

# Poly-ether-ketone-ketone (PEKK) 포스트로 수복한 근관 치료 치아의 정적 파절 저항성 및 파절 형태에 관한 평가

박하은 · 이철원 · 이원섭 · 양성은 · 이수영\*

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 치과보철과

## Evaluation of static fracture resistances and patterns of pulpless tooth restored with poly-ether-ketone-ketone (PEKK) post

Ha Eun Park, Cheol Won Lee, Won Sup Lee, Sung Eun Yang, Su Young Lee\*

Department of Prosthodontics, Seoul St. Mary's Dental Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Republic of Korea

**Purpose:** The purpose of present study was to investigate fracture strength and mode of failure of endodontically treated teeth restored with metal cast post-core system, pre-fabricated fiber post system, and newly introduced polyetherketoneketone (PEKK) post-core system. **Materials and methods:** A total of 21 mandibular premolar were randomly grouped into 3 groups of 7 each according to the post material. Group A was for metal cast post core; Group B for prefabricated glass fiber post and resin core; and Group C for milled PEKK post cores. All specimens were restored with metal crown. The fracture strength of each specimen was measured by applying a static load of 135-degree to the tooth at 2 mm/min crosshead speed using a universal testing machine. After the fracture strength measurement, the mode of failure was observed. The results were analyzed using Kruskal-Wallis test and post hoc Mann-Whitney U test at confidence interval  $\alpha = .05$ . **Results:** Fracture resistance of PEKK post core was lower than those of cast metal post and fiber reinforced post with composite resin core. In the aspect of fracture mode most of the root fracture occurred in the metal post core, whereas the post detachment occurred mainly in the fiber reinforced post. In the case of PEKK post core, teeth and post were fractured together. **Conclusion:** It is necessary to select appropriate materials of post for extensively damaged teeth restoration and clinical application of the PEKK post seems to require more research on improvement of strength. (*J Korean Acad Prosthodont* 2019;57:127-33)

**Keywords:** Polyetherketoneketone (PEKK); Post; Fracture resistance; Fracture mode

### 서론

치관부 치질이 부족한 치아를 수복하는 것은 임상 의에게 항상 어려움을 남겨주는 문제이다. 현재까지 포스트와 코어를 이용해 부족한 치관부를 유지한 후 크라운을 수복하는 방식이 널리 받아들여지고 있으며, Stockton<sup>1</sup>에 따르면 이와 같이 수복하는 방식이 장기적으로 양호한 임상결과를 보여주고 있다.

현재 다양한 포스트 코어 시스템이 소개되고 있으며, 최근에는 치아색과 유사한 재료를 사용하여 심미적인 부위에 활용하고

있다.<sup>2</sup> 또한 접착 시스템과 레진 시멘트의 발달에 따라 포스트를 이용한 수복물의 장기간의 생존율에 있어서 성공적인 결과들이 발표되고 있다.<sup>3,4</sup>

포스트에 관한 이전의 연구들은<sup>5-7</sup> 파절강도에 있어서는 실험 방법에 따라 다양한 결과들이 발표되었으나 파절양상에 있어서는 금속 포스트 코어는 치아에 비해 높은 탄성계수를 가지고 있어서 치아의 수직파절이 종종 발생하며, 기성 섬유강화형 포스트는 탄성계수가 금속보다 낮아서 재수복이 가능한 형태의 탈락이 발생한다는 것이 공통적으로 보고된다. 하지만 기성 섬유강화형

\*Corresponding Author: Su Young Lee

Department of Prosthodontics, Seoul St. Mary's Dental Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Banpo-daero 222, Seocho-gu, Seoul 06591, Republic of Korea  
+82 (0)2 2258 1795; e-mail, lsuyoung@daum.net

Article history: Received February 12, 2019 / Last Revision April 1, 2019 / Accepted April 5, 2019

©2019 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/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

포스트는 기성품의 형식으로 제작되기 때문에 근관 모양에 따라 제약이 있을 수 있으며, 상아질보다 탄성계수가 여전히 높아 접착된 포스트 코어 시스템이 탈락하는 경우가 종종 발생하게 된다.<sup>8</sup>

