

리본 형태의 근관에서 열연화주입법의 근관벽에 대한 적합도에 관한 연구

황현숙 · 조경모 · 김진우

강릉대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

A COMPARISON OF THERMOPLASTICIZED INJECTABLE GUTTA-PERCHA TECHNIQUES IN RIBBON-SHAPED CANALS : ADAPTATION TO CANAL WALLS

Hyun-sook Hwang, Kyung-mo Cho, Jin-woo Kim

Department of Conservative dentistry, College of Dentistry, Kangnung National University

The aim of this study is to compare the adaptability of thermoplasticized injectable gutta-percha technique to the canal walls in ribbon-shaped canals.

Thirty resin models simulated ribbon-shape canals were instrumented to #40 using .06 taper Profile systems. Three groups of each 10 resin models were obturated by the lateral condensation technique(LC) and the two thermoplasticized injectable gutta-percha technique: Ultrafil Endoset+Obtura II(EO) and Ultrafil Firmset(UF), respectively.

After resin model were kept at room temperature for 4 days, they were resected horizontally with microtome at 1, 2, 3, 4 and 5mm levels from apex. At each levels, image of resected surface were taken using CCD camera under a stereomicroscope at $\times 40$ magnification and stored. Ratio of the area of gutta-percha was obtained by calculating area of gutta-percha cone to the total area of canal using digitized image-analyzing program. The data were collected then analyzed statistically using One-way ANOVA.

The results were as follows.

1. At 1mm levels, there was no statistically significant difference in the mean ratio of gutta-percha among the groups.
2. At 2mm level, EO showed the highest mean ratio of gutta-percha ($p < 0.05$) and there was no significant difference between LC and UF.
3. At 3, 4, 5mm levels, EO and UF had significantly greater mean ratio of gutta-percha than LC($p < 0.05$) and there was no significant difference between EO and UF.

In conclusion, the thermoplasticized injectable gutta-percha techniques demonstrated relatively favorable adaptability to canal walls than lateral condensation technique in ribbon-shaped canals except for 1mm level.

Key words : Ribbon-shaped canal, Thermoplasticized injectable gutta-percha technique, Adaptability

I. 서 론

근관치료의 궁극적 목적은 근관의 완전한 충전이다¹⁾. Ingle²⁾은 근관치료 실패의 60%가 불충분한 근관충전에 기인한다고 하였고, Nguyen¹⁾은 3차원적인 근관충전이 치근단 삼출액이 근관내로 누수(percolation)와 미세누출(microleakage)이 되는 것을 차단하여 재감염을 일으키지 않을 뿐 아니라, 적절한 생물학적인 환경을 만들어 치유가 될 수 있도록 한다고 보고 하였다. 그러나 임상적으로 multicanal, fin, lateral canal, delta, isthmus 등과 같은 근관형태의 복잡성으로 인하여 3차원적인 완전한 근관충전을 이룩하기가 어렵다. 1995년 Weller등³⁾에 의해 보고된 연구에서는 50개의 상악 제1대구치의 근심협측근관의 90% 이상이 치근단에서 3mm 부위에 isthmus를 가진다고 진술하고 있으며 stereoscope를 이용해 관찰한 많은 논문에서도 치근단 3mm 이내에 수많은 canaliculi가 존재한다고 보고하였다.

Isthmus는 치수조직을 함유하는 두 개의 근관 사이에 존재하여 좁고, 리본 모양의 통로를 형성한다. 따라서 두 개의 근관을 가지는 치근에는 isthmus가 존재할 가능성이 높다. 상악 제1대구치의 근심협측 치근에서 isthmus의 빈도는 학자들마다 다양하게 보고되었는데 Pineda⁴⁾는 4.9%, Green⁵⁾은 16%, Cambuzzi와 Marshall⁶⁾은 30.1%의 빈도로 나타난다고 보고하였으며, Vertucci⁷⁾는 가장 높은 비율인 52%의 빈도를 보고하였고 또한 anastomosis의 57%는 치근의 중간부위에 존재하며 15%는 치근단 1/3부위에 위치한다고 보고하였다.

