

## Easy Filling 및 Quick Obturation System을 이용한 열연화 충전법의 치근단 밀폐도 평가

신정인 · 김기연 · 이승종  
연세대학교 치과대학 치과보존학교실

### ABSTRACT

#### A COMPARISON OF THE APICAL SEAL PRODUCED BY EASY FILLING SYSTEM AND QUICK OBTURATION SYSTEM

Jung-In Shin, Kee-Yeon Kum, Sung-Jong Lee  
*Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University*

The aim of this study was to compare the apical sealing ability of a new thermoplasticized gutta-percha filling technique, the Easy Filling and the Quick Obturation system with lateral condensation technique and Thermafil system to evaluate their clinical acceptabilities.

Fifty-two extracted single-rooted teeth were instrumented to #35 using the .04 taper ProFile system. Four groups of 12 teeth were obturated by lateral condensation technique, Thermafil system and two new thermoplasticized gutta-percha techniques, the Easy Filling system and Quick Obturation system (Meta Dental co. Ltd, Korea), respectively. Four teeth served as controls.

After the teeth were immersed in 2% methylene blue dye for 48 hours, they were resected horizontally at 1mm to 5mm level from the anatomical apex using a low-speed microtome. Each section was examined under a stereomicroscope at  $\times 40$  magnification and photographed. After each image was scanned, the leakage area was measured at each level using Brain 3 (Nosdia Tech., Korea) software. Leakage ratio was calculated for each group and was analyzed statistically to come up with the following results:

1. At 1mm level, the Quick Obturation system had the largest amount of apical leakage and it was statistically significant when compared with the lateral condensation group and the Thermafil group ( $p < 0.05$ ).
2. At 2mm and 3mm level, there were no significant difference of apical leakage among all four groups ( $p > 0.05$ ), and from 4mm level, no apical dye penetration was observed in all the groups.

In conclusion, the apical seal produced by Easy Filling system and the Quick Obturation system was comparable to lateral condensation technique and Thermafil system except for the 1mm level. More improvement of the apical seal can be expected as the operator becomes skillful with the new techniques.

**Key Words** : Lateral condensation technique, Thermafil System, Easy Filling System, Quick Obturation System, apical seal

\* 이 연구는 1999년도 Meta Dental 회사의 연구비 지원을 받아 이루어진 논문임.

## I. 서 론

근관치료의 성공을 위한 두가지 목표는, 근관내 괴사된 치수조직이나 유기물 잔사 및 세균을 근관형성과 세척과정을 통하여 완전히 제거하고 근관을 삼차원적으로 밀폐, 충전하는 것이다. 해부학적으로 근관내부를 보면 형태가 일정치 않고 부근관과 측지관이 빈번하며 근관과 근관 사이에 치수조직의 anastomoses 및 fins 등의 변이가 다양하게 존재한다<sup>1-4)</sup>. 특히 치근단 1/3부위의 해부학적 양상은 매우 복잡하여 이 부위의 충분한 괴사조직 제거와 근관충전을 통한 효과적인 밀폐가 근관치료의 성공을 좌우한다고 할 수 있겠다. 근관충전의 중요성은, 기존의 근관형성 방법으로는 근관내의 완벽한 괴사조직 제거와 소독을 얻을 수 없기에 근관충전 과정을 통하여 근관내 잔존하는 세균과 감염조직을 근관내에 가두고 구강내의 미생물이나 세포액 등의 자극원이 치근단으로 침투하는 것을 차단함으로써 치근단 감염의 재발을 방지하는데 있다. 그러므로 치근단에 완전한 밀폐를 형성하는 것이 근관충전의 최대 과제로 남아 있다. 이 목적을 달성하기 위해 측방 가압충전법<sup>5)</sup>, chloroform 또는 Kloroperka를 사용한 충전법<sup>6)</sup>, warm gutta-percha를 이용한 수직가압충전법<sup>7)</sup>, McSpadden compactor를 이용한 thermomechanical 충전법<sup>8)</sup>, ultrasonic compaction 방법<sup>9)</sup> 등의 여러 충전 방법 및 기구들이 소개되었다.

이 가운데 측방가압법은 임상에서 가장 널리 사용되고 있는 충전법으로, 근관내로의 gutta-percha cone 삽입과 근관장 유지가 용이하며, 특별한 장비나 기구가 필요없고, 임상적으로 만족할만한 근관 밀폐효과를 보이며 반세기 동안 수없이 많은 검증과 높은 성공률을 보여왔고, 누구나 쉽게 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 cone들이 균질한 접합을 이루지 못하고 단순히 압착됨으로써 근관벽과의 접착성이 다소 떨어지고, 치근단부에 존재하는 부근관과 측지관을 충전하지 못하며, 과도하게 spreader를 사용시 치근의 수직파절이 야기될 수 있는 문제점이 지적되고 있다<sup>6,10)</sup>.

이에 Yee 등<sup>11)</sup>은 열연화시킨 semifluid gutta-percha를 압력을 이용하여 근관내로 유입시키는 새로운 방법을 소개하면서 이 열연화 충전법의 밀폐효과가 비교한 다른 충전방법들에 비해 비슷하거나 더 우수하다고 보고하였다. Torabinejad 등<sup>12)</sup>과 Marlin 등<sup>13)</sup>에 의해 보고된 바로는 열연화 gutta-percha 방법은 void가 적고, 근관 형태의 재현이 비교적 정확하며 작업시간을 줄인다고 하였다. 그러나 이 충전법은 과충전의 가능성이 있고, 가압충전하지 않기 때문에 근관벽과의 밀착이 의문시 되고, 열연화 온도가 임상에서 사용하기에는 너무 높은 단점이 지적되어 기술적인 개발이 계속 요구되었다.