최근 Poly-ether-ketone-ketones (PEKKs)라는 새로운 물질이 소개되었는데, 파절 저항성과 응력분배 등의 면에서 기존의 재료에 비해 유리하며 상아질과 유사한 압축강도(PEKK: 246 Mpa, Dentin: 297 Mpa) 및 상아질보다 낮은 탄성계수(PEKK: 5.1 GPa, Dentin: 18.6 GPa)를 보이는 것으로 보아 기존의 치과용 재료를 대체할 수 있을 것으로 보고되고 있다.<sup>9,10</sup> 또한 표면처리를 통해 복합레진과의 접착도 가능하며, 밀링(milling)이나 프레스싱(pressing) 등을 통해 다양한 제작방식이 가능하기 때문에 인상채득 과정을 거쳐서 치아 근관의 형태와 상부의 적합성을 높인다면 접착 과정이 더욱 단순화 될 수 있으며 치근 파절이 많이 나타나는 주조 금속 포스트의 단점 또한 보완할 수 있을 것으로 사료된다. 하지만 현재까지 PEKK을 포스트 및 코어 재료로써 기존 재료의 대체가능성 여부에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 치관부 소실이 광범위한 치아에서 다양한 물성의 포스트 시스템과 금속 크라운으로 수복한 후 비스듬한 정적 하중을 가한 상태에서 파절강도를 조사하고, 육안 및 현미경, 방사선 사진에서 파절의 위치 및 특성에 대해 조사하는 것이다. 귀무가설은 각 포스트와 코어 시스템 간에 파절강도의 차이가 없으며, 파절의 위치 및 특성에도 차이가 없다는 것이다.

## 재료 및 방법

이 연구는 가톨릭중앙의료원 임상연구심사위원회에서 승인을 받고 진행되었다 (KC18TNSI0221).

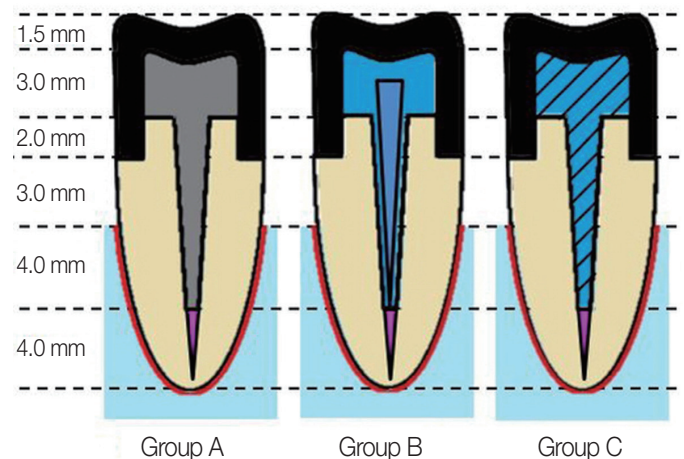
서울성모병원에 내원한 환자들로부터 6개월 이내로 발치된 21개의 단근관의 하악 소구치 치아를 얻은 후 사용되기 전까지 4°C 생리 식염수에 보관하였다. 모든 치아에 대해서 협설측, 근원심측 방사선사진을 촬영하여 치아의 형태적 변이가 있거나 근관협착이 있는 치아는 표본에서 제외하였다. 표본의 크기를 표준화 하기 위해 백악-법랑 경계 상방의 치관 부위를 주수 하에 다이아몬드 버(NTI-Kahla, Thuringen, Germany)를 이용하여 삭제하고 디지털 캘리퍼스(digital caliper)를 사용해 치근단에서 절단부위까지 13 mm로 통일시킨 후 임의로 3개의 그룹으로 나누었다(n = 7). 각 그룹의 치아를 협설측, 근원심측 길이를 측정하고, 통계학적으로 차이가 없음을 확인하였다(Kruskal-Wallis test:  $P > .05$ ). 이후 치아에 붙은 여러 부산물들을 제거하기 위하여 실험 전 일주일 동안 2.5% 차아염소산나트륨 용액에 담가두었다.

