

軟化 Gutta-percha 充填法에서 Sealer 의 稠도가 根管閉鎖에 미치는 影響

慶北大學校大醫院 齒醫學科 保存學專攻

(指導教授 曹圭澄)

李永浩

Abstract

THE EFFECT OF CONSISTENCY OF SEALER ON CANAL OBTURATION IN INJECTION - THERMOPLASTICIZED GUTTA - PERCHA METHOD

Young Ho Lee

*Department of Dentistry Graduate School,
Kyungpook National University Taegu, Korea
(Supervised by Professor Kyew-Zeung Cho)*

The purpose of this study was to investigate the proper consistency of root canal sealer needed in obtaining an efficient canal obturation in injection-thermoplasticized low-temperature (70°C) gutta-percha method.

The sealer was made by incorporating zinc oxide powder into 0.5ml of eugenol and then the 0.5ml of mixture slurry was placed between two flat glass plates.

The consistency was determined by measuring the degree of spread of the slurry at loading the 1209mm of weight from the top plate.

The sealer was prepared according to P/L ratio corresponding to the acquired consistency of 65.45mm, 46.80mm, 28.95mm and 22.60mm.

The distal roots were obtained by cutting off from 125 extracted human lower molars and the root canals were prepared by using step-back method.

The prepared canals were coated with the sealers on their walls and obturated by using the injection-thermoplasticized low-temperature (70°C) gutta-percha method.

All specimens were immersed in 2% methylene blue dye solution for 48 hours at 37°C.

Calipers was used to measured the dye penetration into the root canals from apical constrictions.

The results were as follows :

The canals obturated without sealer showed significantly more leakage than the canals obturated with sealer.

Within the consistency from 65.45mm to 22.60mm, the sealer of 65.45mm appeared significantly better than that of 28.95mm and 22.60mm in the canals obturated by injection-thermoplasticized gutta-percha method, and better than that of 46.80mm without statistical significance.

I. 서 론

근관치료의 마지막 단계는 적절한 재료와 방법을 사용하여 근관을 조밀하게 채워주고, 치근단의 상아법랑경계부에서 근단공을 빈틈없이 폐쇄해 주는 것이다.

근관의 충전은 여러가지 재료와 방법에 의하여 이루어진다¹⁾.

근관충전시 충전재의 단독사용보다는 sealer를 함께 사용하므로써 복잡한 근관계를 폐쇄하는데 그 효과를 향상시켜 준다.

Marshall과 Massler²⁾는 방사성동위원소를 사용한 실험에서, gutta-percha point와 sealer를 함께 사용시 효과적인 근관충전을 얻을 수 있었고, Kapsimalis와 Evans³⁾는 sealer 없이 gutta-percha나 silver cone만으로 충전한 경우 방사성동위원소의 침투가 크게 나타났으며, Younis와 Hembree⁴⁾도 gutta-percha 단독 사용시 근단공의 폐쇄가 불충분 했음을 보고함으로써 이들은 효과적인 충전을 위해서는 충전재와 함께 반드시 sealer의 併用을 주장하였다.

또한 gutta-percha point와 sealer를 함께 사용시 근관폐쇄성에 관한 보고⁵⁻¹⁰⁾, warm gutta-percha의 수직가압법¹¹⁾ 및 열기계적가압법(McSpadden 방법)¹²⁻¹⁶⁾등에서도 근단공누출을 감소시키기 위해서는 sealer의 사용이 필수적이라는 사실을 인정할 수 있었다. 그러나 근단공누출을 완전히 방지할 수는 없었다^{9, 11, 17)}

sealer는 충전재와 근관벽사이의 불규칙상과 소와를 채워주며, 윤활제 작용을 하여 근관내에 충전재의 착상에 도움을 주고 충전재를 근관벽에 고착시키는 역할을 한다. 따라서 sealer가 그 역할을 다하기 위해서는 flow의 특성을 소유해야 한다.

근관내벽의 불규칙상이나 미세한 공간내로 sealer가 흘러 들어갈 수 있는 능력을 flow라 하며 효율적 근관폐쇄효과를 얻는데 있어서 좋은 물리적 성질이다^{18, 19)}.

flow는 인산아연시멘트에 대한 A.D.A. 재료규격 No.8의 조도(consistency) 실험을 적용하거나²⁰⁾ 수직유리판에서 흘러내리는 정도를 측정²¹⁾, 또는 유리모세관속으로의 침투정도¹⁹⁾나 점도(viscosity)²²⁾를 측정함으로써 연구되어졌다.