Johnson<sup>14)</sup>은 metal carrier에 열연화시킨 gutta-percha를 입혀 근관에 원하는 길이만큼 삽입하는 충전법을 소개하였는데 이는 Thermafil Endodontic Obturators (Tulsa

Dental products, Tulsa, U.S.A.)로 상품화되었다. 이는 gutta-percha를 한층 입힌 탄력이 있는 stainless steel carrier를 가열장치에 넣어 gutta-percha를 연화시킨 후 근관내로 삽입, 충전시키는 방법으로 측방관이나 부근관의 충전을 가능하게 한다고 주장하였다.

Beatty 등<sup>15)</sup>은 Thermafil 충전법이 측방 가압충전법에 비해 더 우수한 밀폐효과를 보였다고 주장하였으나 Lares 등<sup>16)</sup>과 Chohayeb<sup>17)</sup>은 근관밀폐효과면에서 측방 가압충전법이 더 우수하다고 하였고, Hata 등<sup>18)</sup>은 이들 사이에 통계학적인 유의차가 없다고 보고하였다. 최근에 소개된 열연화 충전법인 Microseal® 근관충전법 (Tycom co., U.S.A.)<sup>10)</sup>에 대하여는 gutta-percha의 경화시 수축이나 변형이 없고 연화온도가 낮아 치주조직에 자극이 적으며 단축된 충전 시간등의 장점이 보고되고 있다. 이처럼 gutta-percha를 열연화시켜 충전하는 방법들은 충전이 쉽고, 충전시간이 짧으며, 삼차원적인 근관충전을 할 수 있는 등의 장점이 있지만, 과충전이나 저충전 등의 단점이 지적되고 있다.

이런 시점에서 최근 국내에서 개발된 Easy Filling system은 기존의 Thermafil 충전법과 유사한 충전법으로써 plastic carrier에 열연화시킨 gutta-percha를 도포하여 one-cone technique으로 근관을 충전하는 방법이고, Quick Obturation system은 Microseal® 근관충전법과 유사한 충전법으로써 Microseal condenser에 열연화시킨 gutta-percha를 도포하고 근관내에서 회전시켜 근관계를 삼차원적으로 빠르고 쉽게 충전할 수 있다고 제조회사는 주장하고 있지만 이의 충전효과에 대한 연구보고는 아직 없다.

따라서 본 연구는 국내에서 개발된 새로운 열연화 충전법인 Easy Filling 및 Quick Obturation system으로 충전한 치아의 치근단 5mm에서의 밀폐 효과를 평가하기 위해 색소침투법을 이용한 미세누출 실험을 시행하여 측방 가압 충전법과 열연화 충전법인 Thermafil system과의 치근단 밀폐효과를 비교 평가하였다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

최근 발거된 치근단이 완성된 전치와 소구치(단근치) 52개를 선별하여 diamond disc로 백악법랑경계에서 치관을 제거한 후, 치근을 무작위로 선택하여 12개씩 4군으로 나누어 실험군으로 사용하였고 4개의 치근은 대조군으로 사용하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 근관형성

각 치근마다 #10 K-file을 사용하여 개발된 근관을 통해

해부학적인 치근단공까지 삽입하고 0.5mm 뺀 길이를 작업장으로 정하였다. 모든 근관은 ProFile .04 taper (Maillefer, Swiss)를 사용하여 근관형성하였고 근관 입구는 GT file (Maillefer, Swiss)을 사용하여 확장하였다. 모든 치근단 성형은 #35까지 시행하였으며 각 확대 단계마다 근관내 잔사 및 도말층을 제거하기 위하여 식염수와 2.5% 차아염소산 나트륨 및 17% EDTA (Pulpodent, U.S.A.) 수용액을 사용하여 근관세척하였다. 또한 상아질 잔사에 의한 근관폐쇄를 방지하기 위해 매 기구 사용 후 #10 K-file을 이용하여 치근단공을 개방시켰다. 모든 치아는 충전 전까지 37°C, 100% 습도의 항온기에 보관하였다.

## 2) 근관충전

근관형성 완료 후 근관을 건조시키고 수동형 #35 K-file로 apical clearing을 시행하여 충전을 위해 준비하였다.

1군 (측방 가압충전군): #35 또는 #40 master cone을 사용하여 작업장까지 도달시켜 tugback을 확인하였다. #2 또는 #3 finger spreader (Pierce, Japan)를 사용하였으며 sealer로 Sealapex (Kerr Romulus, MI, U.S.A.)와 다수의 accessory cones를 사용하여 통상적인 방법으로 근관충전하였다.

2군 (Thermafil system): #35 verifier file (Maillefer, Swiss)을 사용하여 근관이 적절하게 확대되었는지 확인하고, 근관내에 sealer를 도포하였다. #35 Thermafil obturator (Maillefer, Swiss)를 Thermafil oven (Maillefer, Swiss)에 위치시켜 gutta-percha를 연화시킨 후 작업장 만큼 근관내에 삽입한다. 그 위치에서 약 30초 동안 잡아준 후 carrier shaft를 bur로 잘라내고 shaft 주위의 gutta-percha를 수직가압하였다.

