

만곡근관에서 Thermafil의 근단폐쇄성에 관한 실험적 연구

경희대학교 치과대학 보존학교실
하주희 · 최기운

Abstract

APICAL SEALING OF THERMAFIL OBTURATORS IN CURVED CANALS

Joo-Hee Ha, D. M. D., Gi-Woon Choi, D. D. S., M. S. D., Ph. D.
*Department of Conservative Dentistry, Division of Dentistry,
Graduate School, Kyung Hee University*

The purpose of this study was to compare the apical sealing ability, overfilling and obturation of lateral canals using two gutta-percha techniques: Thermafil obturators and cold lateral condensation. Eighty numbered epoxide blocks with one major and five lateral canals were divided into four experimental groups and obturated according to experimental groups. Four experimental groups were as follows:

- Group 1 : Filling with Thermafil plastic obturators and sealer(ThermaSeal)
- Group 2 : Filling with Thermafil plastic obturators only, without sealer(ThermaSeal)
- Group 3 : Filling using lateral condensation with sealer(AH-26)
- Group 4 : Filling using lateral condensation without sealer(AH-26)

All the blocks were stored in 100% relative humidior at room temperature for 7 days. Each block was placed in centrifuge tube filled with India ink, and then centrifuged for 20 minutes at 3,000 rpm. Apical leakage was measured from the apical foramen to the most coronal level of dye penetration in millimeter under a stereoscope. The length of gutta-percha and sealer in each of the lateral canals was measured, too. The presence or absence of overfilling of gutta-percha and sealer was recorded. The data was analyzed by one-way ANOVA.

The obtained results were as follows:

1. Apical dye leakage was almost not occurred in Group 1(filled with Thermafil and sealer) and Group 3(filled using lateral condensation with sealer), and there was no significant difference in linear leakage between two groups($p > 0.01$).
2. In both Thermafil and lateral condensation groups, linear leakage of Group 1, 3(filled with sealer) was less than that of Group 2, 4(filled without sealer), and there was no significant difference in linear leakage between Group 1, 2, 3($p > 0.01$).
3. Overfilling during obturation of Group 1, 2(filled with Thermafil) was more than Group 3, 4(filled using lateral condensation), and there was no significant difference between groups($p > 0.05$).

4. Groups filled with Thermafil had significantly more gutta-percha than groups filled using lateral condensation in all lateral canals($p < 0.01$), the total length of gutta-percha and sealer found in all lateral canals were similar in Group 1 and Group 3.

I. 서 론

근관치료의 목적은 근관의 총체적인 3차원적 충전이며¹⁾, 근관충전은 근관치료의 가장 중요한 단계이다. 3차원적으로 충전된 근관은 치근단 삼출물의 근관 내로의 누출을 차단하고 재감염을 방지하여 치근단 조직의 치유를 위한 생물학적 환경을 제공한다^{2,3)}. 부적절한 충전은 근관치료 실패의 가장 주요한 원인이며, 근관치료 실패의 60%가 바로 불완전한 근관충전에 기인하며²⁾ 이는 불량한 근관충전이 결과적으로 치근단 누출을 야기하기 때문이다^{4,5)}.

보다 효과적인 근관충전을 위하여 많은 충전 방법과 충전재료가 개발되어 왔다. Gutta-percha는 생물학적 및 기계적 특성으로 인하여 가장 널리 쓰이고 있는 충전재로서^{6,7,8)}, 조직 자극성이 적고 근관 적합성도 우수하다⁹⁾. Gutta-percha를 사용한 충전방법 중 가장 일반적인 충전방법은 측방가압충전법이다¹⁰⁾. 측방가압법은 근관충전 소요 시간이 비교적 짧지만, 측방가압법으로 충전한 최종적인 충전물은 마찰력과 cementing 물질에 의해서만 유지되는 분리된 gutta-percha cone 덩어리가 되므로 충전의 균일성이 결여되며 근관 적합성도 저하된다¹⁾. 이러한 점을 극복하고 더욱 균일한 근관 폐쇄를 위해서 gutta-percha를 연화하고 열가소화하여 불규칙한 근관형태를 충전하는 방법들이 도입되었다. 이 방법들로 더욱 균일한 근관 폐쇄가 가능하게 되었으며 근관 적합성도 우수하다. 그러나, apical barrier가 없는 경우 길이조절이 어렵고 치근단부의 과잉충전이 자주 나타나는 단점이 있다¹¹⁻¹⁵⁾. Warm vertical condensation(Schilder 1967¹⁾, Brothman 1981¹⁶⁾)은 충전 시간이 길고 기술적으로 어려우며, automated thermatic condensation(Hardie 1986¹⁷⁾, Saunders 1988¹⁸⁾)은 빠르고 효과적이거나 상당한 열이 방출됨을 관

찰한 바 있다. Warm injected moulded methods(Gutmann & Rakusin 1987)¹⁹⁾는 고가의 장비를 필요로 하며 warm lateral condensation은 근관 적합성이 향상되고²⁰⁾ 치근에 가해지는 stress도 감소됨을 보고하였다²¹⁾.

최근 Thermafil Endodontic Obturators(Tulsa Dental Products, U.S.A.)가 vertical compaction technique의 일환으로서 근관충전 분야에 도입되었다. α -phase gutta-percha를 둘러싸운 stainless steel carrier를 사용하여 한번에 충전하는 간단하고 빠르며 효과적인 충전법이다(Johnson 1978)²²⁾. Carrier는 표준화된 크기를 가지며, 탄력성이 있고, 최종 근관형성 기구와 같은 크기를 선택하여 한번에 근관을 완전히 3차원적으로 충전할 수 있다. 제조자는 충전의 질과 apical control의 우수함을 주장한다. α -phase gutta-percha는 가열되면 열가소화되어 carrier가 전체 작업길이까지 미끄러져 들어갈 수 있도록 한다. 중심 carrier는 최근들어 stainless steel 대신 plastic과 titanium으로 대체되고 있으며, 초기에는 개방된 화염으로 가열하던 것을 균일한 가열이 가능한 전기 oven을 이용하여 열가소화시킨다.