선학들의 연구에서 근관충전시 폐쇄효과의 정도는 충전방법 뿐 아니라 사용된 sealer의 종류에 따라 다양하게 나타났으며^{23, 24)}, sealer의 점도 및 조도와 같은 물리적 성질은 근관의 폐쇄능력을 평가하는데 있어서 중요한 요소라 하였다^{25, 26)}.

Curson과 Kirk²⁵⁾는 산화아연과 유지놀을 혼합한 아연화유지놀시멘트의 우수한 근관폐쇄효과를 보고한 바 있고, 현재 이를 기저로한 많은 제재들이 개발되고 있다.

본 연구에서는 분말액 비를 조절함으로써 아연화유지놀시멘트의 조도를 변화시켜 근관폐쇄효과를 조사하였다.

gutta-percha는 60°C의 열을 가했을때 軟化되고 160°C까지 가열하면 flow의 성질을 가지게 된다.

Yee등²⁶⁾은 160°C에서 가열된 gutta-percha를 pressure syringe를 통해 근관내로 주입시켜 근관충전한다음, 색소침투 방법으로 폐쇄의 효과를 평가하였고, Torabinejad 등²⁷⁾은 용융된 충전재가 주입시 잘 흘러들어가 근관벽에 대한 적합성과 폐쇄성이 우수함을 SEM으로 관찰하였다.

EI Deeb²⁸⁾는 발거된 상악전치에서 용융 gutta-percha 주입 근관충전시 근단공누출의 정도를 2% methylene blue 색소염색침투 방법으로 평가한 바 sealer를 사용하지 않은 경우 누출이 현저히 증가함을 관찰하였고 Evans와 Simon²⁹⁾도 sealer를 사용하지 않은 경우 India ink의 침투에 대해 효과적인 근단공폐쇄를 얻지 못한다는 사실을 보고하였다.

Hygenic社(Ohio, U.S.A.)에서 70°C에서 gutta-percha가 유동성을 가질 수 있도록 한 Ultrafil이 제작되었다⁴⁰⁾.

이것은 injection syringe, needle이 부착된 gutta-percha cannule, 그리고 미리 온도를 조절할 수 있는 가열기 등으로 구성되어 있다.

Ultrafil 주입근관충전에서 sealer를 함께 사용했을때 효과적인 근관폐쇄를 얻을 수 있었다.

Michanowicz와 Czonstkowski⁴¹⁾는 발거된 60개의 단근치에서 Ultrafil 연화 gutta-percha 주입방법으로 근관충전하고 5% methylene blue 침투정도를 관찰한 바 sealer를 함께 사용했을때 폐쇄효과는 더욱 우수했고 방사성 동위원소를 이용하여 침투정도를 정량적으로 관찰한 연구⁴²⁾에서도 결과는 유사하였다.

장⁴³⁾은 발거된 64개의 단근치에 sealer를 사용하여 측방가압법과 저온(70°C) 용융주입법으로 근관을 충전하여 저온용융 gutta-percha 충전법이 측방가압법보다 근관폐쇄효과가 우수하게 나타났음을 관찰하여 Ultrafil 근관충전법이 임상적으로 받아들여질 수 있다 하였다.

선학들의 연구에서, sealer가 가지는 근관폐쇄 효과를 인정할 수 있었고 이때 sealer의 flow는 중요한 물리적 성질이지만 지금까지 효과적인 flow rate의 기준화는 되어있지 않는 것 같고^{44,45)} 현재 시판되고 있는 sealer들에서 이 특성과 관련된 연구들은 각각 현저한 차이를 보이고 있다^{19,20)}.

이 연구의 목적은 연화 gutta-percha 주입근관충전법에서 함께 사용하는 sealer가 효과적인 근관폐쇄를 얻는데 필요한 적절한 조도를 측정하는데 있다.

II. 재료 및 방법

실험재료

최근에 발거된 가급적 큰 손상없는 하악 대구치를 0.9% saline 용액에 보관하였고 실험하기 전에 2.5% NaOCl 용액에 1일간 침적시켜 연조직 부착물을 제거하였다. 기구조작과 근관충전에 용이한, 일정한 길이의 근관을 얻기 위하여 범랑-백아경계에서 high-speed fissure bur #701 L로써 원심근을 절단하여 시편으로 사용하였다.

근관의 해부학적 구조의 차이를 감소시키기 위하여 가급적 원형이고 만곡되지 않은 한개의 근관을 가진 125개 치근을 실험대상으로 하였고 무작위로 25개씩 5개군으로 나누었다.