근관치료를 진행하는데 있어서 먼저 준비된 치아를 #4번 라운드 버로 근관 와동을 형성하고 작업장 길이는 #10 K file (Dentsply, Tulsa, OK, USA)을 이용해 근첨에서 1 mm 짧게 설정하였다. 근관치료용 전기모터(X smart, Dentsply, Tulsa, OK, USA)와 Niti file (Protaper universal and Profile, Dentsply, Tul-

sa, OK, USA)을 이용해 제조사의 지시에 따라 profile universal S1, S2, F1, F2의 순서로 근관 확대 후, #30/0.6, #35/0.6 profile Niti file을 이용하여 최종 근관형성을 마무리하였다. 근관충전은 제조사의 지시에 따라 혼합한 실러(AH Plus, Dentsply, York, PA, USA)에 #35 크기의 .06 taper 거타파차콘(DiaDent, Seoul, Korea)을 코팅한 후 continuous wave 방법으로 작업장에 맞춰 근관 충전을 시행했다. 이후 치근단 부위에서 4 mm 길이의 거타파차콘을 남긴 후, 9 mm의 포스트 공간을 형성했다. 이후 준비된 표본의 치근 표면에 치주인대를 흉내 내어 폴리비닐실록산 인상재(Imprint II Garant light body, 3M, St. Paul, MN, USA)를 균일한 두께로 적용한 뒤 자가중합 아크릴릭 레진(Jet Ortho Acrylic Resin Powder/Monomer, Lang Dental, Wheeling, IL, USA)에 매립하여 마운팅하고 레진 블록 상방으로 3 mm의 치관 부위가 노출되도록 하였다 (Fig. 1).

이후 표본들은 주조 금속 포스트 코어, 기성 섬유강화형 포스트 또는 PEKK 밀링 포스트 코어 시스템을 사용해 수복하였고, 본 연구에서 사용된 포스트와 접착에 사용한 재료는 Table 1에 나타나있다. 각 군의 분류 및 접착에 대한 상세과정은 다음과 같다.

그룹 A인 주조 금속 포스트 및 코어 그룹(Group A: metal cast post and core group)의 경우 포스트 공간은 포스트 드릴(D.T. Light Post #2, Bisco, Schaumburg, IL, USA)로 준비한 후, 포스트 패턴과 코어 패턴은 플라스틱 패턴(ParaPost XP-Lab, Coltene/Whaledent, Altstätten, Switzerland)과 화학중합형 아크릴릭 레진(Pattern Resin LS, GC America, Alsip, IL, USA)으로 만들었다. 상부 코어 규격은 잔존치질 상부 3 mm 높이로 제작했다. 패턴은 매몰하여 원심 주조기를 이용해 니켈-크롬 합금으로 주조 후 제작된 포스트 코어는 샌드 블라스팅하고 물 세척, 공



**Fig. 1.** Schematic dimensions of post, core and crown for each group. Group A, metal cast post and core; Group B, prefabricated glass fiber post core; Group C, PEKK milled post and core.

**Table 1.** Materials used for present study

Product	Characteristic	Composition	Manufacturer
DT Light post	Tapered, size 1, 1.5 mm diameter	Quartz fiber, epoxy resin	Bisco Inc.
Pekkton	PEKK post	PolyEtherKetoneKetones, Titanium dioxide pigments	Cendres+Metaux
Parapost XP-lab	Parallel sided post impression material	Plastic burn-out patterns	Coltene/Whaledent
Light- core	Core composite resin	UDMA, Bis-GMA, TEGDMA, glass fiber	Bisco Inc.
Rely-X U 200	Self adhesive resin cement	Base: Methacrylate monomers containing phosphoric acid groups, methacrylate monomers, silanated fillers, initiator components, stabilizers, rheological additives Catalyst Paste: Methacrylate monomers, alkaline (basic) fillers, silanated fillers, initiator components, stabilizers, pigments, rheological additives.	3M ESPE
Alloy primer	Metal primer	6-(4-Vinylbenzyl-N-propyl)amino-1,3,5-triazine-2,4 dithione, 10-MDP	Kuraray Dental Inc.
Monobond-S	Silane coupling agent	Silane methacrylate	Ivoclar Vivadent
Visio.link	Composite primer	Methyl methacrylate, 2-propenoic acid reaction products with pentaerythritol	Bredent
Sandblasting		Aluminum oxide particle	3M ESPE

기 건조를 진행하였다. 제조자 가이드라인에 따라 금속 프라이머(Alloy Primer, Kuraray Noritake, Tokyo, Japan)를 도포했다. 이후 자가 중합 레진 시멘트(RelyX U200, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)를 포스트 공간과 주조 금속 포스트 코어에 도포하고, 포스트공간에는 나선형 기구(lentulo spiral, Produits Dentaires SA, Vevey, Switzerland)를 이용해 잘 퍼지도록 했다. 이후 주조 금속 포스트 코어를 포스트 강에 위치시킨 후 여분의 시멘트는 마이크로브러쉬로 제거했다. 이후 1분간 LED 광조사기를 이용해 중합한 후 5분간 손으로 압력을 주었다.

