트와 열가압형 세라믹 코어, CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어들의 치근면과의 미세누출을 살펴보고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서는 미세파절, 외흡수, 충치가 없는 2주 이내에 발치된 건전한 27개의 상악 절치를 사용하였다. 각 군당 9개씩 나눈 뒤, 1군은 화이버 포스트 (ParaPost Fiber White)에 콤포짓트 레진 코어 (Photocore, Kuraray, Osaka, Japan)를 직접 수복하였고, 2군은 기성 지르코니아 포스트 (CosmoPost)에 열가압 세라믹 코어 (IPS Empress Cosmo, Ivoclar Vivadent, Schann, Germany)를 사용하였으며, 3군은 CAD/CAM을 이용하여 지르코니아 블록을 절삭한 custom 포스트 코어를 제작하였다. 상아질 접착제는 Excitebond (Ivoclar Vivadent, Schann, Germany)를, 레진 시멘트는 Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schann, Germany)를 사용하였다 (Table I).

Table I. Materials used in this study

Materials	Manufacturers
ParaPost Fiber White (prefabricated fiber post#4.5)	Coltene Whaledent (Cuyahoga Falls, USA)
CosmoPost (prefabricated zirconia post#1.7)	Ivoclar Vivadent (Schann, Germany)
Photocore (Composite resin core)	Kuraray (Osaka, Japan)
IPS Empress Cosmo (heat-pressed ceramic cores)	Ivoclar Vivadent (Schann, Germany)
Excitebond (Dentin bonding agent)	Ivoclar Vivadent (Schann, Germany)
Variolink II (Composite resin cement)	Ivoclar Vivadent (Schann, Germany)

2. 실험방법

(1) 시편 제작

백악법랑질경계 (CEJ)에서 근첨까지의 길이가 각 16 mm정도 되는 단근관치를 발치한 직후에 큐렛을 이용하여 치근면의 잉여 조직을 제거한 후 증류수에 보관하였다. 저속의 디스크를 이용하여 CEJ 상부의 임상적 치관을 잘라낸 후 rotary file (Hero file-hero 642, Heroshaper, MicroMega, France)을 이용하여 근관을 확대하고 거타퍼쳐 (Dia-Pro, Dia-Dent, Korea)와 sealar (AH-26, Dentsply, DeTray GmbH, Konstanz, USA)를 사용하여 측방가압 충진을 시행하였다. 모든 치아의 치근내 거타퍼쳐를 근단부 4 mm까지 남겨 놓고 Gate Glidden drill (GGD, JS Dental manufacturing Inc, Ridgefield, USA)을 이용하여 제거하였다. 27개의 치아를 임의로 분류하여 화이버 포스트와 콤포지트 레진 코어군, 지르코니아 포스트와 열가압형 세라믹 코어군, CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어군의 세 가지 군으로 나누었다 (Fig. 1).

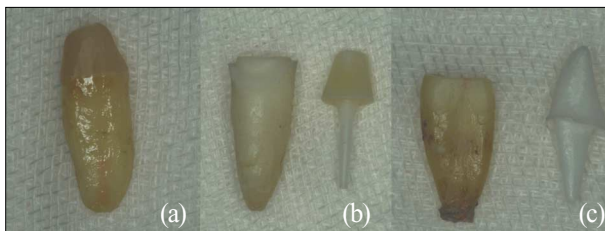


Fig. 1. Fabricated post and core. (a) fiber post & composite resin core (b) zirconia post & heat - pressing ceramic core (c) CAD - CAM milled zirconia post & core

각 군에 따른 포스트 코어의 제작과 접착방법은 다음과 같다.

1군: 9개의 치아에 ParaPost 키트 (Parapost, FP170, Fiber lux, Coltene Whaledent, Cuyahoga Falls, USA)에 있는 치아 형성용 드릴을 이용하여 포스트 공간을 형성하였다. 포스트는 치근에서 약 8 mm 정도의 깊이로 형성되고 코어 부위로 4 mm가 연장되었다. 포스트 공간과 치아 표면을

37% 인산으로 15초간 부식시키고 물로 세척 후 상아질 접착제 (Excitebond, Ivoclar Vivadent, Schann, Germany)를 적용, 15초 후 건조시키고 20초간 광중합을 시행하였다. 화이버 포스트를 이중 중합 레진 시멘트 (Variolink II, Ivoclar Vivadent, Schann, Germany)로 고정 후 광중합을 시행하고, 이중 중합 레진 코어 (Photocore, Kuraray, Osaka, Japan)를 이용하여 2 mm 적층 충진을 시행하였다.