Metal carrier를 갖는 원래의 Thermafil에 대한 초기의 다수의 연구에서 Thermafil과 측방가압법의 근단폐쇄성을 비교하였다. Beatty 등²³⁾은 치근단 염료 유출 연구로 직선근관에서 Thermafil과 통법의 측방가압법, single cone technique의 근단폐쇄성을 비교하였으며, McMurtrey 등²⁴⁾은 심하게 만곡된 근관에서, Lares와 ElDeeb²⁵⁾은 견치와 대구치를 이용하여 Thermafil과 측방가압법의 치근단 누출을 비교하였으며, Haddix 등¹⁴⁾은 Thermafil의 치근단 누출과 과잉충전을 보고하였고, Chohayeb^{26,27)}은 단근치에서 Thermafil과 측방가압법의 근단폐쇄성과 Thermafil plastic과 metal obturator의 과

잉충전을 비교한 바 있으며, Hata 등²⁸⁾은 대구치에서 sealer의 사용여부에 따른 Thermafil과 측방가압법의 치근단 누출의 발생을 보고하였다. 또, Scott 등²⁹⁾은 전치에서 치근단 누출과 과잉충전을 보고하였으며, Clark 등³⁰⁾은 단근치와 대구치를 이용하여 Thermafil plastic과 metal obturator와 측방가압법 간에 치근단 누출과 과잉충진, 측방근관에 대한 충전효과를 비교하였다. Fabra-Campos³¹⁾는 단근치와 대구치에서 Thermafil과 측방가압법의 치근단 누출을 비교하였으며, Juhlin 등³²⁾은 측방가압법과 비교시에 Thermafil의 치근단부 과잉충진을 보고하였고, Guttman 등^{33,34)}도 Thermafil의 과잉충진의 예를 보고한 바 있으며, 가장 최근의 Dummer 등^{35,36)}의 연구에서는 Thermafil metal과 plastic obturator를 이용하여 치근단 누출과 과잉충진을 보고하였다.

현재 carrier는 metal에서 plastic으로 대체되는 과정 중에 있으며, 지금까지의 Thermafil의 연구가 대부분 metal obturator에 관한 것이었으므로 앞으로 plastic obturator에 관한 제반연구가 더욱 진행되어야 할 것이다.

지금까지 가장 널리 사용되어온 근관충진 방법은 근관 형태에 잘 적합할 수 있는 중심의 solid core와 함께 cementing 재료를 사용하여 충전하며, 잘 적합된 충전을 얻기 위해서는 core의 부피는 최대화하고 sealer의 부피는 최소화하는 것이 좋다. Sealer는 core가 근관벽에 잘 적합되도록 부착시키며, 근관벽과 core사이의 공간을 충전하며, core가 근관 내로 쉽게 들어갈 수 있도록 윤활작용도 한다³⁷⁾. 근단폐쇄 효과는 sealer의 사용여부와 종류에 따라서도 달라지며, 본 실험에서는 sealer의 영향을 평가하기 위해 sealer의 사용여부에 따른 근관충진 효과를 비교하고자 하였다.

복잡한 근관 내부의 구조, 특히 많은 측방근관과 부근관의 존재는 종종 질병 과정과 치료를 복잡하게 하며, 피사조직 잔사와 잔존세균은 감염원으로서 측방근관과 부근관에 남아 근관치료의 장기적 성공에 영향을 주고 종종 실패를 야기하므로, 근관치료의 성공율을 증가시키기 위해서는 이 감염된 근관들을 처리하는 것이 중요하다

³⁸⁾ 측방근관의 근관치료시의 이러한 문제점을 인식하고, 본 실험에서는 측방근관을 갖는 근관모형을 사용하여 측방근관에 대한 충전 효과도 아울러 평가해 보고자 하였다.

이상의 연구에서 여러 가지 충전 방법의 치근단 폐쇄성 및 근관 적합성을 비교하였으며, 열가소성 방법들에서 보이는 gutta-percha의 치근단부 과잉충진 및 측방근관의 충전 효과에 대하여 언급하였다. 그러나, 측방근관을 갖는 근관모형에서 Thermafil plastic obturator를 이용하여 근관충진 효과를 비교한 연구는 희소하므로, 이에 저자는 만곡된 근관모형에서 Thermafil plastic obturator와 측방가압충진법으로 근관충진 방법을 달리하여 각기 sealer를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우의 충진을 시행하고, 근단폐쇄 효과와 치근단부의 과잉충진, 측방근관의 충전 효과를 관찰, 비교한 결과 다소의 지견을 얻었으므로 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

다양한 각도로 놓인 5개의 측방근관과 20도 경사의 주근관을 갖는 80개의 plastic 근관모형(Nissin Co., Japan)을 실험에 사용하였다. 각 모형은 #55으로 형성된 주근관을 갖도록 제작하였으며, 모든 측방근관의 직경은 같다. 측방근관의 개방을 확인하기 위하여 #10 K-type file(Maillifer, Switzerland)을 사용하였고, 근관충진시에는 ThermaPrep Oven(Tulsa Dental Products, U.S.A.)과 #3, #4 spreader(Pierce, Japan)와 #5, #7 plugger(Hu-Friedy, U.S.A.)를 사용하였다. 근관충진재료 #55 Thermafil plastic obturator(Tulsa Dental Products, U.S.A.)와 #55 gutta-percha cone(SureEndo, Sureproducts, Korea), accessory cone(SureEndo, Sureproducts, Korea)을 사용하였으며, sealer로는 ThermaSeal(Tulsa Dental Products, U.S.A.)과 AH-26(De Trey Co., Switzerland)을 사용하였다. 근관입구는 Caviton(GC Co., Japan)으로 봉쇄하였고, 색소침투는 India ink(Berol Co., Germany)를 사용

하여 평가하였다.

