

Thermafil 충전법의 근관폐쇄성에 관한 연구

서울대학교 치과대학 치과보존학교실

박찬제 · 여인호 · 임성삼

Abstract

A STUDY ON THE SEALING ABILITY OF THE THERMAFIL ENDODONTIC OBTURATION TECHNIQUE

Chan-Je Park, D.D.S., In-Ho Yo, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
Sung-Sam Lim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

The purpose of this study was to evaluate the apical sealing ability of the Thermafil endodontic obturation technique and to compare it with lateral condensation technique.

42 straight canals from extracted human anterior teeth and 42 curved canals ($>25^\circ$) from maxillary and mandibular molar teeth were selected. And 80 of them were divided into four groups, 20 canals respectively. The teeth in prior two groups had straight canals and the other two groups had curved canals. The rest of four canals served as positive and negative controls. After resecting anatomical crowns, all canals were prepared using a standard step-back technique. Lateral condensation was used to obturate two groups, one group of straight ones the other curved. And Thermafil obturators were also used in the same two groups. Obturated teeth were infiltrated by India ink for a week, decalcified and cleared with 5% nitric acid and methyl salicylate.

The apical leakage and the frequency of filled lateral and accessory canals were measured with stereomicroscope and also apical extrusion of sealer and gutta-percha and obturation time were checked and the data were analyzed statistically (one-way ANOVA, t-test, Chi-square test).

The results were as follows :

1. There was no significant difference in the degree of dye penetration between Thermafil

* 본 연구는 94년도 서울대학교 병원 임상연구비 지원에 의해 이루어 졌음.

and lateral condensation groups($p>0.05$).

2. Apical extrusion of sealer and gutta-percha occurred significantly more often with Thermafil obturators in straight canals($p<0.05$), but not significantly different in curved canals($p>0.05$).
3. Canal obturation time with Thermafil obturators was significantly faster than lateral condensation($p<0.05$).
4. The Thermafil groups showed a higher frequency of filled lateral and accessory canals than in the lateral condensation groups. But the difference was not statistically significant ($p>0.05$).

Key words : Thermafil obturators, lateral condensation, dye penetration, clearing method

I. 서 론

근관치료의 성공은 세심한 근관형성과 근관의 3차원적 밀폐 그리고 미세 누출이 없는 치관 수복에 기초를 두고 있다¹⁾. 부적절한 근관충전은 근관치료 실패의 가장 주요한 원인이며, 근관치료 실패의 약 60%가 불완전한 근관충전에 기인하며²⁾ 이는 불량한 근관충전이 결과적으로 치근단 누출을 야기하기 때문이다^{3,4)}.

1867년 Bowman에 의해 소개된 이래 gutta-percha는 현재 가장 널리 사용되고 있는 근관 충전제이며⁵⁾ 불활성, 낮은 조직자극성, 가열시 가소화되는 등의 장점을 지니고 있다⁶⁾. gutta-percha를 이용한 여러 가지 충전법이 소개되고 있으며 주로 사용되고 있는 방법은 측방가압법이다⁷⁾.

측방가압법은 근관의 불규칙성과 근관의 만곡에 의해 적용이 어렵게 되며, 또한 치근을 파절⁸⁾시킬 수도 있다. gutta-percha의 열가소성을 이용한 충전방법은 치근에 가해지는 stress를 감소시키며 효율적으로 사용될 수 있다. 그러나 Warm vertical condensation⁹⁾은 충전시간이 길고 방법이 어렵다는 단점이 있으며, automated thermatic condensation¹⁰⁾은 신속하고 효과적이거나 열을 많이 발생시킬 수 있다. Warm injected moulded method¹¹⁾는 기술적인 면에 영향을 많이 받고 고가의 장비를 필요로

한다.

1978년 Johnson은 stainless steel file과 연화된 gutta-percha를 이용한 근관 충전법을 발표하였다¹²⁾. 열에 의해 연화된 α -phase의 gutta-percha를 입힌 file을 근관 내에 삽입함으로써 충전하는 방법이며, Johnson은 이 방법으로 성공적인 결과를 얻었다.

그후 Johnson의 방법은 개량되어 1988년 Thermafil Endodontic Obturators(Tulsa Dental Products, U.S.A.)로써 상품화되었다. 현재 시판되고 있는 Thermafil Obturation system은 stainless steel이나 titanium 혹은 plastic carrier에 α -phase의 gutta-percha를 입힌 Thermafil obturators와 근관충전시 알맞은 size의 Thermafil obturator를 선택하기 위한 Size Verification Carriers 및 Thermafil obturator를 연화시키기 위한 ThermaPrep oven으로 구성되어 있다. Thermafil obturator를 사용한 충전법은 우수한 충전효과, 짧은 충전시간 및 우수한 길이 조절 능력 등의 장점을 지니고 있다고 주장하고 있다¹³⁾.