2군: 9개의 치아에 CosmoPost 드릴을 이용하여 포스트 공간을 형성하고 CosmoPost 키트에 있는 인상 채득용 포스트로 실리콘 인상을 채득하여 모형을 제작한다. 제작된 모형에서 기구를 사용하여 인상용 포스트를 제거한 후 같은 크기 (직경 1.7 mm)의 CosmoPost를 선택하여 위치시키고 왁스로 압형을 제작한다. Pressable zirconia post and core system (EP600, Ivoclar Vivadent, Schann, Germany)을 이용하여 주조하였다. 가압 시의 온도는 900℃ (1652°F)이며 약 60분 정도 소요된다. CosmoPost는 Variolink II 레진 시멘트로 고정 후 광중합을 시행하여 접착하였다.

3군: 9개의 치아는 포스트 공간을 형성한 후 인상 채득하여 제작된 모형을 레이저 스캐너로 스캔하였다. 스캐너는 탐침을 이용한 접촉성 스캔 방식을 사용하는 INCISE (Renishaw, UK)를 사용하였으며, 컴퓨터 상에서 포스트 코어를 디자인하여 가공 데이터를 절삭 기계 RFM 600 (Roders, Germany)에 입력하였다. 지르코니아블록 (Acucera, Korea, 수축률 18.82%)을 절삭하여 가공, 열처리 (소결 온도 1450℃, 소결 시간 14시간)하여 절삭형 지르코니아 포스트 코어를 제작하였다. 포스트 코어는 Variolink II 레진 시멘트를 사용하여 접착 후 광중합 하였다.

(2) 색소 침투도 측정

치근단 부위에서 누출을 예방하기 위해 모든 치아의 치근을 매니큐어액으로 2번 코팅하였다. 에폭시 레진 (Epo-Kwick, IL, USA)으로 포매하고 구강 내 환경 재현을 위해 열순환 처리를 하였다. 장비는 냉·온수 순환 장치 (thermal cycling system, KD-TCS30, Korea)와 시료 수조

(sample bath, KD-WB05, Korea)로 구성되어 있으며, 5 - 55 ℃의 물이 55초 간격으로 1000회 순환하도록 시행하였다.

각 치아는 2% 메틸렌 블루를 사용하여 37℃의 온도 하에 24시간 동안 염색하였다. 치아 장축과 평행하게 순설 방향의 단면으로 절단 (Isomet 1000, Buhler Ltd., USA)하고 그 단면을 현미경 (SMZ-U zoom1:10, Nikon, Japan)으로 관찰한 뒤 이미지 프로세싱 프로그램 (NIS-Element, Nikon, Japan)을 사용하여 분석하였다. 미세누출 점수 (microleakage score)는 염색약이 침투된 정도에 따라 다음과 같이 나누었다 (Fig. 2).

각 군간의 미세누출 정도에 따른 차이를 One-way ANOVA (SPSS 12.0.1 for Windows, SPSS Inc., USA)와 Scheffé's multiple range test ($\alpha=0.05$)로 분석하였다.

결과

시편을 관찰한 결과 모든 군에서 염료가 스며든 것이 관찰되었다 (Fig. 3). 미세누출에는 지르코니아 포스트와 열가압형 세라믹 코어군이 가장 큰 저항성을 보였고, 화

이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어군, CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어군 순으로 증가하였다. 화이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어군, CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어군은 유사한 양상을 보였다.

각 군의 지수 평균과 표준편차는 다음과 같다 (Table II). 각 군간의 비교를 위하여 일원변량분석 (One-way ANOVA)을 실시한 결과 실험군 간에 유의한 차이는 인정되지 않았다 ($P>.05$).