그룹 B인 기성 섬유강화형 포스트 및 레진 코어 그룹(Group B: prefabricated glass fiber post group)의 경우 기성 섬유강화형 포스트(D.T. Light Post #3, Bisco, Schaumburg, IL, USA)는 실란(Monobond Plus, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)을 적용한 후 10초간 공기분사를 시행하고, 포스트 접착 과정은 Group A와 같은 방법에 따라 진행했다. 코어 수복은 복합 레진 코어(Light-Core, Bisco, Schaumburg, IL, USA)를 2 mm ferrule을 포함하여 치관부 높이가 5 mm가 되도록 각 포스트의 중앙에서부터 협측, 구개측, 근심측과 원심측으로 적층 충전 후 20초씩 광중합 하였다.

그룹 C인 밀링 PEKK 포스트 코어 그룹(Group C: PEKK milled post and core group)의 경우 폴리비닐실록산 인상재(Imprint II Garant, 3M, St. Paul, MN, USA)로 인상 채득한 후 Computer Aided Design-Computer Aided Manufacturer (CAD-CAM)를 이용해 탁상용 스캐너 (DOF Freedom HD Scanner, DOF USA, Anaheim, CA, USA)로 포스트 형태에 대한 데이터를 얻고, 석고 모형을 제작하였다. 프로그램 상(Exocad Dental CAD, Exocad, Darmstadt, Germany)에서 포스트 디자인 형성 후 Pekkton 블록(Pekkton ivory, Cendres + Métaux SA, Biel/Bi-

enne, Switzerland)을 밀링(IDC MIKRO 5X, Evolve Dentistry, New York, NY, USA)하고 모형상에서 적합도를 확인하였다. 제조사의 지시에 따라 프라이머(Visio.link, Bredent, Senden, Germany)를 적용 후 10초간 공기 분사하였고, 포스트 접착 과정은 Group A와 같은 방법에 따라 진행했다. 모든 코어는 잔존 치질 상부로 3 mm 높이를 갖도록 준비했다. 치아 경계 부위는 다이아몬드 버(TR-26, Dia-Burs, Mani, Tochigi, Japan)를 이용하여 너비 1.0 mm의 원주형 솔더 마무리 선으로 형성하였다. 포스트가 접착된 모든 치아 시편에 전부 도재관 제작을 위해 부가 중합형 실리콘(Honigum, DMG, Hamburg, Germany)으로 최종 인상을 채득한 후 금속관을 제작하였다. 모든 금속관은 레진 강화형 글라스 아이오노머 시멘트(Rely X luting plus cement, 3M, St. Paul, MN, USA)로 접착하고 과잉 시멘트는 마이크로브러쉬로 제거하였다. 이후 모든 시편은 37°C, 100% 습도 하에서 보관한 후 48시간 후 실험을 진행하였다.

모든 시편은 만능 시험기(Lloyd LRX, Lloyd Instruments, Fareham, UK)을 사용하여 2 mm/min의 속도로 135도의 비스듬한 압축 하중을 가했으며 (Fig. 2) 초기 파절이 발생할 때까지 지속하였다. 압축 하중은 교두와 중심와의 중앙에 가할 수 있도록 위치를 조정했다. 이후 만능 시험기와 연동된 프로그램(Nexygen MT, Ioyd Instrument, Fareham, UK)으로 시간-압축 하중 곡선을 기록했다.

정적 하중을 가한 후 모든 시편을 육안 및 입체 현미경(OPMI PROergo, Carl Zeiss, Oberkochen, Germany)과 방사선사진 하에서 파절 위치, 파절 형태에 대한 추가적인 분석을 시행했다. 파절 형태의 분류는 다음과 같다. Type 1: 크라운 파절; Type 2: 크라운-코어 경계면 파절(크라운 탈락); Type 3: 치근-포스트 파절; Type 4: 포스트-상아질 경계면 파절(포스트 탈락); Type 5: 치근파절



