

전치부 근관충전후 수복형태에 따른 파절형태 및 파단하중에 관한 연구

연세대학교 치과대학 보존학교실

朴 英 淑 · 崔 盛 根

I. 서 론

생활치아에서 치수가 상실되면 영양분 및 수분공급의 단절로 인하여 치아가 부서지기 쉬우며 근관치료를 위한 치수강 개방확대 및 근관치료 중의 기구조작으로 인한 근관벽상아질층의 감소 등으로 내부구조가 약해지며 또한 근관치료를 받은 치아는 대부분의 경우 기존의 치아 우식증, 수복물 등으로 외부구조가 불건전한 상태로 파절이 되기 쉬우므로 근관치료받은 치아를 보강하기 위한 많은 방법이 비교관찰되어 왔다.

Lovdahl과 Nicholls¹²⁾는 치아손상이 없는 전전한 전치에서 근관충전만한 치아, 이에 핀으로 보강시킨 아말감-core, 그리고 금으로 주조한 post-core의 3군을 비교하여 보고하였으며 Moll 등¹⁴⁾이 금으로 주조한 post-core와 핀으로 보강한 레진-core를 비교한 결과, 핀을 보강한 레진-core가 금으로 주조한 post-core보다 4배정도 높은 파단하중을 보였으며, 가해진 외력하에서 주조한 post가 휘어진 상태로 치아에서 탈락되었으나 치아의 파절은 보이지 않았다고 보고했다.

Kantor 등¹¹⁾은 단근치에서 근관충전만한 치아, 금으로 주조한 post-core, stainless-steel post, stainless-steel post와 복합레진 core의 4군을 비교한 결과, 단순히 stainless-steel post로 보강시킨 군이 가장 높은 치아의 강도를 보였다고 보고했다.

Guzy와 Nicholls⁹⁾는 손상이 전혀 없었던 전치를 근관충전후에 post 보강하여 silicate cement로 충전한 경우와 post 보강없이 충전한 경우의 파단하중을 측정 비교한 결과, 서로 유의할 만한 차이가 없었다고 보고했다.

Sapone과 Lorencki¹⁵⁾는 치질손상이 없는 근관충전한 전치의 보존적 수복에서, 치아변색이 없는 경우는 post 등에 의한 치아보강이 필요없고 다만 치근관에서 치조골 깊이로 세멘트 이장후 치수강 외동부위만 충전하는 것으로 충분하며, 변색된 치아와 이미 수복물이 존재하는 치아는 치아보강 처치 후 수복되어야 한다는 견해와 모든 근관충전한 치아는 항상 치아보강적 처치가 필요하다고 주장하는 견해가 있다고 보고했다.

이와같이 치질손상이 없는 전치부의 근관치료 후 수복방법이 학자들 간에 주장하는 바가 다르므로 저자는 치아손상이 없는 발거된 전치에서 근관치료 후 보존영역에서 일반적으로 쓰이는 여러가지 다른 술식으로 치아수복후 그 파절양상 및 파단하중을 측정하여 얻은 결과를 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

생리적 식염수와 5% NaOCl에 저장한 발거된 치질손상이 없는 상악중절치, 측절치 및 견치 128개를 대상으로 하였다. 기구조작과 근관충전과정에서 생길 수 있는 치아의 전조를 방지하기 위하여 생리적 식염수에 적신 면포(gauze)에 싼 다음, 치수강 개방확대후 근관길이에 맞게 단계적으로 사용한 마지막 file보다 3단계 큰 크기로 근관길이보다 1mm, 2mm, 3mm 짧게 치근단 상방쪽으로 넓게 근관형성하면서 5% NaOCl 용액과 3% H₂O₂ 및 생리적 식염수로 수차 세척한 다음, paper point로 근관내를 건조시켰다. 근관형성을 끝낸 후 gutta-percha core를 이용한 측방압축방법으로 근관을 밀폐시켰다. 이후 근관충전된 모든 치아를 중절치, 측절치 및 견치로 분류하고 각 치아의 순설폭경, 근원심폭경

을 측정하여 치아순면에 기록해 두고 순설폭경이 큰 순서부터 나열한 후 A군에서 시작하여 B, C, D 군 순으로 배열하고 다시 D, C, B, A군 순으로 하여 치아 순설폭경이 각 실험군에 균등하게 되도록 배열 분류하였다. 이때 순설폭경이 같은 경우는 근원심 폭경이 큰 것을 우선으로 하였다.