화이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어군은 모두 미세누출이 있었고 높은 단계까지 진행되었으며 치근계면에서 시작하여 포스트의 1/3까지 침투된 것과 포스트의 2/3까지 침투된 것이 가장 많았다. 또한 포스트 끝까지 침투된 것도 있었다. 지르코니아 포스트와 열가압형 세라믹 코어군은 모두 미세누출이 진행되었으나 대부분이 치근계면에서 시작하여 포스트의 1/3까지만 진행되었고 그 밖에 포스트의 2/3까지 진행된 것도 있었다. CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어군 역시 모두 미세누출이 있었고 대부분이 포스트의 깊은 곳까지 색소가 침투했다. 포스트의 1/3까지 진행된 것과 포스트의 2/3까지 침투, 포스트 끝까지 침투한 것이 모두 비슷한 비율이었다 (Fig. 4).

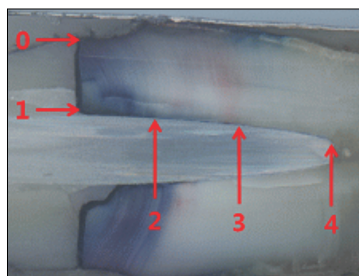


Fig. 2. Microleakage scores.

0 = no dye penetration, 1 = dye penetration to core-tooth junction, 2 = dye penetration to one-third of post, 3 = dye penetration to two-third of post, 4 = dye penetration to full length of post

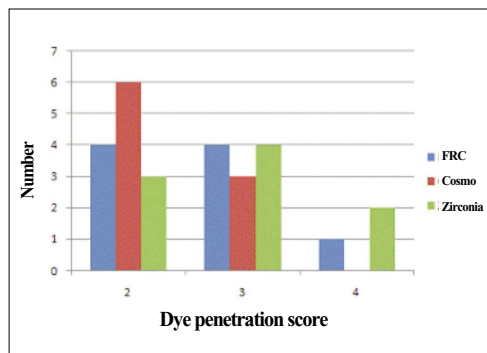


Fig. 3. Distribution of microleakage scores.

Table II. The mean of microleakage score

Group	System	No.	Mean	SD
1	ParaPost Fiber White	9	2.67	0.71
2	Cosmopost	9	2.33	0.50
3	CAD/CAM milling	9	2.89	0.78

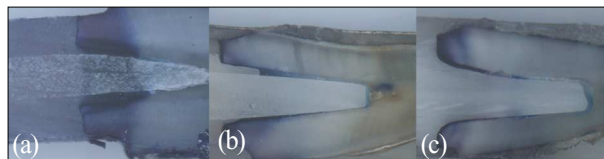


Fig. 4. Microleakage after staining with 2% methylene blue ($\times 40$). (a) Parapost (FRC post) and resin core. Stain starts from post-tooth margin and penetrates over the half of the post showing the wide coverage of infiltration. (b) CosmoPost (CEREC pressable zirconia post and core). Dye penetrates into one third of the CosmoPost. (c) CAD/CAM milled zirconia post and core. Dye penetrates into the half of the post with the pattern of seepage into the lower part.

고찰

최근의 임상연구에서 주조 포스트 코어와 기성 포스트, 직접 레진 축조술을 비교해 보았을 때 주조 포스트 코어의 6년 성공률은 87%를 보였고 직접 포스트 코어의 성공률은 10년 68%에서 8년 92%의 변이를 보였다.^{25,26} 이와 같은 주조 포스트 코어의 기계적 우수성에도 불구하고 최근 심미적 요구의 증가로 전부도재 단일 수복이 증가함에 따라 기존의 메탈, 금, 티타늄을 이용한 주조 포스트 사용은 더 이상 최선의 선택이 되지 않고 있다. 최근 이를 보완하기 위하여 유리섬유포스트와 지르코니아 포스트가 개발되어 사용되고 있으며 이들은 복합레진 코어나 열가압형 세라믹 코어와 함께 사용하도록 고안되어 있다.

물리적 성질이 자연치의 상아질과 비슷한 유리섬유 포스트는 금속보다 낮은 강도를 지니고 있음에도 Isidor 등²⁷은 유리섬유 포스트가 치근 파절 유발 가능성이 금속 포스트보다 적다고 하였고, Fredriksson 등²⁸은 유리섬유 포스트로 수복된 236개 치아를 2, 3년간 관찰한 결과 포스트로 인한 치근 파절은 발견되지 않았다고 하였다. 그러나 아직 유리섬유 포스트로 수복된 무수치의 장기간의 예후에 대해서는 알려지지 않고 있다.