근관형성

근관형성은 K-file을 사용하였으며 #10 file로써 근단공을 통과시켜 근관장을 확보한 다음 근단공에서 #10 file의 끝이 보이는 길이로부터 0.5mm 짧게 작업 길이를 설정하였다.

flare type의 형성근관이 적절한 가압과 효과적인 근관폐쇄를 할 수 있어^{46,47)} #45 file까지 step-back 방법으로 근관형성 하였다⁴⁸⁾.

근관충전시 22 gauge의 needle이 용이하게 밀착되게끔 치경부근관을 Gates-Glidden #2 or #3

drill로써 형성하였다.

근관은 기구조작 동안과 후에 2.5% NaOCl 용액으로 세척하고 paper-point로 건조시켰다.

Sealer의 제조

조도의 측정은 A.D.A. 재료규격 No.8 인산아연 시멘트의 조도실험에 따라 산화아연분말(Moy社)과 유지놀(Sulton社)을 혼화하여 표준조도를 측정하고, 표준조도에서의 분말액비를 결정, 분말액비의 변화에 따른 조도의 변화를 두 유리판 사이에서 시멘트 혼합물의 퍼지는 정도로써 측정하였다.

1. 혼화연판의 한쪽에 유지놀액 0.5ml을 놓고 다른 편의 무게가 측정된 산화아연분말을 액에 소량씩 나누어 넣어 혼화하였다.

2. 1분간 충분히 혼화한 후 시멘트 혼합물 0.5ml를 1ml의 plastic syringe에 넣고 유리판 위에서 한점에 쌓이는 것과 같이하여 滴下시켰다.

3. 혼화개시 3분후에 20gm의 유리판을 위에다 덮고 100gm이 되는 추를 얹었다.

4. 혼화개시 10분 경과후에 圓形으로 퍼진 시멘트혼합물의 평행절선간의 최대 및 최소거리를 3회씩 측정하여 그 평균값을 구하였고, 3회 측정해서 그 결과의 값의 변동이 심한 경우에는 5회 측정하여 그중 가장 가까운 3개의 평균값을 얻었다.

5. 분말액비 2.25에서 얻어진 조도 28.95mm를 표준조도로 하고 본 실험을 위해서 분말액비

1.25에서 62.45mm

1.50에서 46.80mm

2.25에서 28.95mm

3.00에서 22.60mm가 되는 sealer들을

제조하였다.

근관 충전

근관형성된 치근을 5개군으로 나누어 1군은 sealer를 사용하지 않았고 2군은 분말액비 1.25, 3군은 1.50, 4군은 2.25, 5군은 3.00으로 산화아연분말과 유지놀액을 혼화한 sealer를 사용하였다.

충전하기 직전에, 혼화한 sealer를 #25 reamer에 묻혀서 치근단 2mm위치까지 삽입한다음 반시계 방향으로 회전시켜 근관내벽을 얇게 피복하였다.

실험근관은 gutta-percha가 70°C에서 flow할 수 있도록 Hygenic사에서 제작한 Ultrafil⁴⁰⁾을 사용하여 가열된 heater에 gutta-percha가 든 cannule을 15분간 쏘친 후 injection syringe에 장착시킨 다음 22-gauge의 needle 끝을 작업길이에 있어서 치근단으로부터 6mm 떨어진 근관부에 위치하고 사출, 주입시켰으며⁴¹⁻⁴³⁾ 이때 주입시간은 15초~20초가 소요되었고, 주입후 압입조작을 하지 않았다.

시편들은 gutta-percha와 sealer가 경화될 수 있도록 습기가 있는 조건에서 3일간 방치하였다.

충진후 과정

충진된 치근의 치관부근관 입구에다 inverted cone bur #33 1/2를 사용해서 깊이 1.5mm의 와동을 형성하고 인산아연시멘트를 충전하였다.

모든 실험치근은 근단공주위 2mm만 남기고 표면에 nail-varnish를 3회 도포후 2% methylene blue 색소용액에 침적, 37°C 항온기에서 48시간 경과시킨 다음 흐르는 물에 세척, 1일간 실온에 방치한 후 치근표면의 nail-varnish를 예리한 조각도를 이용해서 모두 제거하였다.

치근장축에 따라 disk로써 근관중심부를 통과하도록 절단, 색소의 침투를 육안 및 확대경으로 관찰하고 계측 Calipers(Mitutoyo, Japan)로써 치근단 협착부로부터 색소침투 정도를 정선적(linearly)으로 측정하고 얻어진 측정치는 Student's t-test로 통계처리 하였다.

III. 성 적

125개 근관의 각 군별 색소침투정도는 Table 1과 같다.

산화아연분말과 유지놀액간의 분말액비가 1.25인 시멘트혼합물은 두 유리판사이에서 65.45mm로 퍼지는 조도를 나타내었고 이를 연화 gutta-percha 주입근관충전에 사용시 색소침투는 3.14±1.16mm로 나타났다.