3군 (Easy Filling system): #35 verifier file (Maillefer, Swiss)을 근관내에 삽입하여 근관이 적절히 확대되었는지 확인하고 근관내에 sealer를 도포한 후 heating oven (Meta Dental co., Korea)을 90~95°C까지 가열하고 #25 plastic carrier에 균일한 두께의 열연화된  $\alpha$ 상의 gutta-percha를 coating 시켜 carrier를 원하는 작업장 만큼 삽입하였다. 그 위치에서 약 30초 동안 잡아준 후 carrier shaft를 bur로 잘라내고 shaft 주위의 gutta-percha를 수직가압하였다.

4군 (Quick Obturation system): sealer를 근관벽에 도포한 후 heating oven (Meta Dental co., Korea)을 90~95°C까지 가열하고 #25 .04 taper NT condenser (Microseal, Tycom, U.S.A.)에 균일한 두께의 열연화된  $\alpha$ 상의 gutta percha를 coating 시킨 후 이를 근관장에서 1mm 짧게 위치시켜 5000rpm으로 회전시켰다. 이때 제조 회사의 지시대로 condenser를 약 2초 동안 그 위치에서 고정시킨 후 한 쪽 근관벽면을 따라 제거하였다. Gutta percha의 유동성이 아직 좋을 때 hand plugger를 사용하여

수직가압하였다.

모든 치아는 근관충전 후 적절히 충전되었는가를 평가하기 위해 방사선 사진을 촬영하였다.

## 대조군

- 양성대조군: 근관확대 후 충전을 시행하지 않고 치근단 2mm를 제외한 나머지 치근면에만 varnish를 바르고 dye 용액에 담겼다.
- 음성대조군: 근관확대 후 충전을 시행하지 않고 치근 면에 varnish를 바르고 치근단공은 utility wax로 밀폐한 후 dye 용액에 담겼다.

## 3) 미세누출 실험을 위한 색소 침투

근관충전이 끝난 치아들을 37°C에서 1주일간 보관하여 sealer를 완전히 경화시켰다. 치근단에서 2mm를 제외한 치근면 전체를 nail varnish로 2회 도포한 후 2% methylene blue 용액에 48시간 동안 담귀두었다.

## 4) 치아절단 및 관찰

Dye 용액에 담겼던 치아들을 흐르는 물에 세척한 후 clear resin에 각각 매몰하였다. 경조직 절단기 (Minitome, Struers, Denmark)로 해부학적 근침 1mm에서 5mm까지 1mm 간격으로 수평절단하였다. 쌍안입체 현미경 (Olympus co., Japan)으로 40배 확대하여 각 절단면에서의 충전형태와 누출양상을 관찰하고 사진촬영 하였다. ScanJet 4c Scanner (Hewlett Packard)을 이용하여 사진을 scanning하고 누출정도는 Brain 3 (Nosdia Tech, Korea) 프로그램을 사용하여 전체근관 면적에 대해 dye가 침투한 면적을 측정하여 그 비로 누출률을 얻었다.

## 5) 통계분석

각 군의 미세누출 차이의 통계적인 유의성을 검증하기 위하여 one-way ANOVA test와 사후 검정을 위하여 Tukey test를 시행하였다.

## III. 결 과

### 1. 각 실험군의 미세누출 평가(Table 1, 2)

### 2. 쌍안 입체 현미경 소견

양성 대조군은 치근의 전 길이에 걸쳐 색소 침투가 일어났으며, 음성 대조군은 치근의 전 길이에 걸쳐 색소 침투가 일어나지 않았다.

측방가압 충전법을 사용한 1군은 모든 단면에서 gutta-percha cone과 cone이 잘 밀착되어 있는 양상이었고 cone 사이 공간은 sealer가 메꾸고 있었으며 색소가 sealer를 침투하지 못했다. Gutta-percha cone의 근관벽에 대한 밀착

Table 1. 각 군별, 단면별 평균 누출율과 표준편차(leakage area/total area×100): %

	Lateral Condensation N=11		Thermafil N=11		Easy Filling N=11		Quick Obturation N=10		각 단면별 Anova Test	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Fvalue	Sig
	1mm단면	6.82	10.17	4.52	6.33	11.57	9.82	22.55	14.36	6.078
2mm단면	0.70	2.22	0.53	1.39	4.53	7.99	2.96	6.30	1.487	0.233
3mm단면	0.00		0.00		0.31	1.04	0.00		0.967	0.418
4mm단면	0.00		0.00		0.00		0.00			
5mm단면	0.00		0.00		0.00		0.00			
총 단면	1.50	2.42	1.01	1.25	3.28	2.67	5.10	3.50		

\* : Significantly different at  $P < 0.05$   
(by One-Way Anova Test)

Table 2. 1mm 단면에서 각 군에 따른 누출율 차이에 대한 사후 유의성 검정

	Lateral Condensation	Thermafil	Easy Filling	Quick Obturation
Lateral Condensation				
Thermafil	NS			
Easy Filling	NS	NS		
Quick Obturation	*	*	NS	

\* : Significantly different at  $P < 0.05$   
NS : Not significantly different  
(By Tukey test)

이 우수했으며 색소침투도 1~2mm이내에 국한되어 관찰되었다 (Fig. 1).