지르코니아 포스트는 높은 압축강도를 지닌 단단한 물질로 인장력이 가해졌을 때는 깨지기 쉽다는 단점이 있다. 그러나 상아질에 비해 탄성 계수가 매우 높으며, 하중에 대한 변위량이 적고 교합력을 충분히 견딜수 있는 압축 강도를 지닌 세라믹 코어와 함께 사용할 수 있다는 장점이 있다.⁵

유리섬유 포스트와 함께 복합레진 코어를 사용하는 경우 하중을 흡수하여 치아로 좀 더 분산시키고, 남아있는 치질의 언더컷을 제거하지 않아 더 많은 치질을 보존할 수 있으며 환자의 내원 횟수와 기공과정을 최소화할 수 있다는 장점이 있는 반면,²⁹ Oliva 등과 Larson 등^{30,31}은 계속적인 중합반응 및 높은 열팽창 계수로 인하여 온도 변화에 의한 미세누출로 장기적인 성공에 영향을 받을 수 있다고 하였다.

포스트 코어의 임상적인 실패는 포스트의 유지력 부족으로 인한 보철물의 탈락, 포스트 또는 코어 재료의 파절, 치근의 파절, 치아와 포스트 계면 사이의 미세누출이 주된 원인으로 지금까지 대부분 포스트의 유지력과 치근 내 응력분산에 대해서는 많은 연구가 있어 왔다.^{32,33} 실패 원인으로 수복물 변연에서의 미세누출은 그 중요성이 충분히 인식되고 있으며, 미세누출 혹은 치아와 수복물 계면에서의 생물학적, 화학적, 분자적 침투에 대한 변연

투과도에 의한 치수손상과 이차 우식으로 인한 수복물의 실패도 관심의 대상이 되고 있다.³⁴ 수복물 변연의 미세누출은 코어형성 재료의 열팽창률 차이나 중합시의 수축에 의하여 접착 실패나 간극 형성에 의하여 발생된다.^{35,36} 치관의 대부분이 상실되어 포스트 코어에 의해 수복되는 경우에 있어서 이러한 미세누출은 여러 가지 계면을 통해 일어나기 쉬우며 이는 잔존치질의 이차우식을 유발하여 보철물의 수명의 단축을 초래한다. 일반적으로 치아와 수복물이 긴밀하게 적합 되는 경우 미세누출과 그에 따른 치아우식은 감소한다. 미세누출에 영향을 미치는 인자로는 보철물의 정확성, 시멘트의 용해성, 열팽창률의 차이, 치아표면의 처리 등을 들 수가 있다.³⁷ 이중 시멘트의 종류에 관한 연구도 많이 발표되어 왔다. 현재 임상에서 가장 많이 사용되는 치과용 시멘트는 인산아연 시멘트, 글래스아이오노머 시멘트, 그리고 레진 시멘트가 있다. 이중 인산아연 시멘트는 치수 자극성이라는 단점이 있지만 작업시간이 길고 피막두께가 얇은 점 등 장점이 많아 가장 오랫동안 사용되어 왔다. 글래스아이오노머 시멘트는 술후 불편감이 있을 수 있고 초기 용해도가 높은 단점이 있지만 치질과 화학적으로 결합할 수 있다는 장점이 있다. 레진 시멘트는 금속이나 치아와 기계적 결합 뿐만 아니라 수소 결합, Van der Waal's force에 의한 결합 등 분자 수준의 결합에 의해 유지력이 많이 증가된 특성은 보이고 있으나, 열팽창 계수가 크고 수분 흡수성이 있어 장기적으로 미세누출이 증가하는 단점이 있다.³⁸ 1991년 Gregory 등³⁹은 레진 시멘트로 합착 시에 레진코어가 더 높은 유지력을 보인다고 발표하였고 1985년 Dilts³⁸는 코어재료와 시멘트 사이의 전단응력 비교에서 레진 코어와 금합금 주조 포스트 코어는 레진 시멘트에서, 비귀금속 주조 포스트 코어는 폴리카복실레이트 시멘트에서 가장 우수한 결과를 나타낸다고 하였다. 본 연구에서는 화이버 포스트, 지르코니아 포스트 모두 레진 시멘트로 접착하였으며 시편 제작시 산부식 처리 및 상아질 접착제외 결합을 위한 다른 처리는 하지 않았다.