가. 시편 제작

근관충진된 실험치아를 크기가 균등하게 배분하여 다음 4군으로 나누어 실험조작하였다.

A군: Excavator를 알콜램프 불꽃에 달군 후, 치수강 내의 gutta-percha cone을 제거하고 fissure bur로 근관내 치경부 1mm하방까지 외동형성후 인산아연세멘트(alphadent®, William Getz international Inc.)를 외면에서 부터 2mm깊이까지 이장후에 복합레진(Hi-Pol®, 부평치과화학공업사, Inchon, Korea)을 충전하였다.

B군: A군과 같은 방법으로 외동형성후 인산아연세멘트의 이장없이 복합레진만으로 충전하였다.

C군: 근관용 plugger를 불에 달구어 치근단 7-8mm 상방에 존재하는 gutta-percha cone을 제거한 후 사용될 post에 맞는 근관용 bur를 제조회사의 지시순서대로 사용하여 치근단 5mm까지 post room을 형성하여 중절치에는 Murakami tapered post #2, 측절치에는 #1, 견치에는 #3 크기의 post를 인산아연세멘트로 장착시켰다. 세멘트가 경화된 후 No. 34 carbide bur로 설면외동변연에서 1mm 깊이로 치아설면에 평행하게 삭제한 후 복합레진으로 충전하였다.

D군: C군과 같이 post를 장착하고 레진충진후 치아순면에 shoulder margin, 설면에는 chamfer margin이 형성되도록 금속치관의 제작을 위해 치아를 삭제하고 삭제된 치면에서 납형을 채득 매물재(Hi-Temp, Whip Mix)로 매물하여 Cr-Cobalt합금(Hi-Crown, 보성합금제품, Seoul, Korea)으로 금속치관을 제작하여 인산아연세멘트로 장착시켰다.

나. 하중시험을 위한 시편제작

Poly-sulfide rubber 인상재를 범랑백아질 경계부 하방 1mm와 치근단 상방 1/2 사이의 치근전면에 얇게 도포하여 치주인대와 유사한 상태를 부여하였다.

치아탈락을 방지하기 위해 인상재가 경화된 후 high-speed용 No. 4 carbide bur로 치근단 3mm 상방의 근원심면에 0.5mm 깊이로 외동형성하였다.

하중기에 장착될 직경 12mm, 길이 22mm의 구멍을 뚫은 황동원통(직경 30mm, 길이 40mm)에 레진 분리제를 도포하고 고정용 레진을 이용 범랑백아질

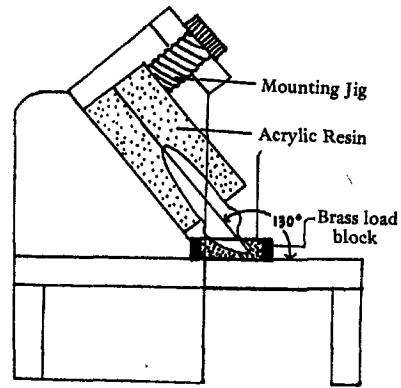


Fig. 1. A load block made of brass 20x30x3.5mm with a 12mm diameter hole was mounted on the crown of the tooth at 130 degrees and located through the mesial and distal marks.

경계부 하방 1mm까지 치아를 식립하여 경화시킨 후 레진시편을 얻는다.