최근 Thermafil 충전법에 관한 많은 연구가 있어 왔다. Beatty 등¹⁴⁾은 발거한 견치에서 염료 누출 연구를 통해 Thermafil 충전법이 측방가압법보다 근관밀폐효과가 우수하다고 보고한 반면, Lares와 ElDeeb¹⁵⁾은 견치와 대구치에서 Thermafil과 측방가압법의 치근단 누출을 비

교하여 전치의 경우는 측방가압법이 근관밀폐 효과가 우수하였으나 대구치의 경우는 두 방법간에 별다른 차이가 없다고 보고하였다. 이후 Haddix 등¹⁶⁾은 Thermafil의 치근단 누출과 과잉충전을 보고하였고, Chohayeb^{17,18)}는 단근치에서 Thermafil과 측방가압법의 근단폐쇄성과 Thermafil plastic과 metal obturator의 과잉충전을 비교한 바 있으며, Scott 등^{19,20)}은 전치에서 Thermafil의 과잉충전과 치근단 누출, 충전시간 등을 보고하였다. McMurtrey 등²¹⁾과 Barkins와 Montgomery²²⁾는 만곡된 근관에서 Thermafil과 측방가압법의 치근단 누출을 비교하였으며, Hata 등²³⁾은 대구치에서 sealer의 사용 여부에 따른 Thermafil과 측방가압법의 치근단 누출을 비교하였다. Clark와 ElDeeb²⁴⁾은 단근치와 대구치를 이용하여 Thermafil plastic obturator와 metal obturator, 그리고 측방가압법간의 치근단 누출과 과잉충전, 측방근관과 부근관에 대한 충전효과를 비교하였으며, Fabra-Campos²⁵⁾는 단근치와 대구치에서 근관형성 크기를 달리해서 Thermafil과 측방가압법의 치근단 누출을 비교하였다. Juhlin 등²⁶⁾은 레진 모형에서 Thermafil의 충전효과를 관찰하고 치근단부의 과잉충전을 보고하였으며, Gutmann 등^{27,28)}은 Thermafil의 치근단 누출과 과잉충전을 보고하였고, Dummer 등^{29,30)}은 Thermafil metal과 plastic obturator를 이용하여 치근단 누출과 과잉충전, 충전속도 등을 측방가압법과 비교하였으며, Leung과 Gulabivala³¹⁾는 근관의 만곡도가 Thermafil 충전법의 치근단 누출에 미치는 영향을 보고한 바 있다.

이상의 여러 연구에서 그 결과는 상이하게 나타나고 있으며, 초기의 실험에서는 metal carrier로 된 Thermafil obturator를 알콜램프 상에서 적당히 연화시켜 근관 내에 충전하였고 sealer의 사용도 근관 입구에만 제한하였으나, 현재는 plastic carrier로 된 obturator와 일정한 온도로 연화시킬 수 있는 ThermaPrep oven을 많이 사용하고 있으며, sealer의 사용법도 개선되어 근관 전체에 골고루 도포하도록 추천되고 있다¹³⁾. 이에 저자는 국내에서는 아직 그 연구가 미비한 Thermafil 충전법의 근관폐쇄

성에 관하여 조사하고자 발거된 치아를 사용하여 직선근관과 만곡근관을 각각 Thermafil plastic obturator와 측방가압법으로 근관충전한 후 색소침투법과 투명표본을 이용하여 치근단으로부터의 미세누출과 과잉충전, 충전소요시간, 측방근관과 부근관의 충전효과를 관찰, 비교한 결과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

최근에 발거한 치아 중 치근단이 완전히 형성되고 직선근관을 가진 상하악 전치 42개와, Schneider³²⁾의 방법에 따라 근관의 만곡도를 측정하여 25도 이상의 만곡도를 갖는 상악 대구치 협측 근관과 하악 대구치 근심 근관 42개를 실험 대상으로 하였다.

근관 확대를 위해 K-file(Mani, Japan)과 Gate-Glidden drill(Maillefer, Switzerland)을 사용하였고, 근관충전 시에는 ThermaPrep Oven(Tulsa Dental Products, U.S.A.)과 #2, #3 finger spreader(Pierce, Japan)와 #5, #7 plugger(Hu-Friedy, U.S.A.)를 사용하였다. 근관충전재료는 #25, #40 Thermafil plastic obturator(Tulsa Dental Products, U.S.A.)와 #25, #40 gutta-percha cone(Shinsung, Korea), accessory cone(Shinsung, Korea)을 사용하였으며, sealer로는 Sealapex(Kerr, U.S.A.)를 사용하였고, 근관외동은 IRM(Dentsply, U.S.A.)을 사용하여 폐쇄시켰다. 색소침투 정도는 black India ink(Winsor & Newton, #951, England)와 투명표본을 만들어 평가하였다(Table 1).

2. 실험방법

(1) 근관형성

발거한 치아는 즉시 10% Formalin 용액에 저장하였고 근관형성 하기 전에 3.5% NaOCl 용액에 48시간 동안 넣어 치근에 부착된 조직을 제거한 후 증류수에 보관하였다.

Table 1. Instrument and materials used in this experiment.

Instruments & materials	Manufacturer
K-type file	Mani., Japan
Thermafil plastic obturator	Tulsa Dental products, U.S.A.
ThermaPrep Oven	Tulas Dental Products, U.S.A.
Sealapex	Kerr, U.S.A.
Gutta-percha cone	Shinsung, Korea
Accessory cone	Shinsung, Korea
Finger Spreader	Pierce, Japan
Plugger	Hu-Friedy, U.S.A.
IRM	Dentsply, U.S.A.
Black India ink	Winsor & Newton, #951, England

Table 2. Number of tooth and filling techniques used in this study.