미세누출에는 여러 가지 요인이 영향을 미치며 이번 실험에서 측정된 색소침투가 절대적인 평가방법은 아니겠으나 각 방법에 따른 누출정도의 차이로 상대적인 비교는 할 수 있을 것이라 생각된다. Hoag 등⁴⁰은 세 가지 포스트 코어 테크닉 비교 연구에서 포스트 코어 제작법이 주조금관 장착만큼은 중요성이 없다고 언급하였지만, 본 연구에서는 치아에 최종 수복물을 장착하지 않은 상태에서 미세누출을 측정하여 이는 최종 수복물로 인한 변수를 제거하며 포스트 코어 자체의 미세누출을 비교

하는데 그 의미를 부여할 수 있다.

지르코니아는 단일관 뿐만 아니라 최근 CAD/CAM을 이용한 계속가공의치 및 임플란트의 지대주 재료로도 사용되고 있으며 많은 관심을 받고 있으나,^{41,42} 아직 CAD/CAM을 이용한 밀링 지르코니아 포스트 코어는 일반적으로 상용화되지는 않고 있다. 이번 실험 결과 미세누출의 정도가 지르코니아 포스트와 열가압형 세라믹 코어군, 화이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어군, CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어군 순으로 증가하는 경향을 보였으나, 통계적으로 각 군 사이에 유의한 차이가 나타나지는 않았다. 절삭형 지르코니아의 수축률이 12%가 넘고 포스트 코어의 경우 정확한 모양을 맞추기가 어려워 전체적으로 균일한 수축률을 적용하기 어려우며, 최종적합은 기공사에 의한 수작업에 의하므로 간극이 남을 수 있다. 본 실험에서는 1 mm의 공구로 절삭하였는데, 보다 더 작은 공구를 사용하고 수축률을 치근과의 계면에서만 정확하게 적용한다면 내부의 간극이 있더라도 누출을 조금 더 줄일 수 있을 것이라 생각된다. 지르코니아의 수축률이 높고 CAD/CAM 작업 시에 큰 정밀도를 요한다는 점에서 지르코니아 포스트 코어의 한계가 어느 정도 예상되었지만, 앞서 말한 방법을 보완하고 좀 더 정밀한 작업을 할 수 있다면 one-piece 포스트 코어의 개념으로 생체 적합성과 마모에 저항성이 충분히 있는 지르코니아를 이용한 포스트 코어가 좀 더 좋은 결과를 얻을 수 있으리라 생각된다. 본 연구 논문의 결과는 포스트 코어만의 결과이므로 전부도재 단일관을 장착하였을 때에는 다른 결과를 보일 수 있으며,^{2,10} 향후 단일관을 제작하여 반복 하중(cyclic loading)을 가하는 등의 구강내 환경과 더 유사한 실험을 하여 파절 강도에 대한 연구를 고려해 볼 만하다.

결론

구강 외에서 진행된 제한적인 본 실험에서, 근관 치료된 치아의 치관부를 화이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어, 지르코니아 포스트와 열가압형 세라믹 코어, CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어로 수복하고 열순환 처리 후 코어와 치근 계면에서의 미세누출을 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 지르코니아 포스트와 열가압형 세라믹 코어군에서 가장 낮은 미세누출을 보였으며, 화이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어, CAD/CAM 절삭형 지르코니아 포스트 코어 순으로 증가하였고, 화이버 포스트와 콤포짓트 레진 코어, CAD/CAM 절삭형 지르코니아

포스트 코어는 유사한 양상의 미세누출을 보였다.

2. 각 군의 미세누출 지수는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다($P > .05$).