하중실험중 생길 수 있는 미끄럼현상을 막기 위해 치아절단부에 load block을 형성하였다. 즉 레진시편과 직경 12mm의 구멍이 뚫린 황동판(20x30x3.5mm)이 130°를 이룰 수 있도록 제작된 장치(Fig. 1)에서 치아가 식립된 레진시편표면에서 치아 절단부쪽으로 5mm 상방이 레진에 묻히도록 고정시켜

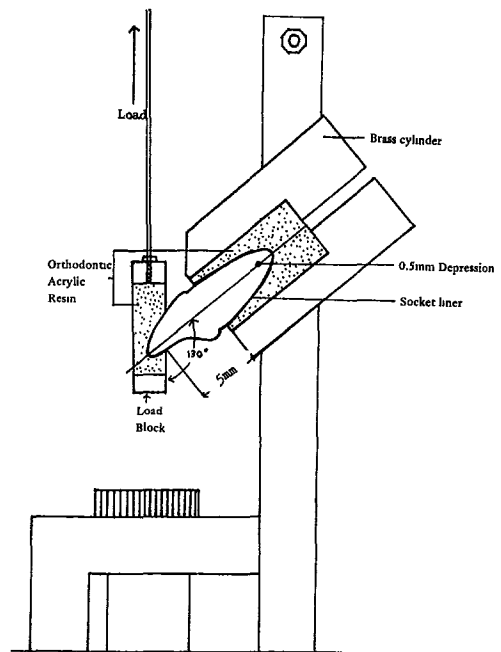


Fig. 2. Schematic cross-sectional view of a mounted tooth and loading jig.

서 load block을 제작하였다.

부착된 기록기에 50cm/min으로 자동기록시켰다.

인스트론 하중기(Instron testing machine, Tensilon/UTM-III-500, Toyo Baldwin Co. Ltd.)에 미리 제작된 loading jig(Fig.2)와 시편을 정착시킨다. 이후 가해지는 하중을 5.0cm/min으로 하여 그 결과를

Ⅲ. 실험 성적

인스트론 하중기(Instron testing machine, Tensilon/

Table 1-a Failure loads and tooth sizes in the each group.

Group (sample size)	Facioling-ual diameter. (mm) (± SD)	Mesiodist-al diameter. (mm) (± SD)	length of tooth (mm) (± SD)	Failure load (Kg) (± SD)
Central incisor (11)	6.26 ± 0.41	6.09 ± 0.41	21.95 ± 1.63	40.45 ± 11.52
A Lateral incisor (9)	6.38 ± 0.62	5.16 ± 0.58	21.64 ± 2.43	44.81 ± 9.53
Canine (11)	7.40 ± 0.49	5.87 ± 0.66	25.02 ± 2.32	59.68 ± 16.62
Central incisor (12)	6.27 ± 0.37	6.22 ± 0.47	21.60 ± 1.42	42.50 ± 12.23
B Lateral incisor (10)	6.17 ± 0.67	5.02 ± 0.43	20.80 ± 1.51	15.75 ± 12.85
Canine (11)	7.39 ± 0.50	5.54 ± 0.50	25.26 ± 2.58	48.11 ± 16.93
Central incisor (13)	6.26 ± 0.45	6.04 ± 0.55	21.83 ± 2.00	39.92 ± 16.21
C Lateral incisor (10)	6.19 ± 0.45	5.29 ± 0.29	21.47 ± 0.86	47.95 ± 18.63
Canine (11)	7.38 ± 0.48	5.67 ± 0.71	24.00 ± 2.85	52.59 ± 16.60
Central inisor (11)	6.23 ± 0.42	6.09 ± 0.51	21.74 ± 1.41	54.86 ± 22.16
D Lateral incisor (9)	6.18 ± 0.51	5.04 ± 0.44	21.48 ± 0.84	40.56 ± 10.96
Canine (10)	7.25 ± 0.51	5.43 ± 0.26	22.78 ± 2.13	42.61 ± 27.40

Table 1-b. Failure loads and tooth sizes in the each group and Statistical evaluation of the failure loads between four groups.