2. 실험방법

(1) 측방근관의 개방 확인과 작업길이의 설정
#10 K-type file을 측방근관에서 주근관 쪽으로 통과시켜서 모든 측방근관의 개방을 확인하였다. 주근관의 작업길이는 #55 K-type file을 근관에 삽입하여 설정하였으며, 치근단에서부터 근관입구까지의 길이를 측정하였다.

(2) 실험군의 분류

다음과 같이 4개의 군으로 분류하여 충전하였으며, 각 군은 충전재의 종류와 방법, sealer의 사

용유무에 따라 분류하였다. 각 군당 20개씩 총 80개의 근관모형을 사용하였다(Table 2).

제 1 군 : Thermafil plastic obturator와 sealer(ThermaSeal)로 충전한 군

제 2 군 : Thermafil plastic obturator만으로 sealer(ThermaSeal)를 사용하지 않고 충전한 군

제 3 군 : 측방가압법으로 gutta-percha cone과 sealer(AH-26)로 충전한 군

제 4 군 : 측방가압법으로 gutta-percha cone만으로 sealer(AH-26)를 사용하지 않고 충전한 군

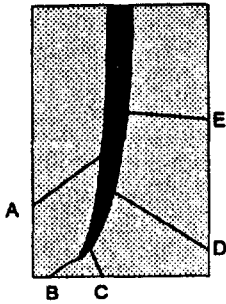


Fig. 1. Epoxide block with a main canal and five lateral canals labeled A to E

Table 2. Experimental groups

Group	N	Filling Technique	Sealer
1	20	TH	Yes
2	20	TH	No
3	20	LC	Yes
4	20	LC	No

* TH : Thermafil

* LC : Lateral condensation

N = Number of blocks

Table 1. Instruments and materials used in this experiment

Instruments & materials	Manufacturer
Plastic block	Nissin Co., Japan
K-type file	Maillefer, Switzerland
Thermafil plastic obturator	Tulsa Dental Products, U.S.A.
ThermaPrep Oven	Tulsa Dental Products, U.S.A.
ThermaSeal	Tulsa Dental Products, U.S.A.
Gutta-percha cone	Sureproducts, Korea
Accessory cone	Sureproducts, Korea
Spreader	Pierce, Japan
Plugger	Hu-Friedy, U.S.A.
AH-26	De Trey Co., Switzerland
Cavition	GC Co., Japan
India ink	Berol Co., Germany

(3) 근관충전

4개 실험군의 근관충전을 다음과 같이 시행하였다.

제 1 군은 Master apical file과 동일한 크기인 #55 Thermafil plastic carrier를 선택하여 ThermaPrep Oven으로 5분동안 가열하였다. Sealer(ThermaSeal)를 제조자의 지시대로 혼합하여 #55 master cone을 이용하여 근관 내로 작업길이까지 가볍게 도포하였다. 5분간 가열된 Thermafil obturator를 oven에서 제거한 후 근관에 삽입하였다. Carrier shaft와 handle은 round bur로 근관 입구에서 제거하고 근관 입구 주위의 gutta-percha를 수직가압한 후 Caviton(GC Co., Japan)으로 근관입구를 봉쇄하였다.

제 2 군은 sealer(Therma Seal)를 사용하지 않고, 제 1 군과 같은 방법으로 Thermafil obturator로 충전하였다.

제 3 군은 sealer(AH-26)를 제조자의 지시대로 혼합하여 #55 master cone으로 근관 내에 도포하였다. 작업길이까지 master cone을 넣은 후 #3,#4 spreader와 accessory cone을 이용하여 측방가압법으로 충전하였다. 처음에 spreader는 원래의 근관길이보다 1mm 짧게 삽입하였고 각각의 accessory cone은 spreader가 들어간 깊이만큼 넣었다. Spreader가 근관입구에서 3-4 mm 이상 들어가지 않을 때까지 충전한 후 가열된 기구(Glick instrument #1, Hu-Friedy, U.S.A.)로 나머지 gutta-percha를 제거하였다. #7 plugger로 수직가압 충전하고 Caviton으로 근관입구를 봉쇄하였다.

제 4 군은 sealer(AH-26)를 사용하지 않고, 제 3 군과 같은 방법으로 측방가압법으로 충전하였다.

(4) 색소침투도 측정

이상과 같이 근관을 충전하여 제작된 80개의 시편은 sealer가 경화되도록 실온에서 7일간 100% 상대습도 하에서 보관하였다. 보관 후 시편관에 시편의 근관입구가 아래쪽을 향하도록 위치시키고 시편이 충분히 침지되도록 India ink로 채워서 20분간 3000rpm으로 원심분리기(International centrifuge, International equip-

ment Co., U.S.A.)를 이용하여 근관 내로 색소를 침투시켰다. 잉여의 색소는 흐르는 물에 수세하였다. 색소의 침투 정도는 눈금자가 부착된 입체현미경(Olympus, Japan)하에서 색소가 침투해간 거리를 $\times 20$ 로 관찰하였다. 색소침투도는 one-way ANOVA를 이용하여 통계처리하였다.

(5) 치근단부의 과잉충전과 측방근관의 충전 효과 관찰

치근단부의 과잉충전 여부는 단순한 yes/no scheme을 이용하여 충전동안 sealer와 gutta-percha가 치근단공으로 과잉충전될 때마다 그 횟수를 기록하였다.