Acknowledgement

저자들은 본 실험에 많은 도움을 주신 서울대학교 치의학대학원 치과생체재료학 교실 임범순 교수님, 윤원상 치과기공소 소장님, 레니스 고종욱 사장님께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. J Prosthet Dent 2002;87:438-45.
2. Hudis SI, Goldstein GR. Restoration of endodontically treated teeth: a review of the literature. J Prosthet Dent 1986;55:33-8.
3. Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. J Prosthet Dent 1993;70:11-6.
4. Shillingburg HT, Kessler JC. Restoration of the endodontically treated tooth. Chicago; Quintessence; 1982. pp.131-45.
5. Kwon TH, Hwang JW, Kim SH, Shin SW. Finite element analysis of the influence of esthetic posts on incisors. J Korean Acad Prosthodont 2003;41:582-95.
6. King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a prototype CFRC prefabricated post developed for the restoration of pulpless teeth. J Oral Rehabil 1990;17:599-609.
7. Purton DG, Payne JA. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. Quintessence Int 1996;27:93-7.
8. Torbjorn A, Karlsson S, Syverud M, Hensten-Petersen A. Carbon fiber reinforced root canal posts. Mechanical and cytotoxic properties. Eur J Oral Sci 1996;104:605-11.
9. Cales B, Stefani Y, Lilley E. Long-term in vivo and in vitro aging of a zirconia ceramic used in orthopaedy. J Biomed Mater Res 1994;28:619-24.
10. Zhang YX, Zhang WH, Lu ZY, Wang KL. Fracture strength of custom-fabricated Celay all-ceramic post and core restored endodontically treated teeth. Chin Med J 2006;119:1815-20.
11. Dilmener FT, Sipahi C, Dalkiz M. Resistance of three new esthetic post-and-core systems to compressive loading. J Prosthet Dent 2006;95:130-6.
12. Friedel W, Kem M. Fracture strength of teeth restored with all-ceramic posts and cores. Quintessence Int 2006;37:289-95.
13. 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.
14. Streacker AB, Geissberger M. The milled ceramic post and core: A functional and esthetic alternative. *J Prosthet Dent* 2007;98:486-7.
15. Reid LC, Kazemi RB, Meiers JC. Effect of fatigue testing on core integrity and post microleakage of teeth restored with different post systems. *J Endod* 2003;29:125-31.
16. Raygot CG, Chai J, Jameson DL. Fracture resistance and primary failure mode of endodontically treated teeth restored with a carbon fiber-reinforced resin post system in vitro. *Int J Prosthodont* 2001;14:141-5.
17. Akkayan B. An in vitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia dowel systems. *J Prosthet Dent* 2004;92:155-62.
18. 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.
19. Toksavul S, Türkün M, Toman M. Esthetic enhancement of ceramic crowns with zirconia dowels and cores: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2004;92:116-9.
20. Salameh Z, Sorrentino R, Ounsi HF, Goracci C, Tashkandi E, Tay FR, Ferrari M. Effect of different all-ceramic crown system on fracture resistance and failure pattern of endodontically treated maxillary premolars restored with and without glass fiber posts. *J Endod* 2007;33:848-51.
21. D' Arcangelo C, De Angelis F, Vadini M, Zazzeroni S, Ciampoli C, D' Amario M. In vitro fracture resistance and deflection of pulpless teeth restored with fiber posts and prepared for veneers. *J Endod* 2008;34:838-41.
22. Johnson JK, Sakumura JS. Dowel form and tensile force. *J Prosthet Dent* 1978;40:645-9.
23. Zahran M, El-Mowafy O, Tam L, Watson PA, Finer Y. Fracture strength and fatigue resistance of all-ceramic molar crowns manufactured with CAD/CAM technology. *J Prosthodont* 2008;17:370-7.
24. Persson AS, Andersson M, Odén A, Sandborgh-Englund G. Computer aided analysis of digitized dental stone replicas by dental CAD/CAM technology. *Dent Mater* 2008;24:1123-30.
25. Bergman B, Lundquist P, Sjogren U, Sundquist G. Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores. *J Prosthet Dent* 1989;61:10-5.
26. Creugers NH, Mentink AG, Káyser AF. An analysis of durability data on post and core restorations. *J Dent* 1993;21:281-4.
27. Isidor F, Odman P, Brøndum K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. *Int J Prosthodont* 1996;9:131-6.
28. 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.
29. Chan RW, Bryant RW. Post-core foundations for endodontically treated posterior teeth. *J Prosthet Dent* 1982;48:401-6.
30. Oliva RA, Lowe JA. Dimensional stability of composite used as a core material. *J Prosthet Dent* 1986;56:554-61.
31. LLarsonTD, Jensen JR. Microleakage of composite resin and amalgam core material under complete cast crowns. *J Prosthet Dent* 1980;44:40-4.
32. Kovarik RE, Breeding LC, Caughman WF. Fatigue life of three core materials under simulated chewing conditions. *J Prosthet Dent* 1992;68:584-90.
33. Yun MJ, Lee SH, Yang JH. Effect of type and cementation method of post-core on microleakage. *J Korean Acad Prosthodont* 1994;32:225-33.
34. Mixson JM, Eick JD, Moore DL, Tira DE. Effect of two dentin bonding agents on microleakage in two different cavity designs. *J Prosthet Dent* 1992;67:441-5.
35. Crim GA. Influence of bonding agents and composites on microleakage. *J Prosthet Dent* 1989;61:571-4.
36. Crim GA, Garcia-Godoy F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. *J Prosthet Dent* 1987;57:574-6.
37. Sparrius O, Grossman ES. Marginal leakage of composite resin restorations in combination with dentinal and enamel bonding agents. *J Prosthet Dent* 1989;61:678-84.
38. Paek SH, Chang IT, Lee SH, Yang JH, Heo SJ. A study of core type and luting cements on complete cast crown retention. *J Korean Acad Prosthodont* 2000;38:169-77.
39. Gregory WA, Griffiths L, Irwin G. Effects of intra-core mechanical interlocks and cement type on full crown retention. *Am J Dent* 1991;4:29-32.
40. Hoag EP, Dwyer TG. A comparative evaluation of three post and core techniques. *J Prosthet Dent* 1982;47:177-81.
41. Butz F, Lennon AM, Heydecke G, Strub JR. Survival rate and fracture strength of endodontically treated maxillary incisors with moderate defects restored with different post-and-core systems: an in vitro study. *Int J Prosthodont* 2001;14:58-64.
42. Heydecke G, Butz F, Strub JR. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *J Dent* 2001;29:427-33.