Group	Sample size	Facioling-ual diameter. (mm) (± SD)	Mesiodist-al diameter. (mm) (± SD)	Length of tooth (mm) (±SD)	Failure load (Kg) (± SD)
A	31	6.66 ± 0.48	5.77 ± 0.27	22.86 ± 2.03	48.54 ± 12.67
B	33	6.59 ± 0.49	5.66 ± 0.46	22.52 ± 1.83	42.38 ± 13.49
C	34	6.60 ± 0.47	5.70 ± 0.54	22.43 ± 2.03	46.58 ± 16.57
D	30	6.53 ± 0.46	5.56 ± 0.41	21.98 ± 1.49	46.76 ± 20.56

Group A-B-C-D: F=0.646

df=3.120

P>0.05

UTM-III-500, Toyo Baldwin Co. Ltd.)로 측정 한 각군의 파단하중은 Table-I-a 및 Table-I-b와 같다.

인산아연세멘트 이장후 복합레진충전한 A군은 48.54 ± 12.67 kg, 인산아연세멘트 이장없이 복합레진만 충전한 B군은 42.38 ± 13.49 kg, post 장착후 복합레진 충전한 C군은 46.58 ± 16.57 kg, post 장착후 금속치관수복한 D군은 46.76 ± 20.56 kg이었으며 각군의 상호간의 F-test 유의성 검정결과는 각 군간에 통계학적으로 유의의 차가 없었다(Table-II 참조).

Statistical evaluation of the failure loads between each group.

Grouping	t	df	confidence
A-B	1.364	58	$P > 0.05$
A-C	0.497	63	$P > 0.05$
A-D	0.459	59	$P > 0.05$
B-C	0.906	61	$P > 0.05$
B-D	0.902	57	$P > 0.05$
C-D	0.023	62	$P > 0.05$

파절된 양상을 보면 post 사용하지 않은 군의 파절은 치경부, 치근상부 1/2 과 중간 1/2 부위에서 수평 혹은 비스듬한 형태를 보였으며 post로 보강된 군에 있어서는 post 주위에서, 치관형성군은 post 주위와 치관형성으로 삭제된 부위를 통과하는 파절상을 보였다(Fig.3' 참조).

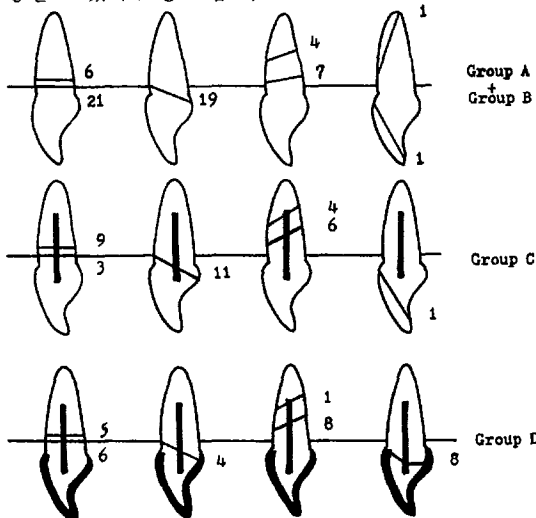


Fig. 3. Fracture modes and distributions in the each group.

IV. 총괄 및 고찰

Gilmore 등⁹⁾은 변연능선의 손상이 없는 전치부 근관충전후 수복은 보존적으로 금박(gold foil), 아말감, 복합레진으로 단순히 와동을 충전하거나 이미 치관부가 치아우식증, 치아파절, 수복물 등으로 약해진 경우는 post나 핀을 유지시킨 아말감 혹은 레진을 충전후 금속치관을 장착시킬 것을 권장하였다.

Baum 등¹⁰⁾은 치질손상이 없고 치수강 개방확대 부위에 소량의 치질만이 삭제된 전치수복은 Gilmore가 주장한 바와 같이 금박(gold foil), 아말감, 복합레진으로 치수강의 입구와동만 충전하는 것으로 충분하다고 하였으며 치아보강의 필요성 여부는 잔존치질의 양과 치아에 가해지는 외력 등을 고려하여 판단하는 것이 좋다고 하였다.