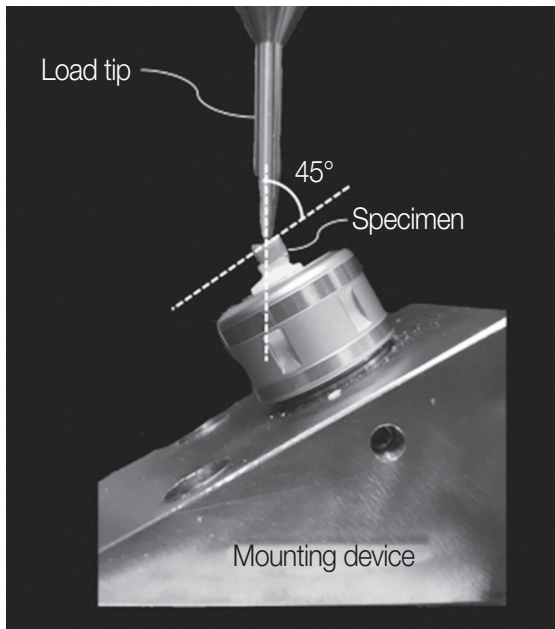


Fig. 2. Specimen configuration for load test on universal testing machine.

각 그룹별 시편들의 파절 강도는 통계분석 프로그램(IBM SPSS statistics 20, IBM, Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 각 실험 군별 파절 강도 값의 통계적 유의성은 비모수 검정인 Kruskal-wallis test를 통해 분석하였고, 사후검정은 Mann-whitney U test를 통해 시행하였다 ( $\alpha = .05$ ).

## 결과

Table 2에 135도의 비스듬한 경사로 정적 하중을 가한 뒤 각 군의 파절강도를 정리하였다. 각 그룹의 평균 파절 강도 값(표준 편차)은 A 그룹(주조 금속 포스트 및 코어 그룹) 79.9 (10.7) kgf, B 그룹(기성 섬유강화형 포스트 및 레진 코어 그룹)은 69.1 (8.2) kgf 그리고 그룹 C(PEKK 밀링 포스트 코어 그룹)는 55.8 (3.9)

Table 2. Mean and range values of fracture resistance (kgf)

Group	Mean	Maximum	Minimum	SD
A	79.9	97.7	69.8	10.7
B	69.1	75.5	54.5	8.2
C	55.8*	61.6	49.8	3.9

Kruskal-Wallis test and post hoc Mann-whitney U test result of all experimental groups ( $P < .05$ ).

\* statistically significant.

Table 3. Frequency rate of failure modes observed for each group

Group	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
A	0	0	0	2	5
B	0	0	1	4	2
C	0	0	5	1	1

Type 1, crown fracture; Type 2, crown debonding; Type 3, root and post fracture; Type 4, post debonding; Type 5, root fracture; Group A, metal cast post and core; Group B, prefabricated glass fiber post core; Group C, PEKK milled post and core.

kgf을 나타내었다. 통계분석 결과 A 그룹(주조 금속 포스트 및 코어 그룹)이 가장 높은 정도의 파절강도를 보였으나 B 그룹(기성 섬유강화형 포스트 및 레진 코어 그룹)과의 통계적인 차이는 없었고, C 그룹(PEKK 밀링 포스트 코어 그룹)은 A(주조 금속 포스트 및 코어 그룹), B 그룹(기성 섬유강화형 포스트 및 레진 코어 그룹)보다 통계적으로 유의미하게 낮은 평균 파절 강도를 보였다. Table 3에 각 군의 파절 양상을 정리하였는데 그룹 A에서는 2개의 포스트 탈락(Type 4), 5개의 치근 파절의 양상(Type 5)이 나타났고, 그룹 B에서는 1개의 치근-포스트 파절(Type 3), 4개의 포스트의 탈락(Type 4), 2개의 치근 파절(Type 5)이 발생하였다. 그룹 C(Type 3)의 경우 5개의 치근-포스트 파절(Type 3), 1개의 포스트 탈락(Type 4), 1개의 치근 파절(Type 5) 양상이 발생하였다 (Fig. 3).