Thermafil system 충전군인 2군에서는 근관내에 열연화 시킨 gutta-percha가 잘 흘러 들어간 모습을 보이고 있었으나 치근단 부위는 gutta-percha가 아닌 sealer와 core가 근관 전체를 채우고 있는 경우가 많았다. Gutta-percha cone의 근관벽에 대한 밀착이 잘 되어있는 편이었고 색소침투도 1~2mm 이내에 국한되어 나타났으며 carrier core를 따라 색소의 침투는 관찰되지 않았다 (Fig. 2).

Easy Filling system 충전군인 3군에서도 열연화 시킨 gutta-percha의 근관벽에 대한 밀착이 우수하게 나타났으며 대부분의 경우 core가 gutta-percha의 중심부에 잘 유지되어 있었다. 색소침투는 대부분 2mm 이내에서 나타났으며 carrier core를 따라 색소의 침투는 관찰되지 않았다 (Fig. 3).

Quick Obturation system 충전군인 4군에서는 열연화된 gutta-percha가 확대된 근관형태를 따라 잘 흘러 들어

간 모습을 보였으며 색소침투도 1~2mm 이내에서만 관찰되었다 (Fig. 4).

#### IV. 총괄 및 고찰

근관치료의 가장 중요한 목적은 근관의 성형과 형성된 근관의 완전한 밀폐에 있다. 이러한 완전한 근관의 밀폐는 치근단 조직에 자극원의 침입을 차단하여 병변의 재발 및 재감염을 방지한다. 본 연구에서 사용한 Easy Filling 및 Quick Obturation system은 gutta-percha를 열연화시켜 one-step으로 쉽고 빠르게 근관을 3차원적으로 충전하도록 고안된 방법으로써 이 system의 임상적 가치를 평가하기 위해 현재 가장 널리 이용되고 있는 측방 가압충전법과 열연화 충전법인 Thermafil system과 치근단 밀폐 효과를 비교평가 하였다.

충전을 평가할 때 흔히 이용되는 지표는 치근단의 밀폐 정도를 비교하는 것이다. 근관충전법의 근관 밀폐효과를 알아 보기 위해 사용되는 방법 가운데 침투물질을 근관내로 침투시켜 충전재료가 이를 어느 정도 막아내는가 보는 방법이 가장 흔히 사용되는 방법이다. 이러한 침투 물질로는 radioactive isotope, dye, silver nitrate와 같은 chemical tracer나 bacteria 및 resorcinol-formaldehyde resin 등<sup>19-21)</sup>이 있다. Radioisotope는 여러 누출 연구<sup>22,23)</sup>에서 사용되어 왔으나 특별한 실험기구를 필요로 하고, 실험 표본이 오염되지 않도록 각별한 주의를 요하며, 결과를 잘못 해석할 위험이 있다. Matloff 등<sup>24)</sup>은 세 가지 isotopes와 methylene blue의 침투력을 비교한 결과 후자가 더 민감한 재료라는 결론을 내렸다. Methylene blue나 india ink를 이용한 색소침투법은 치아 기질이나 apatite crystal에 침투되지 않으면서 누출의 깊이와 양을 비교적 정확하게 나타낼 수 있을 뿐만 아니라 사용하기 쉽고 안전하며, 특별한 장비가 필요없고 가격이 저렴한 장점을 가지고 있다. 그 중

에서도 methylene blue는 작은 분자량으로 침투능이 특히 우수하다고 알려져 있다<sup>25)</sup>.

색소를 침투시킨 후에 미세누출의 평가를 위해 흔히 사용되는 방법 가운데 치근의 정중앙을 따라 수직으로 치근을 양분하여 색소의 침투깊이를 측정하는 방법<sup>10,11,15,26,27)</sup>은 치근단 누출을 평가하기 위한 비교적 쉽고 간단한 방법이지만 하나 치아의 정중앙에 국한된 단면에서의 색소의 침투만을 평가하는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 clearing technique<sup>16,18,28-30)</sup>이 많은 연구에서 사용되었는데 이 방법은 색소 침투 후 치아를 탈회시켜 투명하게 만든 후 3차원적으로 관찰, 색소의 침투 깊이를 측정하는 방법이다. 또한 치아를 치근단으로 부터 백악법랑 경계를 향해 수평 절단하여 색소의 침투깊이를 측정하는 방법<sup>31-33)</sup>도 흔히 사용되는 방법 중 하나이다. 그러나, 색소가 침투된 거리를 측정 비교하므로써 양적평가를 객관적으로 할 수 없기 때문에 본 연구에서는 각 치아의 절단 표본에서 색소의 침투면적을 측정할 수 있는 컴퓨터 프로그램인 Brain 3을 이용하여 색소의 누출률을 양적으로 측정하였다.

Gutta-percha<sup>34,35)</sup>는 자연에서  $\alpha$ -결정형으로 존재하는데 이를 65°C 이상으로 가열하면 무정형이 되면서 녹는다. 이를 아주 느린 속도(0.5°C/hr 이하)로 냉각시키면 다시  $\alpha$ -결정형으로 되돌아가나 보통 속도로 냉각시키면 입상에서 일반적으로 사용되는  $\beta$ -결정형의 gutta-percha가 된다.  $\beta$ -결정형의 gutta-percha를 근관내 주입 가능할 정도로 충분한 유동성을 갖게 하려면 160°C 이상으로 가열하여야 된다. 그러나  $\alpha$ -결정형은  $\beta$ -형보다 열에 의한 가소성과 유동성, 근관내 부착성이 우수하고 근관내의 주입이 용이하기 때문에 열연화 충전에 사용하기에 적합한 형태이다. 열연화 충전법은 측방 가압법의 단점인 cone과 cone사이에 틈이 존재하고 근관벽과의 밀착효과가 떨어지는 것을 개선하고 부근관이나 불규칙한 근관까지 삼차원적으로 충전하고자 개발되었다.