Group	N	Curvature	Filling Technique
1	20	Straight	LC
2	20	Straight	TH
3	20	Curved (>25°)	LC
4	20	Curved (>25°)	TH

* TH : Thermafil

* LC : Lateral condensation

* N : Number of canals

근관형성 및 충전을 쉽게 하기 위해 모든 실험 치아의 치관은 diamond point로 백악-법랑 경계(cemento-enamel junction)에서 절제해 내고 #10 K-file로 근관을 확인하였다. 근관의 작업장은 근단공에 #10 K-file이 보이는 길이에서 1mm 짧게 정하고 근관형성을 시행하였고 근관형성 도중 #10 K-file로 계속 근단공을 확인하며 시행하였다. 근관 세척액으로는 3.5% NaOCl을 사용하였으며, 직선근관에서 Master apical file은 40번으로 하였고 만곡근관에서는 25번으로 하였다. 그후 3단계 큰 file까지 step-back 방법에 의해 근관을 형성한 다음, #2, 3, 4, 5 Gate-Glidden drill로 근관 입구에서 치근단 1/3 부위까지 근관을 확대 형성하였다. 근관의 형성이 완성된 치아는 다시 #15 K-file을 작업장보다 1mm 길게 삽입하여 치근단공을 완전히 개방시킨 후 근관을 3.5% NaOCl로 철저히 세척한 다음 paper point로 건조하였다.

(2) 실험군의 분류

근관의 형성이 완료된 치아는 무작위로 직선근관과 만곡근관을 각각 20개씩 2군으로 분류하여 4군이 되게 하였다(Table 2). 양성대조군과 음성대조군으로는 각각 2개의 치아를 사용하였으며 근관충전은 시행하지 않았다. 대조군을 제외한 분류된 모든 치아는 Master apical file을 사용하여 근관벽 전체에 같은 양의 sealer를 얇게 도포하여 주었다.

제1군 : 직선근관을 측방가압법으로 충전한 군

제2군 : 직선근관을 Thermafil plastic obturator로 충전한 군

제3군 : 만곡근관을 측방가압법으로 충전한 군

제4군 : 만곡근관을 Thermafil plastic obturator로 충전한 군

대조군 : 근관충전을 시행하지 않음

(3) 근관충전

측방가압법을 이용하여 충전하는 40개의 근관은 최종 근관확대한 file과 동일한 번호의 gutta-percha cone(master cone)을 선택하여 치근단 부위에서 tug-back 감각을 느끼도록 조절한 후 finger spreader와 다수의 accessory cone을 사용하여 근관충전을 완료하였다.

나머지 40개의 근관은 Thermafil 방법으로 충전하였는데 충전하기 전 크기 검증용 kit를 이용하여 알맞은 크기의 Thermafil을 선택하였다. 본 실험에서는 plastic core를 가진 Thermafil을 사용하여 충전하였으며, Thermafil의 gutta-percha 부분은 가열장치(ThermaPrep oven)에 두어 적당한 시간 동안 연화시킨 후 근관의 작업장 길이만큼 삽입하여 냉각시켰다. 남은 shaft는 low speed round bur를 이용하여 잘라내었으며 plugger를 사용하여 gutta-percha를 수직가압하여 주었다.

(4) 색소침투도 측정

충전 후 과잉의 gutta-percha를 근관 입구에서 제거하고 IRM으로 외동을 폐쇄한 후, sealer가 경화되도록 실온에서 48시간 동안 100% 상대습도 하에 보관하였다. 모든 실험치아는 치근단공 주위 2mm만을 제외한 나머지 치근 부위에 nail varnish를 2회 도포하여 주었다. 음성대조군으로 사용한 2개의 치아는 치근단공을 포함하여 전 치근면에 nail varnish를 도포하였다.

대조군을 포함한 모든 치아를 India ink에 1주일간 보관한 후 흐르는 물로 씻어 내고, 5% nitric acid에 1주일간 넣어 탈회시키고, 80%, 90%, 95%, 100% 알코올로 각각 1일간씩 탈수시킨 뒤, methyl salicylate에서 clearing시키는 과정을 거쳐 투명표본을 제작하였고, 색

소침투 정도를 눈금자가 부착된 입체현미경(WILD MPS51 HEER BRUGG, Switzerland)을 이용하여 10배의 배율로 관찰, 측정하였다. 색소침투도는 one-way ANOVA를 이용하여 통계처리하였다.

(5) 충전시간 측정

근관 내에 sealer를 도포한 후 충전을 시작한 때부터 시작하여 과잉의 gutta-percha를 제거하기 전까지의 단순히 충전에 소요된 시간만을 측정하였으며, t-test를 이용하여 통계처리하였다.

(6) 치근단부의 과잉충전 관찰

치근단부의 과잉충전 여부는 단순한 yes/no scheme을 이용하여 충전 동안 sealer와 gutta-percha가 치근단공으로 과잉충전될 때마다 그 횟수를 기록하였고, Chi-square test를 이용하여 통계처리하였다.

(7) 측방근관이나 부근관의 충전효과 관찰

입체현미경 하에서 측방근관이나 부근관의 존재 유무를 확인하고 이의 충전비율을 계산하였다.

III. 실험성적

1. 치근단 미세누출

각 군별로 측정된 평균 색소침투도는 Table 3과 Fig. 1에 나타나 있다. Thermafil 충전법과 측방가압법 모두 직선근관에서보다 만곡근관에서 더 큰 치근단 미세누출을 나타내었으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($P>0.05$). 직선근관에서는 측방가압법을 사용한 제

Table 3. Comparison of dye penetration(mm) for four experimental groups.