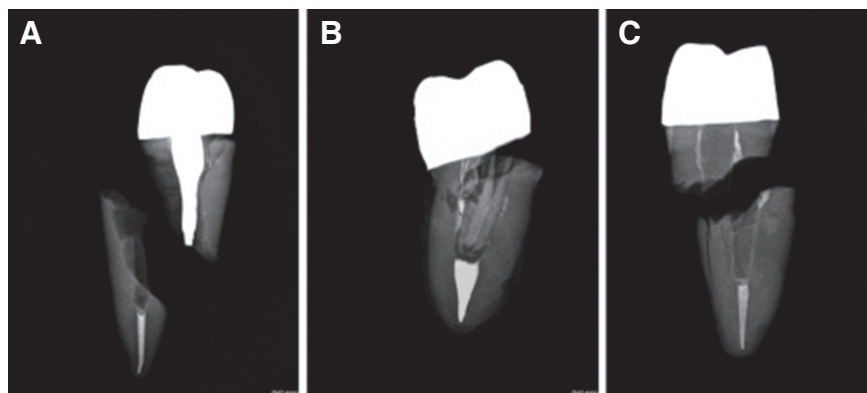


Fig. 3. Representative X-ray images of failure mode for each group. (A) Group A: root fracture, (B) Group B: post debonding, (C) Group C: root and post fracture.

## 고찰

본 연구에서는 세 종류의 포스트로 수복한 하악 소구치에서의 파절강도 및 파절 특성을 비교 평가하였다. 연구결과는 PEKK 밀링 포스트 코어가 가장 낮은 평균 파절 강도를 보여 첫 번째 귀무가설은 일부 성립되지 못하였다. 파절의 양상에 대해서 보면, 주조 금속 포스트로 수복한 경우 치근파절의 양상(Type 5), 기성 섬유강화형 포스트와 레진 코어로 수복한 것은 포스트의 탈락(Type 4), PEKK 포스트 코어로 수복한 경우에는 치근-포스트 파절(Type 3)의 파절이 주로 나타나 각 군마다 다른 양상의 파절 형태가 나타났다. 따라서 두 번째 귀무가설도 기각된다.

정적 하중에 있어서는 수직적으로 가하는 힘과 비스듬하게 가하는 힘이 존재하는데, Hayashi 등<sup>11</sup>의 연구에 따르면 수직적으로 힘을 가하는 것과 비스듬하게 힘을 가하는 것은 파절 저항성과 파절 양상에 있어서 다른 결과를 보이며 이는 탄성계수에 의해 좌우되고, 수직적으로 힘을 가하는 것이 비스듬하게 힘을 가하는 것에 비해 파절 저항성이 더 높다는 결과를 보고하였다. 구강 내에서의 저작방향은 치아 장축에 수직적으로 가해지기보다 대부분이 비스듬하게 가해지며 이 힘에 저항 할 수 있다면 수직적으로 가해지는 힘에는 충분히 저항할 것이라고 판단하여 135도의 힘을 적용하였다.

본 연구에서 각각의 시편에 치주인대와 유사한 탄성계수를 지니는 폴리비닐실록산 인상재(Imprint II Garant light body, 3M, St. Paul, MN, USA)로 인공적인 치주인대를 재현 하였다.<sup>12</sup> Kern 등<sup>13</sup>은 인공적인 치주인대의 재현이 파절 강도 값에 영향을 미치지 않는다고 보고된 바 있기도 하나, 본 연구에 들어가기 전 파일럿 실험을 진행 시 치주인대를 하지 않은 채로 레진 블록에 매몰을 한 경우 파절이 모두 치아의 cervical 부위에서만 진행되었고, 파절 저항성도 치주인대를 재현한 시편보다 2 - 3배 정도 더 높았다. 이는 치아를 감싸고 있는 레진 블록이 치아를 보강하는 작용을 하여 치근 파절이 되지 않도록 하고 그 결과 파절저항성도 높아지는 것으로 사료된다. 따라서 본 연구에서는 치주인대를 재현하기 위해 폴리비닐실록산 인상재를 사용하였다.

Hayashi 등<sup>5</sup>은 상악 소구치를 다양한 종류의 포스트 시스템과 금속 크라운으로 수복한 후 비스듬하게 힘을 가하여 파절 강도 실험을 진행하였는데 그 결과 주조 금속 포스트 코어와 기성 섬유강화형 포스트 간의 유의미한 통계적 차이는 보이지 않았다. 본 연구에서도 역시 비슷한 결과가 도출되었으나, 파절강도 값이 전체적으로 낮았는데 이는 상악 소구치가 아닌 하악 소구치를 실험 대상으로 설정했기 때문인 것으로 보인다. Schwartz와 Robbins<sup>14</sup>는 하악 소구치가 잔존치질이 적어 전치를 제외한 다른 치아에 비해 cervical 부위에서 파절되기가 쉬우며 근관치료 시 포스트 및 크라운 수복을 권유하기도 하였다.