Sapone과 Lorencki¹¹⁾는 전치부 근관충전후 post 보강이 필요한 경우의 예로는 이미 금관수복이 된 치아, 지대치로 쓰이는 경우, 심한 치아변색이 있는 치아, 발육중인 전치 등은 post 보강이 필요하다고 하였다.

반면 Charbeneau 등¹²⁾은 외상에 의해 치질손상 없이 생활력을 잃은 전치에서는 금으로 주조한 post를 사용, 보강함으로써 파절에 대한 치아손상을 줄일 수 있다고 하였다. 또한 Cohen 등¹³⁾은 근관충전후 수복치아에서 생길 수 있는 실패의 원인으로 post를 보강하지 않고 수복한 치아, 부적당한 길이의 post 형성, ferrule의 기능미비, post 대신 핀을 사용한 경우를 나열하면서 post 보강의 필요성을 주장하였다.

Guzy와 Nicholls¹⁴⁾는 전치의 근관치료후 일반적으로 post 등으로 치아를 보강후 치관형성을 하지만 post가 근관치료를 받은 치아를 보강시킬 수 있다는 것을 뒷받침할 연구가 없었으므로 치질손상이 없는 근관치료한 전치수복시 post로 보강된 것과 되지않은 두 경우의 파절시험을 한 결과, 통계학적으로 현저한 치아보강의 효과가 없었다고 보고하였다.

치아절단면에서 가해지는 힘에 대한 저항으로 협설측 치근면에서 최대응력이 발생되어 치근면에서 파절이 시작되고 post로 보강된 치아에서 post의 위치는 가해지는 외력에 가장 적은 응력을 받는 부위가 되므로 post가 치아보강에 별 도움이 되지 못하는 이유를 그들은 공학적인 측면에서 설명하였다.

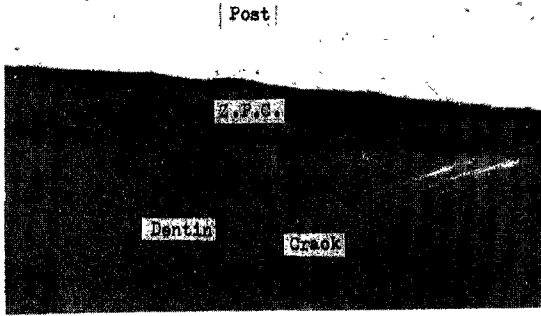
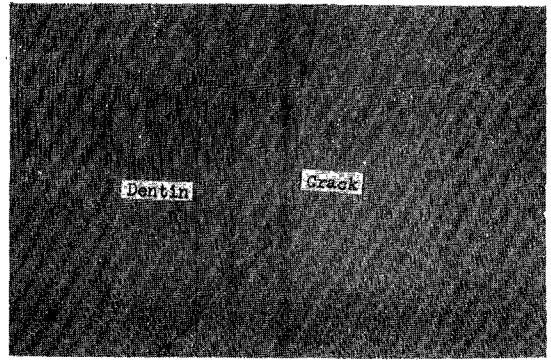


Fig. 4. A. Micrography showing the perfect contact of Dentin/Zinc-Phosphate Cement and Zinc-Phosphate Cement/Post interfaces.

Post를 근관내 삽입시킬 때 상아질벽에 응력이 가해질 수 있고 치아는 일반적으로 일정한 형태를 가지고 있지 않으므로 post 삽입을 위한 치아형성시에 어느 한 부위의 과도한 치아삭제가 생기게 되면 이 부위의 응력집중현상으로 인하여 파절이 더욱 촉진될 위험이 있다고 생각할 수 있다.