Group	N	Mean± S.D.	Duncan's Multiple-range Test
1	20	0.16± 0.36	No two groups are significantly different at the 0.05 level.
2	20	0.27± 0.51	
3	20	0.61± 1.05	
4	20	0.40± 0.70	

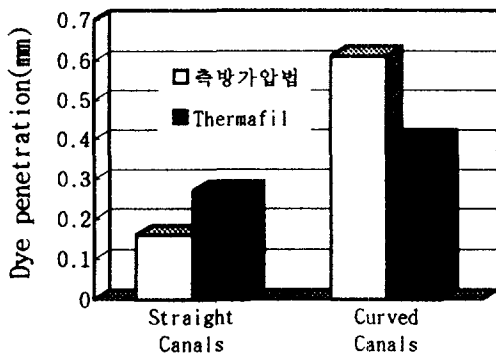


Fig. 1. Mean leakage of dye penetration of straight and curved canals

1군이 Thermafil을 사용한 제2군보다 색소침투 거리가 더 작게 나타났고, 만곡근관에서는 Thermafil을 사용한 제 4군이 측방가압법을 사용한 제 3군보다 색소침투 거리가 더 작게 나타났으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($P>0.05$). 대조군으로 사용한 치아 중 치근면 전체에 varnish를 도포한 2개의 치아에서는 색소침투를 보이지 않았으며 치근단 주위에 varnish를 도포하지 않은 2개의 치아에서는 근관 전체에 걸쳐 색소침투를 나타내었다.

2. 과잉충전

직선근관과 만곡근관 모두에서 Thermafil로 충전한 군이 측방가압법으로 충전한 군보다

sealer와 gutta-percha의 과잉충전 횟수가 더 많이 관찰되었다(Table 4, 5).

직선근관에서는 Thermafil로 충전한 제 2군이 측방가압법으로 충전한 제 1군보다 통계학적으로 유의하게 많은 과잉충전을 나타내었으나 ($P<0.05$), 만곡근관에서는 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다($P>0.05$).

3. 충전소요시간

직선근관에서 측방가압법으로 충전한 제 1군은 1.62 ± 0.34 분이 소요되었고 Thermafil로 충전한 제 2군은 0.27 ± 0.04 분이 소요되었으며, 만곡근관에서 측방가압법으로 충전한 제 3군은 0.98 ± 0.11 분이 소요되었고 Thermafil로 충전한 제 4군에서는 0.26 ± 0.05 분이 소요되었다 (Table 6). 직선근관과 만곡근관 모두에서 Thermafil로 충전한 군은 측방가압법으로 충전한 군보다 충전에 소요된 시간이 통계학적으로 유의하게 적었다($P<0.05$).

4. 측방근관과 부근관의 충전효과

측방근관 혹은 부근관이 충전된 비율은 Table 7에서 보는 바와 같다. Thermafil로 충전한 2, 4군에서는 92%의 충전비율을 나타내어 측방가압법으로 충전한 1, 3군의 75%보다 다소 높은 충전비율을 보였으나 두 군간에 통계학적으로 유의할 만한 차이는 보이지 않았다($P>0.05$).

Table 4. Comparison of sealer and gutta-percha extrusion between lateral condensation and Thermafil obturators in straight canals.

	Lateral condensation	Thermafil obturators
Sealer		
Yes	5	12
No	15	8
Total	20	20
	$\chi^2=5.01 P<0.05$	
Gutta-percha		
Yes	1	6
No	19	14
Total	20	20
	$\chi^2=4.33 P<0.05$	

Table 5. Comparison of sealer and gutta-percha extrusion between lateral condensation and Thermafil obturators in curved canals.

	Lateral condensation	Thermafil obturators
Sealer		
Yes	9	11
No	11	9
Total	20	20
	$\chi^2=0.4$ $P>0.05$	
Gutta-percha		
Yes	2	5
No	18	15
Total	20	20
	$\chi^2=1.56$ $P>0.05$	

Table 6. Filling time of the each group (min).

Group	N	Mean± S.D.
1	20	1.62± 0.34
2	20	0.27± 0.04
3	20	0.98± 0.11
4	20	0.26± 0.05

Table 7. Incidence of filled lateral and accessory canals.

Obturation Technique	Group	Teeth with LACs	Number of LACs	Filled LACs
LC	1, 3	7	8	6(75%)
TH	2, 4	9	12	11(92%)

* LACs : lateral or accessory canals

IV. 총괄 및 고안

근관충전의 목적은 근침에서부터 치관부까지의 전 근관계를 불활성 재료로서 밀폐하여 치근단 및 치근 주위 조직과의 통로를 차단시킴으로서 근관의 재감염을 방지하는데 있으며³³⁾, 변연누출 정도를 검사하는 것이 근관폐쇄 효과를 평가하는 데 널리 이용되는 방법이다. 본 실험에서는 근관충전 기술을 한 치아에 India ink를 침투시킨 뒤 투명표본을 제작하여 근관 폐쇄효과를 비교하였다.

변연누출 검사법에는 색소침투법, 방사선 동위원소법, 미생물법, 전기화학법, 주사전자

현미경법 등 다수가 있으며, 이 중 색소침투법은 선상침투를 직접 관찰할 수 있고, 조작이 용이하며, 가격이 저렴하고, 특별한 장비와 재료가 필요 없기 때문에 흔히 사용되고 있다. Matloff등³⁴⁾은 methylene blue와 3종의 방사선 동위원소의 투과력을 비교한 결과 색소침투법이 방사선 동위원소법보다 우수하다고 하였다.