분말액비가 1.50인 혼합물은 46.80mm의 조도를 나타내었고 색소침투는 3.43±1.22mm로 나타났다.

분말액비 2.25 및 조도 28.95mm에서 색소침투는 3.80±1.16mm을 나타내었고, 분말액비 3.00 및 조도 22.60mm에서는 3.82±1.19mm로 나타났다.

sealer를 사용하지 않고 연화 gutta-percha만 주입 근관충전시에는 색소침투가 5.58±1.21mm로서 매우 높게 나타났다.

각 군간의 통계학적 비교는 Student's t-test에 의하여 검정을 하였는 바 I군과 II, III, IV 및 V군간 그리고 II군과 IV 및 V군간에는 통계학적으로 유의성이 있었으나(p<0.05) II군과 III군, III군과 IV 및 V군 그리고 IV군과 V군간에는 통계학적 유의성이 없었다(p>0.05).

Table 1. Dye penetration in mm for each group immersed in 2% methylene blue dye solution for 48 hours at 37°C.

Group	P/L ratio	Consistency mm	Number of teeth	Penetration mean±SDmm
I	no	no	25	5.58±1.21
II	1.25	65.45	25	3.14±1.16
III	1.50	46.80	25	3.43±1.22
IV	2.25	28.95	25	3.80±1.16
V	3.00	22.60	25	3.82±1.19

* Significant difference between Group I & II, I & III, I & IV, I & V, II & IV and II & V (p<0.05).

* Insignificant difference between Group II & III, III & IV, III & V, and IV & V (p>0.05).

IV. 고 찰

이 연구는 연화된 gutta-percha를 주입 근관충전 시 sealer가 적절히 기능을 할 수 있는 기본적인 물리적 성질가운데서, 미세공간을 채우고 윤활제 작용을 할 수 있는 적절한 flow의 성질을 모색하는 것이다.

sealer의 이상적인 flow rate는 확립되어 있지 않으며 임상에 가장 적합한 sealer에 대한 확실한 결론이나 표준화는 없는 것 같다.

이 사실은 현재 쓰이고 있는 근관충전용 sealer의 종류가 많으며 그 성분 또한 매우 다양한 것으로도 유추할 수 있다.

흔히 임상에서 산화아연 분말과 유지놀액을 혼합해서 sealer로 사용할때 적절하고 정확한 조성 비례를 위한 표준화가 없어 각 임상가들은 각자의 기호에 맞는 혼합물로 준비하므로, 어떤 사람은 다소 유동성의 묽은 혼합물을 선호하는 반면 다른사람은 더 진한 것을 선호한다.

Benatti 등³⁰⁾이 산화아연 분말과 유지놀액을 혼합했을때 임상적으로 사용하기 적절한 sealer는 spatula 끝에서 10초동안 떨어지지 않거나 spatula를 끌어올릴때 높이 2cm까지 달려 올라오는 경우라 하였다.

sealer의 flow를 측정하는 방법은 여러가지가 있으나^{19,22)} 이 특성과 관련된 선행들의 연구들에 현저한 차이를 보인다.

Grossman²¹⁾은 어떤 재료가 신속한 flow 성질을 지닌다고 설명한 반면, 다른연구¹⁰⁾에서는 같은 재료가 아주 느린 flow rate를 지닌다 하였다.

본 실험에서는 A.D.A. 재료규격 No.8 인산아연 시멘트의 조도검사를 원용한 McComb과 Smith²⁰⁾의 방법을 따라 조도를 결정하였다. McComb과 Smith²⁰⁾가 두 유리판 사이에서 퍼지는 정도를 측정한 11개의 근관충전용 sealer의 조도의 값은 20mm에서 46mm까지 다양한 범위로 나타났다.

본 연구에서는 조도 22.60mm부터 65.45mm 사이에서 4종류의 sealer를 제조하였고, 색소침투방법으로는 methylene blue를 사용하였으며 충전된 근관을 치아장축에 따라 절단하여 근관내 색소침투 정도를 gauge로써 측정하였다.

조도가 매우 낮은 65.45mm의 묽은 혼합물을 sea-

ler로 사용시 조도가 높은 28.95mm나 22.60mm의 진한 혼합물보다 폐쇄효과가 더 좋았다.

나타난 결과에 대해서 이유를 설명하기는 어려우나 조도가 낮을수록 유동성이 더 우수하여 근관벽의 미세한 불규칙상이나 부근관으로 흘러들어가기에 용이했을 것으로 사료된다.