본 실험중 post 보강된 치아들을 장축으로 절단하여 광학현미경 (Olympus Optical Co. Ltd., Model MJ-Tr)으로 관찰해 본 바에 의하면 상아질/세멘트, 세멘트/post계면간의 접촉은 양호함을 볼 수 있었다(Fig. 4). 이로부터 상아질 표면에 가해지는 최대응력이 계면을 통해서 post로 전달되기 전에 상아질 자체의 취성파괴(brittle fracture)를 일으키게 된다고 할 수 있으며 재료공학적으로 연성을 지닌 기질과 고강도 섬유질로 이루어진 복합재료가 가해진 응력을 부담하므로써 강화되는 효과를 가지는데 여기서는 그 효과를 나타내지 못하는데 기인하는 것으로 사료된다. 다시 말하면 시편에 가해지는 응력의 원활한 전달이 안되고 고탄성율의 상아질만이 응력을 부담하다가 상아질이 탄성한계에 이르러 파괴되는 양상임을 알 수 있다. 따라서 post로 보강된 시편이라 할지라도 상아질 강도만이 나타나게 되어 post에 의한 보강효과를 기대할 수 없는 이유를 재료학적인 면에서 생각해 볼 수 있다.

본 실험에서 사용한 치아의 설측에서 협축으로 가해지는 130°의 하중각도는 한국인 정상교합에서 상악 전치가 이루는 평균각도에 근거를 두었으며¹⁰⁾ 이 각도는 Guzy 와 Nicholls 등의 실험에서 사용된 바 있다.^{9),12)} 이 각도는 치아의 협축에서 가해지는 어떤 외부적인 충격보다는 치아의 기능 중에



B. The aspect of crack propagations within the dentin itself due to the no effect of the load transfer.

가해질 수 있는 힘의 방향을 나타낸 것이다.

또한 치근단 3mm 상방 치근면에 형성해 준 와동은 시험중에 치아탈락을 방지하기 위한 것으로 Guzy 와 Nicholls⁹⁾는 이 제거된 상아질 부위를 통하여 치아파절이 생기지 않았으므로 실험결과에 전혀 영향을 미치지 않고 치아를 유지시킬 수 있었다고 보고했다.

시편의 치아에 인장력이 작용함에 따라 시편에서 발생하는 불균일한 미끄럼현상으로 인해 치아에 가해지는 하중의 저하를 막기위해 치아절단부에 resin block을 형성하였다.

원래 물리공학적으로 파절강도는 파절된 단위면적당 하중으로 측정되는 것이 원칙이지만 본 실험에서는 치아파절면의 면적측정이 곤란하여 가해진 힘의 방향에서 고려해 볼 때 가장 중요한 요소가 치아의 협설폭경이기 때문에 치아의 분류시에 각군마다 협설폭경이 일정하게 되도록 분류하였으며 그 결과는 Table I에서 잘 보여지고 있다. 치아가 외력에 저항하는데 관여하는 요소로는 치아의 해부학적 구조 및 치아의 밀도 등에 영향을 받을 수 있겠으나 이러한 변수는 고려되지 못했다.

V. 결 론

치질손상이 없는 상악전치 128개를 근관충전하여 세멘트 이장후 복합레진 충전, 세멘트 이장없이 복합레진 충전, post 보강후 복합레진 충전, 치관 수복의 네가지 방법으로 처치후 Instron testing machine(Tensilon/UTM-III-500, Toyo baldwin Co. Ltd.)으로 그 파단하중을 측정비교한 결과, 아래와

같은 결론을 얻었다.

1. 근관충전후 수복방법에 따른 치아의 파단하중 사이에는 유의할 만한 차이가 없었다.