투명표본 제작은 시간이 많이 걸리고 탈회시 탈회 정도를 알기 힘들며, 탈수가 완전히 되지 않은 상태에서는 불투명한 부위가 생기는 단점은 있으나, 제작이 간단하고 색소침투 양상을 3차원적으로 관찰할 수 있으며, 충전된 gutta-percha의 윤곽도 알 수가 있어서 O'Neill

등³⁵⁾은 색소침투도 검사에 있어서 투명표본이 치아를 절단하는 방법보다 효과적이라 하였다. Kwan과 Harrington³⁶⁾에 의하면 탈회 과정 중 치아의 유기질이 소실되어 수축이 발생하고, sealer가 용해된다. 또한 산에 의한 sealer의 용해는 근관 내에서 별 영향이 없고, 특히 색소침투를 위해 사용된 India ink에는 영향이 없어 근관폐쇄성을 상대적으로 비교, 측정하는데에는 별 문제가 없는 것으로 주장하고 있다.

Benner 등³⁷⁾은 치관을 절제하면 치근단으로의 접근이 용이하여 근관형성 시 기구 사용을 쉽고 균일하게 할 수 있고 근관충전 시 기구 깊이를 삽입할 수 있다고 하였다. 본 실험에서도 치아의 치관을 절제하여 사용하였는데, 투명표본 제작 시 탈회 시간을 줄일 수 있고 탈회 정도를 균일하게 할 수도 있었다.

Thermafil에 사용된 α -phase gutta-percha는 보통 사용되는 β -phase의 gutta-percha와 같은 화학 조성을 가지고 있으나, 열에 의해 연화되면 뛰어난 유동성을 가지게 되며 wetting 현상을 나타내어 carrier에 부착하게 된다. 이러한 wetting 현상은 gutta-percha가 carrier에 벗겨지지 않고 근침부까지 운반될 수 있게 해준다²²⁾.

Beatty 등¹⁴⁾은 발거한 상하악 견치에 근관충전한 후 색소침투법으로 관찰한 결과 Ultrafil과 Thermafil 충전법간에는 차이가 없으나 두 방법 모두 단일 gutta-percha 충전법이나 측방가압법보다 근관밀폐효과가 우수하였다고 보고하였다. 그러나 Lares와 ElDeeb¹⁵⁾은 견치의 경우는 측방가압법이 Thermafil 충전법보다 근관밀폐효과가 우수하였으며 대구치의 경우는 두 방법간에 별다른 차이가 없었다고 하여 Beatty 등¹⁴⁾의 보고와 상반된 보고를 한 바 있다. 이들은 Thermafil로 충전한 경우 작은 만곡근관보다 큰 직선근관에서 더 많은 누출이 나타났는데 이는 열가소화된 gutta-percha가 mass shrinkage를 일으켜서 충전재의 부피가 작은 만곡근관에서는 상대적으로 수축이 적게 일어나고 누출이 감소하게 된다고 추론하였다.

Schneider³⁸⁾는 직선근관과 만곡근관에서의 근관형성 시의 차이를 연구하여 만곡근관에서 근관의 균일한 형성이 어렵다고 보고하였으며,

Mann과 McWalter³⁸⁾는 직선근관과 만곡근관에서 측방가압법과 열가소성 gutta-percha법간의 충전효과를 비교하여 근관의 만곡도에 따른 충전효과의 차이는 없다고 보고한 바 있다. Clark와 ElDeeb²⁴⁾은 직선근관과 만곡근관을 측방가압법과 Thermafil obturator로 충전하여 비교한 결과 치근단 폐쇄효과는 근관의 크기나 만곡도에 영향을 받지 않는다고 보고하였다. McMurtrey 등²¹⁾은 30° 이상의 만곡된 근관에서 Thermafil과 측방가압법의 치근단 미세누출을 관찰, 비교한 결과 두 방법간에 차이가 없었다고 보고하였으며, Barkins와 Montgomery²²⁾는 만곡근관을 Canal Master-U system으로 형성한 후 실험하여 두 방법간에 색소침투도에 있어서 유의한 차이는 없었으며 만곡도와 색소침투도 사이에는 유의한 관련성이 없다고 보고하였다. Dummer 등²⁹⁾은 직선근관과 만곡근관에서 Thermafil 충전법과 측방가압법의 색소침투도의 차이는 없다고 보고하였다.

Leung과 Gulabivala³¹⁾는 25° 이상의 만곡근관에서 Thermafil 충전법이 측방가압법보다 근관폐쇄효과가 우수하다고 보고하였으며 이것은 만곡근관에서는 측방가압법의 수행이 어려운 반면 Thermafil 충전법은 술식의 간단함으로 인해 이러한 어려움을 극복하기 때문이라고 설명하였다. Dummer 등³⁰⁾도 만곡근관에서 Thermafil의 우수성을 보고한 바 있다.

본 실험에서는 직선근관과 만곡근관 모두에서 측방가압법과 Thermafil 충전법간의 치근단 미세누출에 있어서 유의한 차이가 없었으며 이는 Dummer 등²⁹⁾의 결과와 일치하였다. 또한 근관의 만곡도와 치근단누출 사이에는 유의한 관련성이 없었다.