Microleakage of endodontically treated teeth restored with three different esthetic post and cores

Ji-Geun Park¹, DDS, Ji-Man Park², DDS, MSD, Eun-Jin Park^{3*}, DDS, PhD, MMSc

¹Graduate Student, Department of Dental Prosthodontics, School of Medicine, Ewha Womans University

²Graduate Student, ³Assistant Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University

Statement of problem: At present, as the esthetic demands are on the increase, there are many ongoing studies for tooth-colored post and cores. Most of them are about fiber post and prefabricated zirconia post, but few about one-piece milled zirconia post and core using CAD/CAM (computer-aided design / computer-aided manufacturing) technique.

Purpose: The objective of this study was to compare microleakage of endodontically treated teeth restored with three different tooth-colored post and cores. **Material and methods:** Extracted 27 human maxillary incisors were cut at the cemento-enamel junction, and the teeth were endodontically treated. Teeth were divided into 3 groups (n = 9); restored with fiber post and resin core, prefabricated zirconia post and heat-pressed ceramic core, and CAD/CAM milled zirconia post and core. After the preparation of post space, each post was cemented with dual-polymerized resin cement (Variolink II). Teeth were thermocycled for 1000 cycles between 5 - 55°C and dyed in 2% methylene blue at 37°C for 24 hours. Teeth were sectioned (bucco - lingual), kept the record of microleakage and then image-analyzed using a microscope and computer program. The data were analyzed by one-way ANOVA and Scheffé's multiple range test ($\alpha = 0.05$). **Results:** All groups showed microleakage and there were no significant differences among the groups ($P > .05$). Prefabricated zirconia post and heat-pressed ceramic core showed more leakage in dye penetration at the post - tooth margin, but there was little microleakage at the end of the post. Fiber post and resin core group and CAD/CAM milled zirconia post and core group indicated similar microleakage score in each stage. **Conclusion:** Prefabricated zirconia post and heat-pressed ceramic core group demonstrated better resistance to leakage, and fiber post and resin core group and CAD/CAM milled zirconia post and core group showed the similar patterns. The ANOVA test didn't indicate significant differences in microleakage among test groups. ($P > .05$) (*J Korean Acad Prosthodont* 2009;47:53-60)

Key words: Fiber post, Zirconia post, CAD/CAM milled zirconia post and core, Thermocycling, Microleakage

Corresponding Author: Eun-Jin Park

Department of Dental Prosthodontics, School of Medicine, Ewha Womans University, 911-1 Mok-6-dong Yangcheon-gu, Seoul, 158-710, Korea

+82 2 2650 5042; e-mail, prosth@ewha.ac.kr

Article history

Revised September 29, 2008 / Last Revision December 15, 2008 / Accepted December 30, 2008.