Hata 등<sup>36)</sup>은 열연화 충전법과 측방 가압법의 치근단 밀폐효과를 비교한 연구에서 열연화 충전법이 측방 가압법 못지않은 우수한 결과를 보였다고 하였으나, La Combe 등<sup>26)</sup>은 측방 가압충전군이 열연화 충전군 보다 유의성 있게 적은 치근단 누출을 나타냄을 보고하였다. 오와 유 등<sup>21)</sup>도 측방 가압충전법과 수직 가압충전법이 열연화 충전법인 Microseal technique보다 더 낮은 누출률을 보였다고 하였으나, 최와 홍 등<sup>10)</sup>은 Microseal 충전법이 측방 가압충전법보다 누출률이 더 적었다고 하였으며 이들간에 통계학적인 유의차는 없었다고 보고하였다.

Haddix 등<sup>37)</sup>은 Thermafil system과 측방 가압충전법의 치근단 폐쇄능을 비교 연구한 결과 측방 가압충전법이 Thermafil system 보다 치근단 색소 침투가 더 적었다고 하였고, Gutmann 등<sup>38)</sup>은 Thermafil 충전법이 측방 가압법보다 더 우수하고 균일한 충전을 가능케 하였다고 보고하

였다. 반면 McMurtrey 등<sup>39)</sup>은 이들 사이에 유의성 있는 차이가 없었다고 하였으며 Thermafil로 충전한 결과, sealer와 gutta-percha가 항상 carrier보다 앞서 치근단에 위치했으며 carrier의 누출은 일어나지 않았다고 하였다.

본 연구에서 1, 2 군에서는 1개의 표본을 4 군에서는 2개의 표본을 치근 표면의 균열 때문에 실험군에서 배제하였으며, 3군 중 1개의 표본에서는 치관부 누출이 일어났으므로 이를 제외시켰다. 양성 대조군은 모든 표본에서 치근의 전 길이에 걸쳐 색소 침투가 관찰되었으며, 음성 대조군은 치근의 전 길이에서 미세 누출이 관찰되지 않았다.

측방 가압충전법을 사용한 1 군의 현미경 관찰시, gutta-percha cone과 cone이 서로 밀착되어 있는 상태를 보이고 있었으며 그 사이의 공간은 sealer가 메꾸고 있었다. 색소는 sealer를 침투하지 못했으며 근관벽에 대한 gutta-percha의 밀착성이 좋은 것으로 나타났고, 색소의 침투도 거의 치근단 1mm에 국한되어 나타났다. 이런 이유로는 술자가 가장 익숙한 술식이었고 치관을 제거한 치근에서 충전을 시행하였으므로 임상적인 상황보다 spreader의 사용이 더 용이하고 시야가 더 좋은 것을 들 수 있겠다.

Thermafil system을 사용한 2 군에서는 근관내를 따라 열연화 시킨 gutta-percha가 대체적으로 잘 흘러 들어간 모습을 보이고 있었으나 치근단 부위는 gutta-percha가 아닌 carrier core가 근관 전체를 채우고 있는 경우가 종종 관찰되었다. 이는, Thermafil obturator 중에는 gutta-percha가 균일한 두께로 도포되어 있지 않은 경우가 많았고, 성형된 근관의 불규칙한 내면 때문에 carrier 삽입시 gutta-percha가 걸려 벗겨졌을 가능성도 있다고 사료된다. 근관확대시 사용한 마지막 file size보다 한 두 단계 작은 크기의 obturator를 사용하여 충전할 경우 이 문제는 개선되리라 여겨진다. 절단 시편에서 관찰된 색소침투는 1~2mm 이내로 국한되어 나타났으며 carrier core를 따라서도 색소의 침투는 일어나지 않았는데 이는 sealer가 carrier core와 근관벽 사이를 채우고 있었기 때문인 것으로 보인다.

Thermafil technique과 유사한 Easy Filling System 충전군에서도 열연화시킨 gutta-percha의 근관에 대한 밀착성이 우수하게 나타났으며 대부분의 경우에서 carrier core가 gutta-percha의 중앙에 위치하고 있었고 gutta-percha가 carrier를 균일하게 감싸고 있었다. 색소 침투는 대부분의 경우 평균적으로 치근단 2mm 이상 일어나지 않았으며 core를 따라서도 색소의 침투가 관찰되지 않았다. 충전된 gutta-percha의 단면 모양은 거의 전 길이에 걸쳐서 원형이었는데 이는 Ni-Ti rotary file로 근관확대시 reaming action이 일어났기 때문이며 근관충전시 carrier core를 중심으로 방사선형으로 모든 방향으로 균일한 힘이 근관을 향해 적용됨으로 충전된 gutta-percha의 모양도 core를 중심으로 원형으로 나타난 것으로 생각된다.