측방근관의 충전 효과에 대하여는 측방근관을 A부터 E까지 명명한 후, 주근관으로부터 각각의 측방근관 내로 충전된 길이, 즉 sealer 또는 gutta-percha의 길이를 입체현미경(Olympus, Japan)하에서 측정하였다. 각각의 측방근관에 따라 one-way ANOVA를 이용하여 통계처리하였다.

III. 실험성적

각 군별로 측정된 평균 색소침투도는 Table 3과 같다(Fig. 2). Sealer를 사용하여 측방가압법으로 충전한 제 3군에서는 치근단공을 통한 색소침투가 일어나지 않았고, sealer를 사용하여 Thermafil로 충전한 제 1군이 색소침투거리가 가장 작게 나타났으며, 이 두 군간에 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$). 다음으로는 sealer를 사용하지 않고 Thermafil로 충전한 제 2군이 색소침투거리가 작게 나타났고, sealer를 사용하지 않고 측방가압법으로 충전한 제 4군이 가장 큰 색소침투를 나타냈으며, 제 1, 2, 3군은 제 4군과는 통계학적으로 유의할만한 차이를 보였다($p < 0.05$).

근관충전시 gutta-percha가 치근단공을 통하여 과잉충전된 횟수는 Thermafil로 충전한 제 1, 2군에서는 3회의 과잉충전을 보인 반면, 측방가압법으로 충전한 제 3, 4군에서는 과잉충전이 일어나지 않았다. Sealer의 과잉충전은 Thermafil로 충전한 제 1, 2군에서는 10회, 측방가압법으로

충전한 제 3, 4군에서는 4회의 파잉충전을 관찰하였으나, 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$)(Table 4).

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

Group	N	Mean \pm S.D.	Duncan's Multiple-range Test
1	20	0.11 \pm 0.44	
2	20	1.21 \pm 1.65	
3	20	0.00 \pm 0.00	
4	20	6.63 \pm 3.10	

N = Number of blocks

Table 4. Comparison of sealer and gutta-percha overfilling between Thermafil obturators and lateral condensation

	Overfilling	Thermafil	Lateral Condensation
Sealer	Yes	10	4
	No	10	16
	Total	20	20
Gutta-Percha	Yes	3	0
	No	37	40
	Total	40	40

A부터 E까지 5개의 각각의 측방근관 내에 충전된 길이는 각 군간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$)(Table 5, Fig. 3). Sealer를 사용하여 측방가압법으로 충전한 제 3군에서 가장 큰 충전효과를 보였으나 모두 sealer였던 반면, 두번째로 충전효과가 컸던 sealer를 사용하여 Thermafil로 충전한 제 1군은 gutta-percha가 많이 들어갔으며 두 군간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.01$). 각 군별로 A부터 E까지의 측방근관 내에 충전된 gutta-percha의 평균 길이, sealer의 평균 길이, gutta-perch와

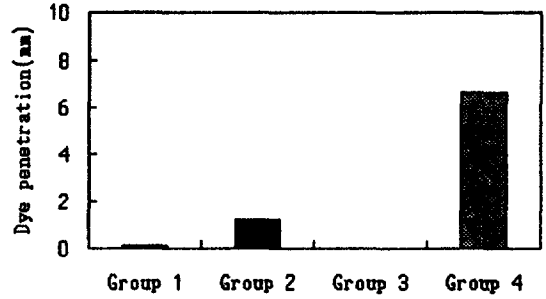


Fig. 2. Mean leakage of dye penetration for four experimental groups

Table 5. Mean length of gutta-percha and sealer in all lateral canals

Groups	N	G-P & Sealer Mean \pm S.D.	G-P Mean \pm S.D.
1	20	12.13 \pm 3.24	4.93 \pm 2.25
2	20	4.26 \pm 1.88	4.26 \pm 1.88
3	20	12.16 \pm 5.72	0.00 \pm 0.00
4	20	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00

N = Number of blocks

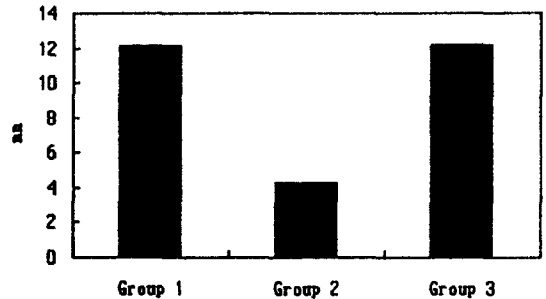


Fig. 3. Mean length of gutta-percha and sealer in all lateral canals

sealer의 평균 길이가 Table 6에 나타나 있다 (Fig. 4).

Table 6. Effect of four experimental groups on the filling of lateral canals

Lateral Canal	Filling Material	Group 1 Mean±S.D.	Group 2 Mean±S.D.	Group 3 Mean±S.D.	Group 4 Mean±S.D.	F ratio	p
A	G-P	1.06±0.76	1.12±0.46	0.00±0.00	0.00±0.00	39.84	< 0.01
	Sealer	1.21±0.13		2.76±0.47		29.06	
	G-P & Sealer	2.28±0.83	1.12±0.46	2.76±0.47	0.00±0.00	23.29	
B	G-P	0.65±1.06	0.29±0.41	0.00±0.00	0.00±0.00	5.80	
	Sealer	1.76±1.07		1.99±1.24		35.15	
	G-P & Sealer	2.41±1.16	0.29±0.41	1.99±1.24	0.00±0.00	38.01	
C	G-P	1.19±0.88	0.58±0.34	0.00±0.00	0.00±0.00	28.63	
	Sealer	1.91±1.29		1.74±1.34		25.68	
	G-P & Sealer	3.10±1.20	0.58±0.34	1.74±1.34	0.00±0.00	45.55	
D	G-P	1.28±0.68	1.04±0.60	0.00±0.00	0.00±0.00	44.71	
	Sealer	1.18±0.86		3.02±2.72		25.25	
	G-P & Sealer	2.47±1.01	1.05±0.60	3.02±2.72	0.00±0.00	17.37	
E	G-P	0.75±0.60	1.23±0.79	0.00±0.00	0.00±0.00	29.40	
	Sealer	1.14±0.73		2.64±2.55		17.99	
	G-P & Sealer	1.88±0.82	1.23±0.79	2.64±2.55	0.00±0.00	13.02	