Thermafil 충전법과 측방가압법의 치근단 미세누출에 관한 다수의 연구가 있어 왔으나 그 결과는 상이하게 나타났으며, 이와 같은 차이는 실험 표본과 실험 과정, 술자의 기술 등의 변수에 기인하는 것으로 보여진다. Thermafil 충전법의 초기 실험에서는 metal obturator를 개방된 화염에서 가열하고 sealer는 근관의 치관부 2-3mm에만 도포하였으나 본 실험에서는 plastic obturator를 ThermaPrep

oven에서 균일하게 가열하였으며, sealer를 근관 전체에 균일하게 도포하였다.

대부분의 연구에서 Thermafil 충전 시 gutta-percha와 sealer의 과잉충전을 보고하였으며^{16, 16, 19, 24, 27, 28, 29)}, 본 실험에서도 유사한 결과를 얻었다. 다만 McMurtrey 등²¹⁾은 Thermafil이 우수한 길이 조절 능력을 지니고 있다고 보고하고 있다. Thermafil 충전 시 과잉충전은 Thermafil gutta-percha의 유동성이 크다는 것을 반증하기도 한다²¹⁾. 과잉충전된 재료는 치근단 조직을 자극하고, 근관치료의 예후를 불량하게 한다. 본 실험에서는 #15 file로 치근단부의 patency를 유지하였으며, 이와 같은 과정이 충전재의 과잉충전을 유발한 것으로 생각된다. 그러나 임상적으로는 치근막, 골, 만성병리조직 등과 같은 해부학적 barrier와 상아질이나 calcium hydroxide plug에 의해 만들어지는 apical barrier가 존재하므로 크게 문제될 것 같지는 않다. Haddix 등¹⁶⁾과 Scott와 Vire¹⁹⁾는 과잉충전을 막기위해 Thermafil 충전법에서 dentinal plug를 apical barrier로 이용할 것을 추천하였다.

두 방법간의 가장 큰 차이 중의 하나는 충전소요시간이었다. 본 실험에서 Thermafil 충전법은 측방가압법보다 근관충전에 소요된 시간이 훨씬 적게 나타나 Dummer 등^{29, 30)}의 실험과 유사한 결과를 보였으나, Scott 등²⁰⁾은 두 방법의 충전 소요시간에는 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 비록 충전소요시간 자체는 충전법을 평가하는데 있어서 가장 중요한 기준은 아니지만 전체적인 평가의 일부가 되어야 한다. 본 실험에서 carrier를 제거하는 시간을 포함시키지는 않았으나 이 시간을 포함시켜 생각하더라도 Thermafil 충전법은 가장 신속하고 간단한 방법으로 여겨진다.

측방근관과 부근관의 존재는 질병 과정과 치료를 복잡하게 하며 근관치료의 실패를 야기할 수도 있다. 본 실험에서 Thermafil 충전법과 측방가압법의 측방근관과 부근관의 충전 효과는 유의한 차이가 없었으며, 두 방법 모두 측방근관이나 부근관을 충전할 수 있었다. 그러나 Clark와 ElDeeb²⁴⁾은 주근관이 잘 충전된

상태에서 모든 측방근관이나 부근관이 완전히 충전되어야 한다는 필요성에 대해 의문을 제기하고 있으며, 근관치료의 전체적인 성공은 충전방법과 측방근관의 발생빈도에 의존하지 않으며 그 중요성이 크지 않다고 보는 견해도 있다³⁰⁾.

Thermafil obturator로 충전된 근관의 재치료에 관한 보고는 다양하게 나타나고 있다. Wilcox와 Juhlin⁴⁰⁾은 측방가압법과 비교하였을 때 Thermafil의 재치료 시 근관 내에 유의하게 많은 양의 gutta-percha가 남는다고 보고하였다. 또한 Wilcox⁴¹⁾는 재치료 시 용해제를 사용한 것과 사용하지 않은 것을 비교하여, Thermafil 재치료의 적절성은 gutta-percha를 제거하는 방법보다 metal carrier를 얼마나 쉽게 제거할 수 있는가에 달려 있다고 보고하였다. Imura 등⁴²⁾은 용해제와 Gate-Glidden bur를 사용하여 재치료한 결과 측방가압법으로 충전된 근관과 Thermafil plastic obturator로 충전된 근관 사이에 남아 있는 gutta-percha와 sealer의 양에는 유의한 차이가 없다고 보고하였다.

이상의 여러 연구와 본 실험 결과에 의하면 Thermafil 충전법은 치근단 미세누출과 측방근관이나 부근관의 충전효과 면에서 측방가압법을 대치할 만하며 적절히 사용될 때 근관을 정확하고 빠르게 충전할 수 있다. 그러나, Thermafil의 과잉 충전과 재치료의 어려움 등에 대한 지속적인 연구와 개선이 필요한 것으로 생각된다.