엔진 구동형 Ni-Ti condenser를 사용하여 충전한 Quick

Obturation system군에서도 확대된 근관 형태를 따라 gutta-percha가 비교적 잘 밀려 들어간 모습을 보이고 있었으며 색소의 침투도 1mm~2mm에 국한되어 일어났다. 본 실험에서 나타난 Quick Obturation system 사용시의 문제점은 condenser를 근관내에서 무리하게 힘을 주어 작동시 파절이 잘 되고 condenser가 근관내에서 회전하기 시작하면서 뒤로 빠져나가려는 힘을 받기 때문에 연화된 gutta-percha가 condenser에 딸려 나오는 경우가 많았다. 따라서 이를 방지하기 위해선 condenser에 열연화 gutta-percha를 얇고 균일하게 도포하고 5000~7000 rpm 정도의 일정한 회전 속도가 나오는 전기모터를 reduction contra-angle과 함께 사용해야 할 것으로 사료된다. 또한 condenser가 회전하면서 근관을 빠져 나올때 condenser가 차지하고 있던 공간을 연화된 gutta-percha가 충분히 채우지 못하고 void를 남길 가능성이 있기 때문에 hand plugger를 사용한 수직가압이 보다 낮은 근관폐쇄를 위해 병행되어야 할 것으로 사료된다. 1mm 단면에서 이 충전법은 기존의 충전방법인 측방가압충전군 및 Thermafil 충전군과 미세누출의 통계학적 유의성을 보였는데 이는 술자의 숙련도에 많은 영향을 받기 때문인 것으로 사료된다.

Brannstrom 등<sup>40)</sup>은 초기 주사전자 현미경 연구에서 근관확대 후에 생기는 2~5 $\mu$ m 두께의 삭제 파편층을 관찰하였으며, Mc Comb 등<sup>41)</sup>에 의하면 이 도말층은 상아질과 치수 잔사 그리고 세균으로 구성되어 있다고 하였다. Goldberg 등<sup>42)</sup>은 이 도말층을 제거하므로써 상아세관내로의 세척액과 약제, 충전재료의 침투가 용이해져 근관치료의 성공률을 높일 수 있다고 보고하였다. 근관성형시 형성되는 도말층을 효과적으로 제거하는 세척액으로는 NaOCl과 EDTA용액이 추천된다<sup>43,44)</sup>. Kennedy 등<sup>45)</sup>에 의하면 도말층을 제거한 군에서 gutta-percha 충전시 치근단 누출이 적었다고 하였다. 본 연구에서도 근관성형시에 NaOCl과 EDTA 용액을 사용하여 도말층을 제거하였다. 그 결과 근관벽과 gutta-percha의 접합성이 비교적 우수하게 나타났으며 기존의 다른 미세누출 실험 결과에 비해 치근단 미세누출 깊이가 깊지 않은 것으로 나타났다. 기존의 여러 연구<sup>46,47)</sup>에서 열연화 충전법이 isthmus나 측지관을 효과적으로 충전할 수 있었다고 보고하였기에 smear layer를 제거하므로써 측지관에 대한 충전효과도 기대하였으나 본 연구에서는 특이할 만하게 이들에 대한 충전효과가 우수하게 나타난 충전군은 없었다. 앞으로 isthmus 및 측방관이 존재하는 치아 표본에서 이런 열연화 충전법들의 충전효과는 물론 만족된 근관에서의 충전효과에 대한 평가도 차후 이루어져야 할 것으로 사료된다.

본 실험 결과, 열연화 충전법의 경우는 특히 근관 성형시 치근단에 확실한 apical stop을 형성해주는 것이 과충전을 방지하기 위해 필수적이며, 충분한 치경부 확대와 도말층의 제거가 효과적인 근관충전을 위해 선행되어야 할 것으로 사

료된다.

결론적으로, Easy Filling system은 쉽고 효과적인 근관 충전 방법으로 임상적 사용이 기대되며, Quick Obturation system은 근침 1mm를 제외하고는 기존의 충전법과 유사한 근단 폐쇄효과를 나타내어 임상에서의 사용 가능성을 시사하며, 술자의 숙련도에 따라 근단 밀폐효과는 더 개선되리라 사료된다.

## V. 결 론

본 연구는 국내에서 개발한 열연화 충전법인 Easy Filling 및 Quick Obturation system을 사용하여 치근단에서의 밀폐 효과를 평가하여 이 충전법의 임상적인 효능 가치를 알아보고자 하였다. 발거된 52개의 단근치를 백악법랑 경계에서 절단 후 12개씩 4군으로 나누어 .04 taper ProFile 및 GT file을 사용하여 #35까지 근관확대를 시행한 후에 측방가압법과 Thermafil system, Easy Filling system, Quick Obturation system으로 근관 충전을 시행하였고, 대조군은 충전을 시행하지 않았다. 충전 1주일 후, 모든 치아를 nail varnish로 2~3회 도포하고, 2% methylene blue dye에 48시간 동안 보관한 후 clear resin에 매몰하고, 해부학적 근침 1mm되는 위치에서부터 1mm 간격으로 5mm까지 수평절단하고 40배율의 쌍안입체현미경 하에서 사진 촬영하였다. ScanJet 4C Scanner를 이용하여 scanning하고 Brain 3 (Nosdia Tech., Korea) 프로그램을 이용하여 측정된 각 군별 누출률을 통계학적으로 처리하여 다음과 같은 결과를 얻었다:

1. 근침 1mm 단면에서 Quick Obturation군이 가장 많은 누출을 보였으며, 이는 측방가압충전군 및 Thermafil 충전군과 유의성 있는 차이를 보였다 ( $p < 0.05$ ).
2. 근침 2mm와 3mm 단면에서는 4군 모두에서 누출의 통계학적 유의성을 보이지 않았고 ( $p > 0.05$ ), 4mm 단면 이상 부터는 모든 군에서 누출이 관찰되지 않았다.