Siskin⁴⁰⁾도 sealer가 hermetic seal을 얻기 위해서는 근관의 불규칙상과 틈이나 금 및 부근관으로 밀려 들어갈 수 있을 정도로 충분히 묽어야 한다고 주장한 바 있다.

본 실험에서 sealer를 사용하지 아니한 I군에서 색소침투가 비교적 현저하게 나타난 것은 sealer사용의 중요성을 시사해준다.

EIDeeb³⁰⁾가 상악 견치의 근관에 160°C에서 용융된 gutta-percha를 sealer사용없이 주입하고 2% methylene blue 색소용액에 48시간 침적시 근단공 색소침투는 8.52±0.87mm로 sealer를 사용한 군의 3.24±0.88mm보다 현저히 높게 나타났다.

본 실험에서 sealer를 사용 않았던 I군의 색소침투는 5.58±1.21mm로, sealer를 사용한 군보다 현저히 높게 나타난 것은 EIDeeb³⁰⁾의 연구와 매우 상응하며, EIDeeb³⁰⁾의 수치가 다소 높은 것은, 160°C의 용융³⁰⁾과 본 실험의 70°C의 연화 gutta-percha간에 차이가 있었거나 실험대상이 상악견치³⁰⁾와 본 실험의 하악대구치 원심근의 크기의 차이에도 그 원인이 있었을 것으로 사료된다.

실제 Ishley와 EIDeeb¹⁰⁾가 열기계적 근관충전 후 색소침투를 실험한 바 sealer를 사용 않았던 군이 sealer사용군보다 색소침투가 현저히 증가해 나타났고 또한 상악견치가 상악 중절치보다 색소침투가 더 많이 나타나 본 연구의 결과를 뒷받침해주고 있으며, 근관의 크기가 색소침투에 영향을 주는 한 변수가 될 수 있을 것으로 사료되어 본 실험에서는 하악대구치 원심근을 유사한 길이로 절단하여 근관충전후 색소침투의 조건이 가급적 동일하도록 해주었다.

본 실험의 결과를 볼때 용융 gutta-percha주입 근관충전법^{38,39)}이나 연화 gutta-percha주입 근관충전법^{41,42)}에서 sealer가 필요하다는 견해에 의견이 일치하며 용융 또는 연화된 gutta-percha가 근관내로 주입동안 수방 및 측방으로 flow할 수 있는 강력한 이점이 있어 sealer의 역할도 함께 할 수

있으므로 근관의 주입충전법에는 sealer가 불필요하다는 발표^{50,51)}에는 동의할 수가 없었다.

선학들의 연구^{38,39,41,42)}나 본실험에서 sealer를 사용하지 않은경우 색소침투는 크게 나타났고 sealer를 사용시 폐쇄효과가 더 좋았던 것은 Wong 등⁵⁰⁾의 연구에서 냉각시에 warm gutta-percha의 수축정도가 0.45%로 나타나서 침투능력이 우수한¹⁷⁾ methylene blue가 침투할 수 있는 미세한 공간을 만들어 줄 수 있고, sealer가 용융 또는 연화 gutta-percha보다는 조도가 낮아 flow가 더 우수하였기 때문이라 추정된다.

아연화유지늘 sealer가 묽을 경우 flow의 성질은 좋으나 경화시의 체적변화, 임상에서 사용시 근단공으로의 정출, 높은 용해도 등을 고려할때 좀 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다. 따라서 아연화유지늘 시멘트에 기초를 둔 sealer가 점성, 동질성 및 가능한 최적의 조도를 갖도록 하기 위한 적절한 분말액비의 모색이 계속 이루어져야 할 것이다.

실제 본 실험에서 제조한 분말액비 1.25의 sealer는 조도가 65.45mm로서 비록 flow는 좋았으나 심한 유동성으로 해서, 또 분말액비 3.00의 혼합물은 조도가 22.60mm으로서 flow가 양호하지 못하므로 해서 임상에서 사용시는 조작에 어려움이 클 것으로 사료된다.

본 연구에서 이상적인 임상적 조도를 위한 기준을 밝히고자 하였는바 한정적인 조도 범위내에서는 낮은 조도의 sealer가 폐쇄효과가 우수한 것으로 나타났으나, 적절한 flow를 가지는 sealer를 개발하고 flow와 같은 물리적 성질을 기준화 하기 위해서는 조도에 관한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 요 약

이 연구의 목적은 연화 gutta-percha 주입 근관충전법에서 효과적인 근관폐쇄를 얻기위해 함께 사용하는 sealer의 적절한 조도를 측정하는데 있다.