* G-P : Gutta-percha

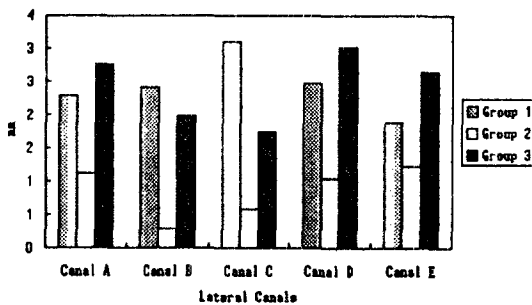


Fig. 4. Mean length of gutta-percha and sealer in lateral canals

IV. 총괄 및 고안

근관충전의 주 목적은 근관의 완전한 폐쇄와

봉쇄로 충전재의 치근단 부위를 정확히 유지시키는 것이며²⁾, 근단폐쇄 효과는 근관충전 방법 및 재료와 sealer의 사용여부 및 종류에 따라서도 그 결과가 달라질 수 있다. 본 실험에서는 치근단 누출을 추적하기 위해 색소침투법과 투명한 plastic epoxide block을 이용하여 근관에 대한 충전재의 적합성과 아울러 측방근관의 충전 효과를 육안으로 관찰이 가능할 수 있게 하였고, 측방가압충전법을 대조군으로 사용하였다. 또한 근단폐쇄에 미치는 sealer의 영향을 평가하기 위해서 sealer를 사용한 군과 사용하지 않은 군으로 나누어서 충전하고 관찰, 비교하였다.

Thermafil obturator는 근단폐쇄성의 측면에서 측방가압법을 대체할 만한 적절한 gutta-percha 충전법으로 여겨진다.^{23,24,25,26,29,30,31,35,36)} α-phase gutta-percha는 가열되면 열가소화되어

carrier가 전체 작업길이까지 미끄러져 들어갈 수 있도록 하며, 열가소화된 gutta-percha가 냉각되면 단단하고 균일한 gutta-percha와 carrier가 근관 내에 남는다.²⁸⁾ α -phase gutta-percha는 β -phase보다 유동성이 좋고 접착성이며 wetting 현상을 보이므로 gutta-percha가 carrier에서 벗겨지는 것을 방지하지만, sealer를 사용해야만 gutta-percha의 flow가 더욱 개선되어 apical control이 더욱 쉬워지며 충전시의 조작에도 도움을 준다. Thermafil 사용시 sealer는 필수적인 부분이며²⁸⁾, Thermafil 설명서에도 sealer는 필요하다고 명시되어 있으며 근관 전체에 균일하게 도포할 것을 추천하고 있다.³⁹⁾ 본 실험에서도 마찬가지로 sealer를 사용한 경우의 근단폐쇄성이 우수하였으나, 크게 유의한 차이를 나타내지는 않았다.

본 실험에서는 sealer를 사용하여 측방가압법으로 충전한 군에서는 색소침투가 일어나지 않았고 sealer를 사용하여 Thermafil로 충전한 군에서는 20개의 시편 중 1개만이 누출을 나타냈으므로 그 차이는 유의하지 않으며, 이 결과는 만곡근관에서는 측방가압법과 Thermafil이 유의한 차이가 없었다고 하였던 McMurtrey 등²⁴⁾과 Scott 등²⁹⁾, Clark 등³⁰⁾의 연구 결과와 일치하는 것이다. 그러나, 이와는 대조적으로, 측방가압법이 오히려 우수한 근단폐쇄성을 나타냈던 연구 결과도 적지 않다. Lares와 ElDeeb²⁵⁾의 연구에서는 직선근관에서 Thermafil이 측방가압법보다 더 많은 치근단 누출을 보였으나 만곡근관에서는 유의한 차이가 없었으며, 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 가정하였다. Haddix 등¹⁴⁾과 Chohayeb^{26,27)}은 측방가압법의 Thermafil보다 우수한 근단폐쇄성을 보고하였으며, Hata 등²⁸⁾은 Thermafil이 측방가압법보다 치근단 누출이 많았고, Thermafil에서는 sealer를 사용한 경우가 사용하지 않은 경우보다 적은 누출을 보였음을 보고한 바 있다.