본 연구의 파절양상에 대한 결과를 살펴보면 주조 금속 포스트 코어와 기성 섬유강화형 포스트의 결과는 이전의 연구들과<sup>3,6</sup> 유사한 결과가 도출되었다. 이에 반해 PEKK 포스트 코어에서는 포스트가 치아와 함께 파절되는 양상이 관찰되는데, 이는 PEKK

재료의 강도가 약하며 탄성계수가 치아보다 낮아 치아 파절시 함께 파절되는 것으로 사료된다.

Lee 등<sup>15</sup>은 PEKK 포스트의 3차원적 유한요소 분석을 시행했는데 PEKK 포스트 코어 수복을 진행한 군에서는 기성 금속 또는 기성 섬유강화형 재료를 이용해 포스트 코어 수복을 진행한 군에 비해 치아의 cervical 부위와 포스트의 근접부위에서 응력이 덜 집중되어 치근의 파절 문제에 있어서 더 나은 결과를 보이며, 이 응력이 포스트나 크라운 접착부위로 더 잘 전달되어 수복물의 탈락 가능성이 더 높아질 수 있다고 보고하였다. 그러나 본 연구의 결과를 보면 PEKK으로 수복한 군에서는 대부분의 파절 양상이 치아와 함께 포스트가 파절되는 양상이 발생하였으며 이를 통해 제조사에서 제공한 PEKK 강도에 대한 재평가와 강도 보강이 필요할 것으로 사료된다.

본 실험에서 PEKK 포스트를 밀링하는 방식으로 제작하였는데, 전통적인 가공과정인 pressing으로도 제작할 수 있으며, 이에 따른 물성 차이에 대한 비교실험이 필요할 것으로 보인다. 또한 치아의 파절과 관련된 최근의 연구들을 보면, 단발성의 파절력을 이용하는 것보다는 피로 파절을 일으키는 주기적 하중(cyclic loading)이 연구에 자주 사용되고 있으나,<sup>5</sup> 본 연구에서는 진행하지 않은 한계점이 있다.

또한 실험 전에 모든 치아에 대한 구조적 결함을 검사하였지만 미세한 잔금 등이 존재할 가능성을 완전히 배제할 수 없다. 더불어 본 연구는 실험실 내 연구로 구강 내 조건을 완전히 충족할 수 없는 한계가 있으며, 향후 추가적인 임상연구가 시행되어야 할 것이다.

## 결론

세 종류의 포스트로 수복한 하악 소구치에서의 파절강도 및 파절 특성에 대한 비교 평가 실험을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다. PEKK 포스트 파절 강도는 주조 금속 포스트 코어와 기성 섬유강화형 포스트에 비해 낮은 값을 보였다. 주조 금속 포스트 코어에서는 치근파절의 양상이 대부분 나타난 반면 기성 섬유강화형 포스트는 포스트의 탈락이 주로 발생하였다. PEKK 포스트 코어의 경우 치아와 포스트가 함께 파절되는 양상이 주로 나타났다. 따라서 본 연구의 한계 내에서 PEKK 포스트의 임상적 적용은 강도 향상에 대한 추가적인 연구가 뒷받침 되어야 할 것으로 보인다.