실험에 사용된 sealer는 0.5ml의 유지늘에 산화아연 분말을 혼합하여 얻은 0.5ml의 혼합물이 두 유리판 사이에서 120gm의 무게에 의하여 퍼지는

정도로써 측정된 조도에 상응하는 분말액비 대로 산화아연 분말과 유지늘을 혼합하여 조도 65.45mm, 46.80mm, 28.95mm 및 22.60mm의 sealer를 제조하였다.

발거된 125개의 하악 대구치에서 원심근을 절취하여 step-back 방법으로 근관형성, 제조된 sealer를 근관벽에 피복하고 70°C에서 연화된 gutta-percha를 주입, 근관충전하였다. 실험치근은 2% methylene-blue 색소용액에 침적시켜 37°C의 항온기에서 48시간 경과시킨후 근단공을 통한 색소침투의 정도를 측정하여 다음의 결과를 얻었다.

연화 gutta-percha 주입 근관충전법에서 sealer를 사용하지 않은 군이 sealer를 사용한 군보다 색소침투는 더 크게 나타났다($p < 0.05$).

일정한 조도의 범위 65.45mm~22.60mm에서 조도 65.45mm의 sealer는 조도 28.95mm 및 22.60mm보다 폐쇄효과는 더 높게 나타났고($p < 0.05$) 조도 46.80mm의 sealer보다도 더 높게 나타났으나 통계학적 유의성은 없었다.

참 고 문 헌

1. Kuttler, Y.: Analysis and comparison of root canal filling technique. Oral Surg., 48: 153-159, 1979.
2. Marshall, F.J. and Massler, M.: The sealing of pulpless teeth evaluated with radioisotopes. J. Dent. Med., 16: 172-183, 1961.
3. Kapsimalis, P. and Evans, R.: Sealing properties of endodontic filling materials using radioactive polar and non-polar isotopes. Oral Surg., 22: 386-393, 1966.
4. Younis, O. and Hembree, J.H.: Leakage of different root canal sealants. Oral Surg., 41: 777-784, 1976.
5. Goldberg, F. and Gurfinkel, J.: Analysis of the use of Dycal with gutta-percha points as an endodontic filling technique. Oral Surg., 47: 78-82, 1979.
6. Yates, J.L. and Hembree, J.H.: Microleakage of three root canal cements.: one-year study. J. Endo., 6: 591-593, 1980.