이상의 결과, 국내에서 개발된 Easy Filling 및 Quick Obturation system은 근침 1mm를 제외하고는 기존의 측방 가압법 및 열연화 충전법인 Thermafil system과 유사한 근단 폐쇄효과를 나타내어 임상에서의 사용 가능성을 시사하며, 술자의 숙련도에 따라 근단 밀폐효과는 더 개선되리라 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. DeDeus QD and Horizante B. : Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. J Endodon 1:361-6, 1975.
2. Green D and Brooklyn NY. : A stereomicroscope study of

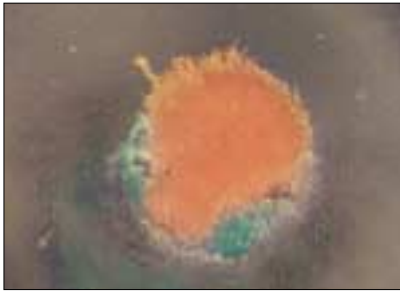
- the root apices of 450 mx. and mn. anterior teeth. Oral Surg 9:1224, 1956.
3. Hess W and Zurcher E. : The anatomy of the root canals of the teeth of permanent and deciduous dentitions. New York: William Wood and Co, 1925.
  4. Kasahara E. : Root canal system of the maxillary central incisor. J Endodon 16: 158-161, 1990.
  5. Callahan JR. : Rosin. solution for the sealing of the dental tubuli and as an adjuvant in the filling of root canals. Allied Dent J 9: 53, 1914.
  6. Nguyen TN. : Obturation of the root canal system. Pathways of the Pulp, 6th Edition: 219-271, 1994.
  7. Schilder H. : Filling the root canal in three dimensions. Dent. Clin. North Am 11:723-44, 1967.
  8. Mc Spadden J. : Self study course for the thermatic condensation of gutta-percha. Toledo: Ransom and Randolph, 1980.
  9. Moreno A.: Thermomechanical softened gutta-percha root canal filling. J Endodon 3:186-8, 1977.
  10. 최중조와 홍찬의. : Microseal<sup>®</sup> 열연화 근관충전법의 치근단 밀폐효과에 관한 연구. 대한치과 보존학회지 14(2):356-63, 1999.
  11. Yee FS et al. : Three-dimensional obturation of the root canal using injection-molded thermoplasticized dental gutta-percha. J Endodon 3:168-74, 1977.
  12. Torabinejad M et al. : Scanning electron microscopic study of root canal obturation using thermoplasticized gutta-percha. J Endodon 4:245-50, 1978.
  13. Marlin J et al. : Clinical use of injection-molded thermoplasticized gutta-percha for obturation of the root canal system: a preliminary report. J Endodon 7:277-81, 1981.
  14. Johnson W. : A new gutta-percha technique. J Endodon 4:184-8, 1978.
  15. Beatty RG et al. : The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. J Am Dent Assoc 119:633-7, 1989.
  16. Lares C and ElDeeb ME. : The sealing ability of the Thermafil obturation technique. J Endodon 16:474-9, 1990.
  17. Chohayeb AA. : Comparison of conventional root canal obturation techniques with Thermafil obturators. J Endodon 18:10-2, 1992.
  18. Hata G et al. : Sealing ability of Thermafil with and without sealer. J Endodon 18:322-6, 1992.
  19. Alani AH and Toh CG. : Detection of Microleakage around Dental Restorations: a Review. Oper Dent 22:173-85, 1997.
  20. Michallesco PM et al. : Bacterial leakage in endodontics. J Endodon 22:535-9, 1996.
  21. 오태석 등. : Microseal<sup>®</sup>을 이용한 근관충전법의 근관폐쇄능력 평가. 대한치과 보존학회지 23(2):682-9, 1998.
  22. Chaisrisookumproin S and Rabinowitz JL. : Evaluation of ionic leakage of lateral condensation and McSpadden methods by autoradiography. J Endodon 8:493, 1982.
  23. Czonstkowsky M et al. : Evaluation of an injection of thermoplasticized low-temperature gutta-percha using radioactive isotopes. J Endodon 11:71-4, 1985.
  24. Matloff IR et al. : A comparison of methods used in root canal sealability studies. Oral Surg 53:203-7, 1982.
  25. Becker SA and Van Fraunhofer JA. : The comparative leakage behavior of reverse filling materials. J Endodon 15:246-8, 1989.
  26. LaCombe JS et al. : A comparison of the apical seal produced by the thermoplasticized injectable gutta-percha technique. J Endodon 14:445-50, 1988.
  27. Weller RM et al. : A comparison of thermoplastic obturation techniques : Adaptation to the canal walls. J Endodon 23:703-6, 1997.
  28. Baumgardner KR and Keith VK. : Ultrasonic condensation of gutta percha : An in vitro dye penetration and acanigg electron microscopic study. J Endodon 16:253-9, 1990.
  29. Goldberg F et al. : Comparison of the sealing capacity of three endodontic filling techniques. J Endodon 21:1-3, 1995.
  30. O'Neil KJ et al. : Evaluation of the apical seal produced by McSpadden compactor and by lateral condensation with a chloloform-softened primary cone. J Endodon 9:190, 1983.
  31. Kersten HW et al. : Thermomechanical compaction of gutta-percha. I. A comparison of several compaction procedures. Int Endod J 19:125-134, 1986.
  32. Mann SR and McWalter GM. : Evaluation of apical seal and placement control in straight and curved canals obturated by laterally condensed and thermoplasticized gutta-percha. J Endodon 13:10-7, 1987.
  33. Veis AA et al. : In vitro evaluation of apical leakage of root canal filling after in situ obturation with thermoplasticized and laterally condensed gutta-percha. Int Endod J 27:213-7, 1994.
  34. Goodman A et al. : The thermomechanical properties of gutta-percha. II. The history and molecular chemistry of gutta-percha. Oral Surg 37:954, 1974.
  35. Goodman A et al. : The thermomechanical properties of gutta-percha.. III. Determination of phase transition temperatures for gutta-percha. Oral Surg 38:109, 1974.
  36. Hata G et al. : Sealing ability of thermoplasticized gutta-percha fill techniques as assessed by a new method of determining apical leakage. J Endodon 21:167-172, 1995.
  37. Haddix J et al. : An in vitro investigation of the apical seal produced by a new thermoplasticized gutta-percha obturation technique. Quint Int 22:159-163, 1991.
  38. Gutmann J et al. : An assessment of the plastic Thermafil obturation technique, Part 1. Radiographic evaluation of adaptation and placement. Int Endod J 26:173-8, 1993.
  39. McMurtrey L et al. : A comparison between Thermafil and lateral condensation in highly curved canals. J Endodon 18:68-71, 1992
  40. Brannstrom M and Johnson G. : Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: a scanning electron microscope investigation. J Prosthet Dent 31:422-30, 1974.
  41. McComb D and Smith D. : A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. J Endodon 1:238-42, 1975.
  42. Goldberg F and Abramovich A. : Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. J Endodon 3:101-5, 1977.
  43. Goldman LB et al. : Efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscope study. Oral Surg 52:197-204, 1981.
  44. Wayman BE et al. : Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. J Endodon 5:258-65, 1979.
  45. Kennedy WA et al. : Smear layer removal effects on apical leakage. J Endodon 12:21-7, 1986.
  46. DuLac KA et al. : Comparison of the obturation of lateral canals by six techniques. J Endodon 25:376-80, 1999.
  47. Reader CM et al. : Effect of three obturation techniques on the filling of lateral canals and the main canal. J Endodon 19:404-8, 1993.