Thermafil의 치근단 폐쇄 능력에 대한 연구결

과의 차이가 나타나는 이유는 시편의 다양성, 실험 과정, sealer의 도포방법, 술자의 기술 숙련도 등의 차이때문으로 사료된다. 이전의 metal obturator 사용시에는 개방된 화염을 이용하여 가열하고 sealer는 근관입구에만 도포하였으나, 본 실험에서는 ThermaPrep Oven에서 5분간 가열하였으며, sealer를 전체 근관에 균일하게 도포하였다.³⁹⁾

Marshall과 Massler⁴⁰⁾는 측방가압법으로 sealer를 사용하여 충전한 경우에 근단폐쇄성이 가장 우수하였음을 보고하였고, Czonstkowsky 등⁴¹⁾의 연구에서는 저온연화 주입법과 측방가압법은 유사한 정도의 치근단 누출을 보였으나, sealer를 사용하지 않은 경우 근단부의 변연누출도가 크게 나타났다.^{11,40,41,43)} Kapsimalis와 Evans⁴²⁾는 sealer를 사용하지 않은 silver point나 gutta-percha의 충전은 치근단 누출이 컸음을 보고하였으며, Skinner와 Himmel⁴³⁾, Czonstkowsky 등⁴¹⁾과 ElDeeb¹¹⁾의 연구에서는 sealer를 사용하지 않고 충전한 경우에 측방가압법과 주입법에서 모두 치근단의 변연누출이 최대로 나타났다. 본 실험에서 sealer를 사용하지 않은 경우인 제 2, 4군에서 사용한 경우인 제 1, 3군에 비하여 큰 색소침투를 보인 결과도 상기의 연구보고와 유사하다고 할 수 있으나, 제 1, 2군의 경우에는 통계학적으로 유의할 만한 차이를 보이지는 않았으며, sealer를 사용하지 않고 측방가압법으로 충전한 제 4군에서만 gutta-percha cone의 분리된 선을 따라 색소침투가 가장 많이 일어났다.

치근단 누출의 정도를 평가하는 많은 염료와 방법들이 사용되어 오고있으며, Tagger 등⁴⁴⁾은 tracer로써 India ink를 이용하였다. 본 실험에서는 원심분리기의 원심력을 이용하여 근관충전된 시편 내부로 India ink를 침투시켜서 그 거리를 측정하여 변연누출을 평가하였다. 수동적인 염료침투법과 비교했을 때 원심력에 의한 색소침투법은 모세관 현상이나 근관 내의 기포로 인한 염료침투 방해가 일어나지 않는 장점이 있다.⁴⁵⁾

Plastic epoxide block은 투명함으로 인해 색소침투와 측방근관의 충전을 직접 관찰할 수 있었으나, resin으로 만들어진 단순한 근관모형과

실제 치아의 근관 상아질은 복잡한 내면 구조나 만곡도, 충전재료와의 친화성 등에 차이가 있으므로¹⁵⁾ 이에 대한 비교 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

Gutta-percha와 sealer의 치근단공을 통한 과잉충전은 어느 충전법이든 크게 단점이 되는 것으로 보이지는 않았으며, 본 실험에서도 Thermafil로 충전한 제 1, 2군이 측방가압법으로 충전한 제 3, 4군보다 치근단부의 과잉충전은 많았을지라도 유의한 차이는 없었으므로 그와 유사한 결과가 얻어졌다고 볼 수 있다. 치아의 치근단 수 mm에서 Thermafil carrier가 관찰되는 것은 이전의 연구에서 보고된 바와 같이 metal과 plastic obturator에서 다 나타나지만 치근단은 비교적 견전하게 봉쇄되어 있으며, 이 결과는 측방가압법에 비해 Thermafil이 치근단부의 과잉충전이 많음을 나타낸다. Thermafil은 충전시 만곡근관보다 직선근관에서 과잉충전이 많이 나타나는 경향이 있는데, 이것은 만곡시 연화된 gutta-percha의 flow가 제한되고 carrier tip 부위의 힘이 감소되기 때문이며, Thermafil로 만곡근관을 충전할 때 carrier가 만곡된 근관의 외벽을 따라 미끄러져서 이로 인해 carrier로부터 gutta-percha가 벗겨지거나 과잉충전되는 가능성이 감소되기 때문이다. 과잉충전은 근관충전 과정 및 술후 동통과 염증, 치유 지연을 증가시키며, sealer의 경화 후 염료침투를 제한할 수도 있으므로 바람직하지 않으나, 치근막, 골, 만성 병리조직, 상아질 또는 calcium hydroxide plug로 형성된 apical barrier 등의 해부학적 방어조직이 존재하는 한 gutta-percha의 치근단부의 과잉충전은 임상적으로 크게 문제될 만한 소견을 보이지는 않는다. Thermafil obturator를 근관 내에 삽입시에 발생하는 back-pressure에 의해서도 과잉충전은 감소되지만, back-pressure는 치근단의 폐쇄성을 감소시킨다²²⁾.

근관충전은 근관치료의 최종적이면서도 가장 중요한 단계이다. 현재의 기술로 주근관만을 잘 충전하는 것은 어렵지 않으나 많은 측방근관과 부근관의 존재는 종종 질병 과정과 치료를 복잡하게 한다. 통법의 근관충전은 감염된 치수일지라도 대부분의 경우 성공적일 수 있으나, 치수괴

사가 일어난 경우 괴사조직 잔사와 잔존세균은 감염원으로서 측방근관과 부근관에 남아 있어 근관치료의 장기적 성공에 영향을 주고 종종 실패를 야기한다. 그러므로, 근관치료의 성공율을 증가시키기 위해서는 이 감염된 근관들을 처리하는 것이 중요하다³⁸⁾. Thermafil로 충전한 경우 모든 측방근관이 gutta-percha와 sealer로 충전되었으므로 Thermafil은 plastic block의 인공적인 측방근관을 충전하는데 효과적이라고 할 수 있으며, 측방근관의 불규칙한 위치와 작은 크기로 보아 실제 치아 근관 내부의 복잡한 형태에서도 같은 방법으로 효과적으로 충전할 것으로 기대할 수 있다. 측방가압법으로 충전한 경우에는 gutta-percha의 측방근관 충전은 발견되지 않았고, sealer를 사용한 경우에만 sealer의 충전이 일어났다. 비록 측방근관의 치료 결과로 인한 근관치료의 성공과 실패를 연구한 문헌이 많이 있지만, 근관치료의 전체적인 성공은 충전방법과 측방근관의 발생빈도에 의존하지 않으며 그 중요성이 크지 않다고 보는 견해도 있다⁴⁶⁾. 잘 폐쇄된 근관이라도 분석 결과 측방근관의 충전은 불량한 경우가 흔하며, 충전재로 불규칙한 근관을 정확히 복제하는 것은 어렵지만, 주근관이 잘 충전된 상태에서 측방근관이 완벽하게 충전되어야 한다는 필요성에 대해서도 역시 의문이 제기되고 있다³⁰⁾.