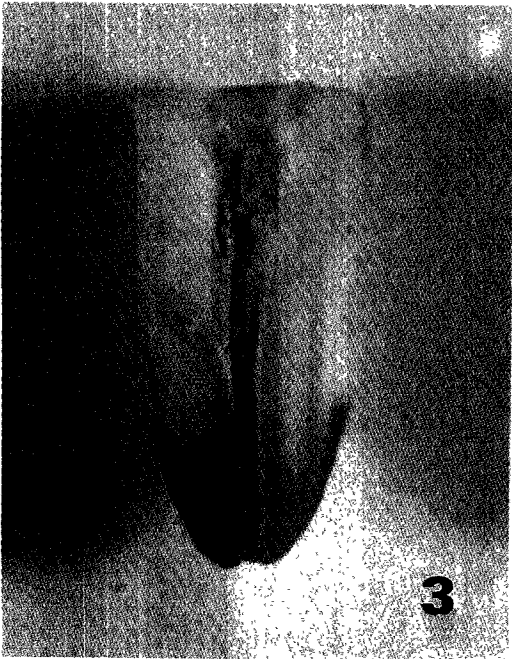
7. Russin, T.P., Zardiackas, L.D., Reader, A. and Menke, R.A. : Apical seals obtained with laterally condensed, chloroform-softened gutta-percha and laterally condensed gutta-percha and Grossman's sealer. *J. Endo.*, 6 : 678 - 682, 1980.
8. 박준일, 권혁춘 : 근관충전 방법이 근관폐쇄성에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. *대한치과 보존학회지*, 9 : 51 - 56, 1983.
9. 임성삼 : 호제근충재 Vitapex 의 근관폐쇄성에 관한 연구. *대한치과 보존학회지*, 9 : 127 - 132, 1983.
10. Hovland, E.J. and Dumsha, T.C. : Leakage evaluation in vitro of the root canal sealer cement Sealapex. *Inter. Endo. J.*, 18 : 179 - 182, 1985.
11. Osins, B.A., Carter, J.M. and Shin-Levine, M. : Microleakage of four root canal sealer cements as determined by an electrochemical technique. *Oral Surg.*, 56 : 80 - 88, 1983.
12. Harris, G.Z., Dickey, D.J., Lemon, R.R. and Luebke, R.G. : Apical seal : McSpadden vs lateral condensation. *J. Endo.*, 8 : 273 - 276, 1982.
13. Chairisookumporn, S. and Rabinowitz, T.L. : Evaluation of ionic leakage of lateral condensation and McSpadden methods by autoradiography. *J. Endo.*, 8 : 493 - 496, 1982.
14. Ishley, D.J. and ElDeeb, M.E. : An in vitro assessment of the quality of apical seal of thermomechanically obturated canals with and without sealer. *J. Endo.*, 9 : 242 - 245, 1983.
15. 이상탁, 이정식 : McSpadden Technique 의 근관폐쇄효과에 대한 실험적 연구. *대한치과 보존학회지*, 10 : 127 - 133, 1984.
16. Hopkins, J.H., Remeikis, N.A. and Van Cura, J.E. : McSpadden versus lateral condensation : The extent of apical microleakage. *J. Endo.*, 12 : 198 - 201, 1986.
17. Matloff, I.R., Jensen, J.R., Singer, L. and Tabibi, A. : A comparison of methods used in root canal sealability studies. *Oral Surg.*, 53 : 203 - 208, 1982.
18. Higginbotham, T.L. : A comparative study of the physical properties of five commonly used root canal sealers. *Oral Surg.*, 24 : 89 - 101, 1967.
19. Weisman, M.I. : A study of the flow rate of ten root canal sealers. *Oral Surg.*, 29 : 255 - 261, 1970.
20. McComb, D. and Smith, D.C. : Comparison of physical properties of polycarboxylate-based and conventional root canal sealers. *J. Endo.*, 2 : 228 - 235, 1976.
21. Grossman, L.I. : Physical properties of root canal cements. *J. Endo.*, 2 : 166 - 175, 1976.
22. Negm, M.M., Lilley, J.D. and Combe, E.C. : A study of the viscosity and working time of Resin-based root canal sealers. *J. Endo.*, 11 : 442 - 445, 1985.
23. Nathanson, B., Opderbeck, W.R., Wechsler, S.M. and Shovlin, E.E. : Autoradiographic evaluation of the apical seal obtained with Silastic and Grossman's sealant under in vitro conditions. *J. Endo.*, 6 : 861 - 866, 1980.
24. 윤수환 : Kerr sealer 를 근관충전재로 사용시 근관폐쇄성에 관한 실험적 연구. *대한치과 보존학회지*, 6 : 77 - 81, 1980.
25. Spralding, P.M. and Senia, E.S. : The relative sealing ability of paste-type filling materials. *J. Endo.*, 8 : 543 - 549, 1982.
26. Mattison, G.D. and von Fraunhofer, J.A. : Electrochemical microleakage study of endodontic sealer/cements. *Oral Surg.*, 55 : 402 - 407, 1983.
27. Krell, K.V. and Madison, S. : Comparison of apical leakage in teeth obturated with a Calcium Phosphate Cement or Grossman's cement using lateral condensation. *J. Endo.*, 11 : 336 - 339, 1985.
28. Rothier, A., Leonardo, M.R., Bonetti, I.Jr. and Mendes, A.J.D. : Leakage evaluation in vitro of two Calcium Hydroxide and two zinc oxide-eugenol-based sealers. *J. Endo.*, 13 : 336 - 338, 1987.
29. 민효기, 민병순, 최호영, 박상진 : Dentin bonding agent 의 근관폐쇄효과에 관한 실험적 연구. *경희치대 논문집*, 9 : 335 - 362, 1987.
30. 박선희, 민병순, 최호영, 박상진 : 수중 근관충전재의 근관폐쇄성에 관한 실험적 연구. *대한치과 보존학회지*, 13 : 113 - 117, 1988.
31. Kaufman, A.Y., Tagger, M., Katz, A. and Yosef, A. : Life and AH 26 as sealers in thermally