## 사진 부도 설명

- Fig. 1. 측방가압 충전법을 사용한 1군에서의 충전 형태와 누출 양상. 모든 단면에서 gutta-percha cone과 cone이 잘 밀착되어 있는 양상이고 cone사이 공간은 sealer가 메꾸고 있으며 색소가 sealer를 침투하지 못했다. Gutta-percha cone의 근관벽에 대한 밀착이 우수하고 색소침투는 1mm 단면에서만 관찰된다.
- Fig. 2. Thermafil system 충전군인 2군에서의 충전 형태와 누출 양상. 근관이 잘 충전된 모습을 보이고 있으나 치근단 부위는 gutta-percha가 아닌 sealer와 core가 근관 전체를 채우고 있는 경우가 많았다. Gutta-percha cone의 근관벽에 대한 밀착이 우수한 편이고 색소침투도 1mm 단면에서만 관찰되고 carrier core를 따른 색소의 침투는 관찰되지 않는다.
- Fig. 3. Easy Filling system 충전군인 3군에서의 충전 형태와 누출 양상. 열연 화시킨 gutta-percha의 근관벽에 대한 밀착이 우수하게 나타나고 core가 gutta-percha의 중심부에 잘 유지되어 있다. 색소침투는 1mm 단면에서만 관찰되고 carrier core를 따라 색소의 침투는 관찰되지 않는다.
- Fig. 4. Quick Obturation system 충전군인 4군에서의 충전 형태와 누출 양상. 열연화된 gutta-percha가 확대된 근관형태를 따라 잘 충전된 모습을 보이며 색소침투는 1mm와 2mm 단면에서 관찰된다.



사진부도 ①



1mm



2mm



3mm

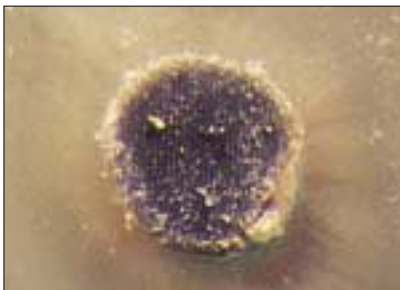


4mm



5mm

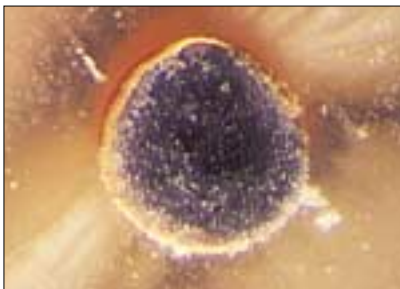
Fig. 1



1mm



2mm



3mm



4mm

Fig. 2

사진부도 ②