2. Post로 보강되지 않은 경우의 파절은 치근의 상부 1/3과 중간 1/3부위에서 수평 혹은 비스듬한 양상을 보였다.

3. Post로 보강된 경우의 파절은 post 주위에서 발생하였다.

4. Post 보강후 치관수복한 경우는 post 주위와 치관부에서 파절이 발생하였다.

참 고 문 헌

1. Baum, L., Phillips, R.W., and Lund, M.R.: Textbook of Operative Dentistry, Philadelphia, W.B. Saunders. pp. 551-552, 1981.
2. Charbeneau, G.T. et al: Principles and practice of operative dentistry. Philadelphia, Lea and Febiger. pp. 446-453, 1981.
3. Cohen, S., and Burns, R.C.: Pathways of the Pulp, 3th ed., St. Louis, The C.V. Mosby Co. pp. 576-600, 1982.
4. Dilts, W.E., Melk, D.A., and Stovall: Retentive properties of pin materials in pin-retained silver amalgam restorations. J. Am. Dent. Assoc. 77:1085-1089, 1968.
5. Frank, A.L.: Protective coronal coverage of the pulpless tooth. J. Am. Dent. Assoc. 59:895-900, 1959.
6. Gargiulo, A.W.: Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. J. Periodont. 32:261-267, 1961.
7. Grant, D.A., Stern, I.B., and Evernett, F.G.: Periodontics. St. Louis, The C.V. Mosby Co. p 62, 1979.
8. Gilmore, H.W., Lund, M.R., Bales, C.D., and Verneti. J.: Operative dentistry, 4th. ed., St. Louis, The C.V. Mosby Co. pp. 355-364, 1982.
9. Guzy, G.E. and Nicholls, J.I.: In vitro comparison of intact endodontically treated with and without endo-post reinforcement. J. Prosthet. Dent. 38:39-44, 1979.
10. Ingle, J.I.: Endodontics, 2nd. ed., Philadelphia, Lea and Febiger, pp. 773-784, 1976.
11. Kantor, M.E., and Pines, M.S.: A comparative study of restorative technique for pulpless teeth. J. Prosthet. Dent. 38:405-412, 1977.
12. Lovdahl, P.E., and Nicholls, J.I.: Pin-retained amalgam cores vs. cast-gold dowel-cores, J. Prosthet. Dent. 38:507-514, 1977.
13. Miller, A.W.: Post and core systems; Which one is best? J. Prosthet. Dent. 48: 27-38, 1982.
14. Perez Moll, J.P., How, D.F., and Svare, C.W.: Cast gold post and core and pin-retained composite resin bases; A comparative study in strength. J. Prosthet. Dent. 40:642-644, 1978.
15. Sapone, J., and Lorencki, S.F.: An endodontic-prosthetic approach to internal tooth reinforcement. J. Prosthet. Dent. 45:164-174, 1981.
16. Stanlee, J.P., Caputo, A.A., and Pollack, M.H.: Analysis of stress distribution by endodontic posts. Oral Surg. 33:952-960, 1972.
17. Weine, F.S.: Endodontic Therapy, 3rd. ed., St. Louis, The C.V. Mosby Co. pp. 593-616, 1982.
18. Weine, F.S., Kahn, H., Wax, A.H., and Taylor, G.N.: The use of standardized tapered plastic pins in post and core fabrication. J. Prosthet. Dent. 29: 542-548, 1973.
19. 손병화: 치아 및 두개골에 대한 두부방사선 계측학 연구, 대한치과교정학회 5: 60, 1975.

– ABSTRACT –

**A STUDY ON THE FRACTURE MODES AND FAILURE LOADS OF THE
VARIOUS TYPES OF RESTORATION FOR THE ENDODONTICALLY
TREATED ANTERIOR TEETH**

Young Sook Park, Sung Keun Choi

Department of Operative Dentistry, Yonsei University.

An endodontically treated tooth is likely to be brittle than a vital tooth. Internal structure of the tooth has been weakened due to a significant removal of dentin by coronal access, canal preparation. There are many controversies concerning with various methods of reinforcing an intact anterior tooth that has endodontic treatment.

In this experiment, 128 extracted maxillary anterior teeth were endodontically treated, and prepared with 4 methods of restorations; Composite resin filling with zinc phosphate cement, composite resin filling without zinc phosphate cement, composite resin filling with post, and metal crown with post.

An Instron testing machine was used to measure the fracture loads of the specimens. The means of the failure loads for the 4 groups were compared by F-test statistically and the failure modes were observed.

The results were as follows;

1. There were no statistically significant difference between the failure loads of the four methods of restoration.
2. Teeth without post were fractured in a horizontal or oblique plane through upper or middle third of the root.
3. In the posted teeth, fractures were occurred around the post.
4. In the metal crowned teeth with post, the fracture were occurred around the post or coronal area.