- compacted gutta-percha root canal fillings : Leakage to dye. *J. Endo.*, 15 : 68 - 71, 1989.
32. 최웅대, 박상진, 민병순, 최호용 : 수중 근관 충전재의 근관폐쇄효과에 관한 자기방사법적 연구. *대한치과 보존학회지*, 14 : 161 - 171, 1989.
 33. Uhrich, J.M., Morser, J.B. and Heuer, M.A. : The rheology of selected root canal sealer cements. *J. Endo.*, 4 : 373 - 379, 1978.
 34. Benatti, O., Stolf, W.L. and Rhunke, L.A. : Verification of the consistency, setting time and changes of root canal filling materials. *Oral Surg.*, 46 : 107 - 113, 1978.
 35. Curson, I., and Kirk, E.E. : An assessment of root canal sealing cements. *Oral Surg.*, 26 : 229 - 236, 1968.
 36. Yee, F.S., Marlin, J., Krakow, A.A. and Gron, P. : Three-dimensional obturation of the root canal using injection-molded, thermoplasticized dental gutta-percha. *J. Endo.*, 3 : 168 - 174, 1977.
 37. Torabinejad, M., Sokobe, Z., Trombly, P.L., Krakow, A.A., Gron, P. and Marlin, J. : Scanning electron microscopic study of root canal obturation using thermoplasticized gutta-percha. *J. Endo.*, 4 : 245 - 250, 1978.
 38. ElDeeb, M.E. : The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha. *J. Endo.*, 11 : 84 - 86, 1985.
 39. Evans, J.J. and Simon, J.H.S. : Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *J. Endo.*, 12 : 101 - 107, 1986.
 40. Hygenic Ultrafil, U.S. Patent #4, 632, 977.
 41. Michanowicz, A. and Czonstkowsky, M. : Sealing properties of an injection-thermoplasticized low-temperature(70°C) gutta-percha. : A preliminary study. *J. Endo.*, 10 : 563 - 566, 1984.
 42. Czonstkowsky, M., Michanowicz, A. and Vazquez, J.A. : Evaluation of an injection of thermoplasticized low-temperature gutta-percha using radioactive isotopes. *J. Endo.*, 11 : 71 - 74, 1985.
 43. 장요한 : 저온용융 gutta-percha 주입 근관충전법의 근관폐쇄효과. *경북대학교 치의학석사학위논문*, 1988.
 44. Powers, J.M. and Craig, R.G. : A review of the composition and properties of endodontic filling materials. *J. Mich. Dent. Assoc.*, 61 : 523 - 531, 1979.
 45. Branstetter, J. and von Fraunhofer, J.A. : The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements : a review of the literature. *J. Endo.*, 8 : 312 - 316, 1982.
 46. Allison, D., Weber, C. and Walton, R. : The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. *J. Endo.*, 5 : 298 - 304, 1979.
 47. Mullaney, J.P. : Instrumentation of finely curved canals. *Dent. Clin. North Am.*, 23 : 575 - 592, 1979.
 48. Ingle, J.I. and Taintor, J.F. : *Endodontics.*, 3rd ed., Philadelphia, Lee & Febiger, 1985, pp200 - 204.
 49. Siskin, M. : Obturation of the root canal. *Dent. Clin. N. Amer.*, p.871, 1957. cited from 19.
 50. Schoeffel, J.G. and Yee, F.S. : Root canal obturation utilizing the PAC-160 method of thermoplastic injection molding. presented at the American Association of Endodontics Meeting. Toronto, April 1984. cited from 38.
 51. Michanowicz, A.E., Czonstkowsky, M. and Peisco, N.P. : Low-temperature (70°C) injection guttapercha : A scanning electron microscopic investigation. *J. Endo.*, 12 : 64 - 67, 1986.
 52. Wong, M., Peters, D.D. and Lorton, L. : Comparison of gutta-percha filling techniques, compaction (mechanical), vertical (warm) and lateral condensation techniques. part I. *J. Endo.*, 7 : 551 - 558, 1981.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1. A specimen of step-back prepared canals obturated by means of injection thermoplasticized gutta-percha without sealer. (x6.62)
- Fig. 2. A specimen, when sealer was not used in association with injection thermoplasticized gutta-percha in the step-back prepared canals. (x6.62)
- Fig. 3. A specimen of step-back prepared canals obturated by means of injection thermoplasticized gutta-percha with zinc oxide eugenol sealer of the consistency of 62.45mm spread on the glass shab at loading the 120g^m of weight from the top glass for ten minutes after mixing. (x6.62)
- Fig. 4. A specimen of step-back prepared canals obturated with injection thermoplasticized gutta-percha with sealer of the consistency of 62.45mm spread on the glass slab. (x6.62)
- Fig. 5. A specimen of the same canals obturated by means of injection thermoplasticized gutta-percha using sealer of the consistency of 46.80mm spread for ten minutes after mixing. (x6.62)
- Fig. 6. A specimen of step-back prepared canals obturated by means of injection thermoplasticized gutta-percha with sealer of the consistency of 28.95mm spread between two glasses for ten minutes after mixing. (x6.62)
- Fig. 7. A specimen of step-back prepared canals obturated with the same gutta-percha using sealer of the consistency of 28.95mm spread. (x6.62)
- Fig. 8. A specimen of the same canals obturated by the same method using the sealer of consistency of 22.60mm spread. (6.62)

논문 사진부도 ①



논문 사진부도 ②