## ORCID

Ha Eun Park <https://orcid.org/0000-0001-8409-7193>

Cheol Won Lee <https://orcid.org/0000-0002-1361-455X>

Won Sup Lee <https://orcid.org/0000-0003-4678-1001>

Sung Eun Yang <https://orcid.org/0000-0001-9303-811X>

Su Young Lee <https://orcid.org/0000-0003-4024-6139>

## References

1. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. *J Prosthet Dent* 1999;81:380-5.
2. Qualtrough AJ, Mannocci F. Tooth-colored post systems: a review. *Oper Dent* 2003;28:86-91.
3. 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.
4. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2000;13:9B-13B.
5. Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. *Dent Mater* 2006;22:477-85.
6. Hu YH, Pang LC, Hsu CC, Lau YH. Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with four post-and-core systems. *Quintessence Int* 2003;34:349-53.
7. Komada W, Miura H, Okada D, Yoshida K. Study on the fracture strength of root reconstructed with post and core: alveolar bone resorbed case. *Dent Mater J* 2006;25:177-82.
8. Okada D, Miura H, Suzuki C, Komada W, Shin C, Yamamoto M, Masuoka D. Stress distribution in roots restored with different types of post systems with composite resin. *Dent Mater J* 2008;27:605-11.
9. Fuhrmann G, Steiner M, Freitag-Wolf S, Kern M. Resin bonding to three types of polyaryletherketones (PAEKs)-durability and influence of surface conditioning. *Dent Mater* 2014;30:357-63.
10. Stawarczyk B, Jordan P, Schmidlin PR, Roos M, Eichberger M, Gernet W, Keul C. PEEK surface treatment effects on tensile bond strength to veneering resins. *J Prosthet Dent* 2014;112:1278-88.
11. Hayashi M, Sugeta A, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Static and fatigue fracture resistances of pulpless teeth restored with post-cores. *Dent Mater* 2008;24:1178-86.
12. Ko CC, Chu CS, Chung KH, Lee MC. Effects of posts on dentin stress distribution in pulpless teeth. *J Prosthet Dent* 1992;68:421-7.
13. Kern M, Douglas WH, Fechtig T, Strub JR, DeLong R. Fracture strength of all-porcelain, resin-bonded bridges after testing in an artificial oral environment. *J Dent* 1993;21:117-21.
14. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004;30:289-301.
15. Lee KS, Shin JH, Kim JE, Kim JH, Lee WC, Shin SW, Lee JY. Biomechanical evaluation of a tooth restored with high performance polymer PEKK post-core system: A 3D finite element analysis. *Biomed Res Int* 2017;2017:1373127.

# Poly-ether-ketone-ketone (PEKK) 포스트로 수복한 근관 치료 치아의 정적 파절 저항성 및 파절 형태에 관한 평가

박하은 · 이철원 · 이원섭 · 양성은 · 이수영\*

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 치과보철과

**목적:** 본 연구의 목적은 주조 금속 포스트, 기성 섬유강화형 포스트 그리고 치과영역에서 새롭게 주목 받고 있는 재료인 polyetherketoneketone (PEKK)으로 제작한 포스트로 수복된 근관 치료 치아의 파절 강도 및 파절 양상에 대해 조사하는 것이다.

**재료 및 방법:** 총 21개의 하악 소구치를 포스트 재료에 따라 각각 7개씩 3개의 군으로 무작위로 분류하였다. 그룹 A는 주조 금속 포스트 코어; 그룹 B는 기성 섬유강화형 포스트 및 레진 코어; 그룹 C는 밀링된 PEKK 포스트 코어로 수복하였다. 모든 시편은 금속관으로 수복하였다. 각각의 시편들을 제작 후 만능 시험기를 사용하여 2 mm/min 속도로 치아 장축에 대해 135도의 정적 하중을 가하여 파절 강도를 측정하고, 파절 양상에 대해 조사하였다. 결과 분석은 유의수준  $\alpha = .05$ 에서 Kruskal-Wallis test 후 사후검정으로 Mann-Whitney U test를 시행하였다.

**결과:** PEKK 포스트 파절 강도는 주조 금속 포스트와 기성 섬유강화형 포스트에 비해 낮은 값을 보였다. 파절양상에 있어서는 육안과 현미경, 방사선 사진을 통해 살펴본 결과 금속 포스트 코어에서는 치근파절의 양상이 대부분 나타난 반면 기성 섬유 강화형포스트는 포스트의 탈락이 주로 발생하였다. PEKK 포스트 코어의 경우 치아와 포스트가 함께 파절되는 양상이 주로 나타났다.

**결론:** 치관부 치질이 심하게 손상된 치아 수복 시 적절한 재료의 선택이 필요하며, PEKK 포스트의 임상적 적용을 위해서는 강도 향상에 대한 연구가 더 필요할 것으로 보인다. (대한치과보철학회지 2019;57:127-33)

**주요단어:** Polyetherketoneketone (PEKK); 포스트; 파절 저항성; 파절 특성

\*교신저자: 이수영

06591 서울 서초구 반포대로 222 가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 치과보철과  
02 2258 1795; e-mail, lsuyoung@daum.net

원고접수일: 2019년 2월 12일 / 원고최종수정일: 2019년 4월 1일 / 원고채택일: 2019년 4월 5일

© 2019 대한치과보철학회

이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 4.0 대한민국 라이선스에 따라  
이용하실 수 있습니다.