이상의 연구보고와 본 실험결과에 의하면 Thermafil obturator는 근단폐쇄성과 측방근관의 충전 효과 면에서 측방가압법을 대체할 만한 적절한 gutta-percha 충전법으로 여겨지며, 과잉충전, sealer의 분포, 근관형성 방법의 영향 및 근관 재치료의 용이성 등과 관련하여 Thermafil 사용에 대한 앞으로의 계속적인 연구로써 그 임상적용 효과를 평가해야 할 것이다.

V. 결 론

저자는 Thermafil obturator법과 측방가압법의 근단폐쇄성, 과잉충전 여부 및 측방근관의 충전 효과를 비교하고자 측방근관을 갖는 80개의 만곡된 근관모형을 다음과 같이 4개의 실험군으로 분류하여 근관충전을 시행하였으며 색소침투

법과 입체현미경을 이용하여 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

제 1 군 : Thermafil piastic obturator와 sealer(ThermaSeal)로 충전한 군

제 2 군 : Thermafil plastic obturator만으로 sealer를 사용하지 않고 충전한 군

제 3 군 : 측방가압법으로 gutta-percha cone과 sealer(AH-26)로 충전한 군

제 4 군 : 측방가압법으로 gutta-percha cone만으로 sealer를 사용하지 않고 충전한 군

1. Sealer를 사용한 경우 Thermafil을 이용한 제 1군과 측방가압법을 이용한 제 3군에서 색소침투가 거의 없었으며, 두 군간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).
2. Sealer를 사용하지 않은 경우(2, 4군)가 사용한 경우(1, 3군)보다 많은 색소침투를 보였으나 제 1, 2, 3군간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).
3. 측방가압법을 이용한 제 3, 4군보다 Thermafil을 이용한 제 1, 2군에서 치근단부 과잉충전이 많이 발생하였으나 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).
4. 측방근관의 충전효과는 sealer를 사용한 경우 Thermafil로 충전한 제 1군과 측방가압법으로 충전한 제 3군간에 유사하였으며, sealer를 사용하지 않은 경우 Thermafil로 충전한 제 1, 2군이 측방가압법으로 충전한 제 3, 4군보다 많았다($p < 0.05$).

REFERENCES

1. Schilder, H. : Filling root canals in three dimensions. *Dent. Clin. North. Am.*, 11 : 723-744, 1967.
2. Ingle, J.I. and Beveridge, E.E. : *Endodontics*. 3rd Ed., Philadelphia : Lea & Febiger, 223-307, 1985.
3. Seltzer, S., Bender, I.B., and Turkenkoph, S. : Factors affecting successful repair after root canal therapy. *J. Am. Dent. Assoc.*, 67 : 651-662, 1963.
4. Dow, P.R. and Ingle, J.I. : Isotope determination of

- root canal failure. *Oral Surg*, 8 : 1100-1104, 1955.
5. Beatty, R.G. and Zakariasen, K.L. : Apical sealing efficacy of endodontic instrumentation and obturation techniques. *J. Dent. Res.*, 65 : 183, 1985.
6. Goldman, M. : Evaluation of two filling methods for root canals. *J Endodon*, 1 : 69-72, 1975.
7. Schilder, H., Goodman, A.O., and Aldrich, W. : The thermomechanical properties of gutta-percha. II. The history and molecular chemistry of gutta-percha. *Oral Surg*, 37 : 954-961, 1974.
8. Schilder, H., Goodman, A.O., and Aldrich, W. : The thermomechanical properties of gutta-percha. V. Volume change in bulk gutta-percha as a function of temperature and its relationship to molecular phase transformation. *Oral Surg*, 59 : 285-296, 1985.
9. McElroy, D.L. : Physical properties of root canal filling materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, 50 : 433-440, 1955.
10. Taintor, J.F., Ross, P.S., Haddix, J., and Hart, D. : Opinions and practice of American Endodontic Diplomates. *Dent. J.*, 44 : 321-325, 1978.
11. ElDeeb, M.E. : The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha. *J Endodon*, 11 : 84-86, 1985.
12. LaComb, J.S., Campbell, A.D., Hicks, M.L., and Pelleu, G.B. Jr. : A comparison of the apical seal produced by two thermoplasticized injectable gutta-percha techniques. *J Endodon*, 14 : 445-450, 1988.
13. Mann, S.R. and McWalter, G.M. : Evaluation of apical seal & placement control in straight and curved canals obturated by laterally condensed and thermoplasticized gutta-percha. *J Endodon*, 13 : 10-17, 1987.
14. Haddix, J.E., Jarrell, M., Mattison, G.D., and Pink, F.E. : An in vitro investigation of the apical seal produced by a new thermoplasticized gutta-percha obturation technique. *Quint. Int.*, 22 : 159-163, 1991.
15. Ritchie, G.M., Anderson, D.M., and Sakumura, J.S. : Apical extrusion of thermoplasticized gutta-percha used as a root canal filling. *J Endodon*, 14 : 128-132, 1988.
16. Brothman, P. : A comparative study of the vertical and the lateral condensation of gutta-percha. *J*