V. 결 론

저자는 Thermafil 충전법의 근관폐쇄성을 평가하기 위해 42개의 직선근관과 42개의 만곡근관을 선택하여 치관부를 절제하고 통법에 따라 근관형성을 시행한 다음 80개의 근관은 20개씩 4개의 실험군으로, 나머지 4개의 근관은 대조군으로 사용하였다. 제 1군과 제 2군은 직선근관을, 제 3군과 제 4군은 만곡근관을 각각 측방가압법과 Thermafil plastic obturator로 충전하였고 대조군은 근관충전을 시행하지 않았다. 충전 후 치아를 India ink에 보관한

다음 투명표본을 제작하였고, 색소 침투 정도와 치근단부의 과잉충전 정도, 근관충전에 소요된 시간, 측방근관이나 부근관의 충전효과 등을 비교, 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 직선근관에서는 Thermafil이, 만곡근관에서는 측방가압법이 다소 많은 치근단 누출을 보였으나 모든 군에서 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).
2. 직선근관에서 Thermafil 충전법이 측방가압법보다 치근단부 과잉충전이 유의하게 많이 발생하였으나($p<0.05$), 만곡근관에서는 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).
3. Thermafil 충전법은 측방가압법보다 근관 충전 속도가 빨랐다($p<0.05$).
4. 측방근관과 부근관의 충전효과는 Thermafil로 충전한 군이 측방가압법으로 충전한 군 보다 다소 우수하였으나 두 군간에 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

참고문헌

1. Glickman GN, Gutmann JL : Contemporary perspectives on canal obturation. Dent Clin North Am. 36 : 327-351, 1992.
2. Ingle JI, Beveridge EE : Endodontics. 3rd Ed. Lea & Febiger. 223-307, 1985.
3. Dow PR, Ingle JI : Isotope determination of root canal failure. Oral Surg. 8 : 1100-1104, 1955.
4. Beatty RG, Zakariasen KL : Apical sealing efficacy of endodontic instrumentation and obturation techniques. J Dent Res. 65 : 183, 1985.
5. Cohen S, Burns RC : Pathways of the pulp. 6th Ed. Mosby. 225, 1994.
6. Weine FS : Endodontic therapy. 3rd Ed. Mosby. 345-348, 1982.
7. Dummer PMH : Comparison of undergraduate endodontic teaching programmes in the United Kingdom and in some dental

- schools in Europe and the United States. Int Endod J. 24 : 169-177, 1991.
8. Meister F, Lommel TJ, Gerstein H : Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. Oral Surg. 49 : 243-253, 1980.
9. Schilder H : Filling root canals in three dimensions. Dent Clin North Am. 11 : 723-744, 1967.
10. Hardie EM : Heat transmission to the outer surface of the tooth during the thermo-mechanical compaction technique of root canal obturation. Int Endod J. 19 : 73-77, 1986.
11. Gutmann JL, Rakusion H : Perspectives on root canal obturation with thermoplasticized injectable gutta-percha. Int Endod J. 20 : 261-270, 1987.
12. Johnson B : A new gutta-percha technique. J Endodon. 4 : 184, 1978.
13. Thermafil endodontic obturators. manufacturers instruction. 1992.
14. Beatty RG, Baker PS, Haddix JE, Hart F : The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. J Am Dent Assoc. 119 : 633, 1989.
15. Lares C, ElDeeb ME : The sealing ability of the thermafil obturation technique. J Endodon. 16 : 474, 1990.
16. Haddix JE, Jarrell M, Mattison GD, Pink FE : An in vitro investigation of the apical seal produced by a new thermoplasticized gutta-percha obturation technique. Quint Int. 22 : 159, 1991.
17. Chohayeb AA : Comparison of conventional root canal obturation technique with thermafil obturators. J Endodon. 18 : 10, 1992.
18. Chohayeb AA : Microleakage comparison of apical seal of plastic versus metal Thermafil root canal obturators. J Endodon. 18 : 613-615, 1992.

19. Scott AC, Vire DE : An Evaluation of the ability of a dentin plug to control extrusion of thermoplasticized gutta-percha. *J Endodon.* 18 : 52, 1992.
20. Scott AC, Vire DE, Swanson R : An evaluation of the thermafil endodontic obturation technique. *J Endodon.* 18 : 340, 1992.
21. McMurtrey LG, Krell KV, Wilcox LR : A comparison between thermafil and lateral condensation in highly curved canals. *J Endodon.* 18 : 68, 1992.
22. Barkins W, Montgomery S : Evaluation of thermafil obturation of curved canals prepared by the canal master-U system. *J Endodon.* 1992.
23. Hata G, Kawazoe S, Toda T, Weine FS : Sealing ability of thermafil with and without sealer. *J Endodon.* 18 : 322, 1992.
24. Clark DS, ElDeeb ME : Apical sealing ability of metal versus plastic carrier thermafil obturators. *J Endodon.* 19 : 4, 1993.
25. Fabra-Campos H : Experimental apical sealing with a new canal obturation system. *J Endodon.* 19 : 71, 1993.
26. Juhlin JJ, Walton RE, Dovgan JS : Adaptation of thermafil components to canal walls. *J Endodon.* 19 : 130, 1993.
27. Gutmann JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L : An assessment of the plastic thermafil obturation technique. Part 1, Radiographic evaluation of adaptation and placement, *Int Endod J.* 26 : 173, 1993.
28. Gutmann JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L : An assessment of the plastic thermafil obturation technique. Part 2. Material adaptation and sealability. *Int Endod J.* 26 : 179, 1993.
29. Dummer PMH, Kelly T, Meghji A, Sheikh I, Vanitchai JT : An in vitro study of the quality of root fillings in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or thermafil obturators. *Int Endod J.* 26 : 99, 1993.
30. Dummer PMH, Lyle L, Rawle J, Kennedy JK : A laboratory study of root fillings in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or thermafil obturators. *Int Endod J.* 27 : 32, 1994.
31. Leung SF, Gulabivala K : An in-vitro evaluation of the influence of canal curvature on the sealing ability of thermafil. *Int Endod J.* 27 : 190, 1994.
32. Schneider SW : A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg.* 32 : 271-275, 1971.
33. 임성삼 : 임상근관치료학. 의치학사. 131, 1994.
34. Matloff IR, Jensen JR, Singer L, Tabibi A : A comparison of methods used in root canal sealability studies. *Oral Surg.* 52 : 203-207, 1982.
35. O'Neill KJ, Pitts DL, Harrington GW : Evaluation of the apical seal produced by the McSpadden compactor and by lateral condensation with a chloroform-softened primary cone. *J Endodon.* 9 : 190-197, 1983.
36. Kwan EH, Harrington GW : The effect of immediate post preparation on apical seal. *J Endodon.* 7 : 325-329, 1981.
37. Benner MD, Peters DD, Grower M, Bernier WE : Evaluation of a new thermoplastic gutta-percha obturation technique using ⁴⁵CA. *J Endodon.* 7 : 500-508, 1981.
38. Mann SR, McWalter GM : Evaluation of apical seal and placement control in straight and curved canals obturated by laterally condensed and thermoplasticized gutta-percha. *J Endodon.* 13 : 10-17, 1987.
39. Reader CM, Himel Vt, Germain LP, Hoen MM : Effect of three obturation techniques on the filling of lateral canals and