- Endodon, 7 : 27-30, 1981.
17. Hardie, E.M. : 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.
 18. Saunders, E.M. : In vitro and in vivo investigations into root canal obturation using thermally softened gutta-percha techniques. PhD Thesis, University of Dundee. 1988.
 19. Gutmann, J.L. and Rakusin, H. : Perspectives on root canal obturation with thermoplasticized injectable gutta-percha. *Int. Endod. J.*, 20 : 261-270, 1987.
 20. Luccy, C.T., Weller, R.N., and Kulid, J.C. : An evaluation of the apical seal produced by lateral and warm lateral condensation techniques. *J Endodon*, 16 : 170-172, 1990.
 21. Martin, H. and Fischer, E. : Photoelastic stress comparison of warm(Endotec) versus cold lateral condensation techniques. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 70 : 325-327, 1990.
 22. Johnson, B. : A new gutta-percha technique. *J Endodon*, 4 :184, 1978.
 23. Beatty, R.G., Baker, P.S., Haddix, J., and Hart, F. : The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. *J. Am. Dent. Assoc.*, 119 : 633-637, 1989.
 24. McMurtey, L., Krell, K., and Welcox, L. : A comparison between Thermafil and lateral condensation in highly curved canals. *J Endodon*, 18 : 68-71, 1992.
 25. Lares, C. and ElDeeb, M.E. : The sealing ability of the Thermafil obturation technique. *J Endodon*, 16 : 474-479, 1990.
 26. Chohayeb, A.A. : Microleakage comparison of apical seal of plastic versus metal Thermafil root canal obturators. *J Endodon*, 18 : 613-615, 1992.
 27. Chohayeb, A.A. : Comparison of conventional root canal obturation techniques with Thermafil obturators. *J Endodon*, 18 :10-12, 1992.
 28. Hata, G., Kawazoe, S., Toda, T., and Weine, F.S. : Sealing ability of Thermafil with and without sealer. *J Endodon*, 18 : 322-326, 1992.
 29. Scott, A.C., Vire, D.E., and Swanson, R. : An evaluation of the Thermafil endodontic obturation technique. *J Endodon*, 18 : 290-293, 1992.
 30. Clark, D.S. and ElDeeb, M.E. : Apical sealing ability of metal versus plastic carrier Thermafil obturators. *J Endodon*, 19 : 106-111, 1993.
 31. Fabra-Campos, H. : Experimental apical sealing with a new canal obturation system. *J Endodon*, 19 : 71-75, 1993.
 32. Juhlin, J.J., Walton, R.E., and Dovgan, J.S. : Adaptation of Thermafil components to canal walls. *J Endodon*, 19 : 130-135, 1993.
 33. Gutmann, J.L., Saunders, W.P., Saunders, E.M., and Nguyen, L. : An assessment of the plastic Thermafil obturation technique Part 1 Radiographic evaluation of adaptation and placement. *Int. Endod. J.* 26 : 173-178, 1993.
 34. Gutmann, J.L., Saunders, W.P., Saunders, E.M., and Nguyen, L. : An assessment of the plastic Thermafil obturation technique Part 2 Material adaptation and sealability. *Int. Endod. J.*, 26 : 179-183, 1993.
 35. Dummer, P.M.H., Kelly, T., Meghji, A., Sheikh, I., and Vanitchai, J.T. : 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 : 99-105, 1993.
 36. Dummer, P.M.H., Lyle, J.L., Rawle, J., and Kennedy, J.K. : A laboratory study of root fillings in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or Thermafil obturators. *Int. Endod. J.*, 27 : 32-38, 1994.
 37. Cohen, S. and Burns, R.C. : Pathways of the pulp. 4th ed., Mosby, 207, 1987.
 38. Xu, G. and Zhang, Z. : Filling of the lateral canal. *Oral Surg.* 58 : 221-224, 1984.
 39. Thermafil Endodontic Obturators. Tulsa OK: Tulsa Dental Products. 1-29, 1992.
 40. Marshall, F.J. and Massler, M. : The sealing of pulpless teeth evaluated with radioisotopes. *J. Dent. Med.*, 16 : 84-86, 1985.
 41. Czonstkowsky, M., Michanowicz, A., and Vazquez, J.A. : Evaluation of an injection of thermo-plasticized low-temperature gutta-percha using radioactive isotopes. *J Endodon*, 2 : 71-74, 1985.
 42. Kapsimalis, P. and Evans, R. : Sealing properties of endodontic filling materials using radioactive polar and nonpolar isotopes. *Oral Surg.* 3 : 366-393, 1966.
 43. Skinner, R.L. and Himel, V.T. : The sealing ability

- of injection-molded thermoplasticized gutta-percha with and without the use of sealer. *J Endodon*, 7 : 315-317, 1987.
44. Tagger, M., Tamse, A., Katz, A., and Tagger, E. : An improved method of three-dimensional study of apical leakage. *Quint. Int.*, 10 : 981-6, 1983.
45. Evans, J.T. and Simon, J.H. : Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *J Endodon*, 3 : 101-107, 1986.
46. Reader, C.M., Himmel, V.T., Germain, L.P., and Hoen, M.M. : Effect of three obturation techniques on the filling of lateral canals and the main canal. *J Endodon*, 19 : 404-408, 1993.

EXPLANATION OF PHOTOGRAPHS

- Photo 1.** Plastic block filled with Thermafil plastic obturators and sealer
- Photo 2.** Plastic block filled with Thermafil plastic obturators only without linear leakage
- Photo 3.** Linear leakage of plastic block filled with Thermafil plastic obturators only
- Photo 4.** Plastic block filled with gutta-percha and sealer using lateral condensation
- Photo 5.** Plastic block filled with gutta-percha only using lateral condensation without linear leakage
- Photo 6.** Linear leakage of plastic block filled with gutta-percha only using lateral condensation

논문사진부도