- the main canal. *J Endodon.* 19 : 404–408, 1993.
40. Wilcox LR, Juhlin JJ : Endodontic retreatment of Thermafil versus laterally condensed gutta-percha. *J Endodon.* 20 : 115–117, 1994.
41. Wilcox LR : Thermafil retreatment with and without chloroform solvent. *J Endodon.* 19 : 563–6, 1993.
42. Imura N, Zuolo ML, Kherlakian D : Comparison of endodontic retreatment of laterally condensed gutta-percha and Thermafil with plastic carriers. *J Endodon.* 19 : 609–12, 1993.

논문 사진부도

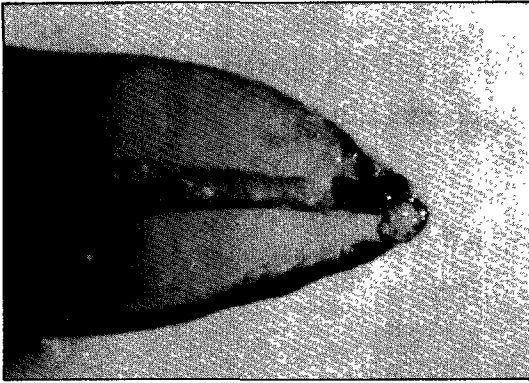


Fig. 1. Straight canal obturated with Thermafil, Showing some leakage. ($\times 10$)

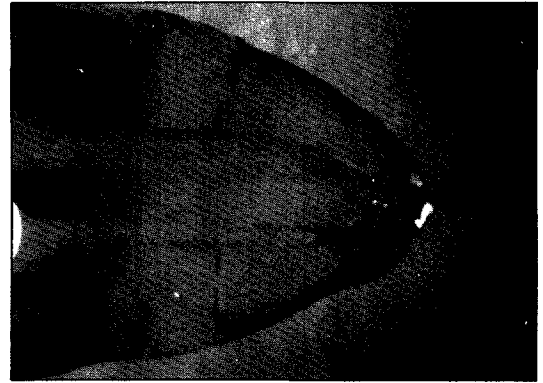


Fig. 2. Curved canals obturated with lateral condensation, showing some leakage. ($\times 10$)

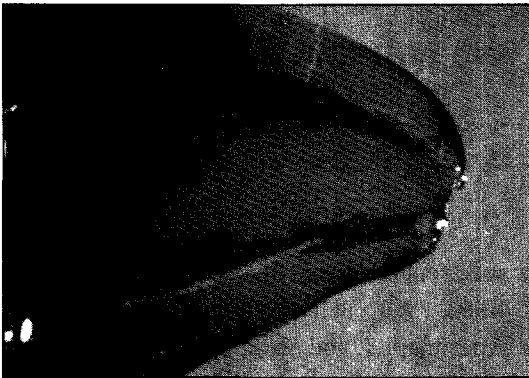


Fig. 3. Curved canals obturated with Thermafil, note no leakage. ($\times 10$)

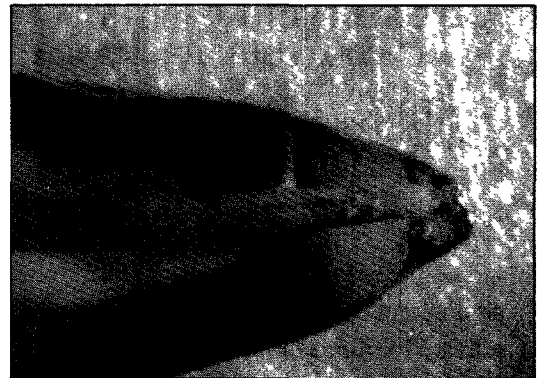


Fig. 4. Canal obturated with Thermafil, showing filled lateral canal. ($\times 10$)



Fig. 5. Canals obturated with lateral condensation, showing filled accessory canal. ($\times 10$)



Fig. 6. Canals obturated with Thermafil, showing filled accessory canal. ($\times 10$)