이런 근관계를 완전히 충전하기 위해서는 근관의 모든 부위에 충전재가 잘 적합해야 한다. 가장 흔히 사용되는 근관 충전재는 gutta-percha이며 현재까지 gutta-percha를 사용하는 근관충전방법 중 측방가압법이 가장 널리 사용되고 있다. 그러나 gutta-percha cone사이에 빈 공간이 존재하고, 근관벽에 완전히 적합되지 못하고, 과도한 측방 충전압에 의해 치근과절 가능성이 높다는 등의 단점이 지적되고 있다^{8,9)}.

이러한 측방가압법의 단점을 보완하고자 다양한 방법의 열연화 충전법이 소개되었다. 1977년 Yee등¹⁰⁾은 고온(160℃)의 열연화된 gutta-percha를 압력을 이용하여 근관내로 유입시키는 새로운 방법을 소개하면서 이열연화 충전법의 밀폐효과가 비교한 다른 충전방법들에 비해 비슷하거나 더 우수하다고 보고하였다. Torabinejad¹¹⁾과 Marlin등¹²⁾에 의해 보고된 바로는 열연화 충전법은 void가 적고, 근관 형태의 재현이 비교적 정확하며 작업시간을 줄인다고 하였다. Michanowicz와 Czonstowzky¹³⁾은 저온(70℃)의 열연화된 gutta-percha를 근관내로 주입하는 충전법의 밀폐효과를 연구하였으며 이 충전법은 sealer와 함께 사용할 때 중

은 밀폐성을 보였다고 보고하였으며, ElDeed¹⁴⁾은 측방가압법과 열연화주입법간의 밀폐능력을 비교한 연구에서 실러와 함께 충전할 때 두 충전방법 사이에 유의한 차이가 없다고 하였다. LaCombe등¹⁵⁾은 근관밀폐효과면에서 측방가압법이 저온 또는 고온의 열연화 gutta-percha보다 더 우수하다고 하였다.

근관 충전법의 근관밀폐효과를 평가하기 위한 실험방법 중 가장 일반적인 것은 색소¹⁶⁾나 미생물¹⁷⁾, 방사선 동위원소¹⁸⁾ 등을 이용하여 근관 충전 후의 미세누출의 유무와 정도를 확인하는 방법들이 있지만, 본 연구에서는 Eguchi등¹⁹⁾과 Giani등²⁰⁾에 사용된 바 있는 수평절단한 근관내 총면적에 대한 gutta-percha의 면적비를 계산하는 방법을 이용하였다.

이러한 열연화 충전법의 밀폐능력에 관한 이전의 연구는 대부분 하나의 근관을 대상으로 시행한 것으로 isthmus가 있는 근관을 대상으로 한 연구 보고는 거의 없는 실정이다. 이에 두 근관 사이에 isthmus가 존재하는 리본 형태의 근관을 재현한 레진 모형을 만들어 두 가지 열연화주입법(Ultrafil Endoset+Obtura II, Ultrafil Firmset)과 측방가압법의 근관벽에 대한 적합도를 비교, 평가하고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

동일한 조건의 근관 형태를 부여하기 위해서 직선의 두 근관 사이에 isthmus가 존재하는 리본 형태의 근관을 가지는 레진 모형 30개를 같은 근관 모형을 이용하여 제작하였다.

근관 성형기구로는 전동파일의 일종인 .06 taper Profile system(Maillefer Co., Dentsply, Switzerland)을 사용했으며 충전재료로는 표준화된 gutta-percha cone(Diament, Korea), FM size의 accessory gutta-percha cone(Diament, Korea)과 obtura II system(Texeed Corp., Costa Mesa, CA, USA) 및 Ultrafil system(Hygenic Corp., Arkon, OH, USA)을 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 근관 형성 및 실험군의 분류

전동파일이 레진블록의 근단끝을 넘지 않도록 주의하면서 .06 taper Profile system을 이용해서 master apical file이 #40/.06이 되도록 근관을 형성하였다.

근관세척은 30gauge Max-i-probe(Dentsply MPL Technologies, USA)를 이용해서 매 단계마다 2ml씩 tap water로 시행하였다. 근관형성을 완료한 다음 paper point

Table 1. Experimental group

Group	No. of model	Obturator Method
Group 1	10	Ultrafil Endoset+Obtura II(EO)
Group 2	10	Ultrafil Firmset(UF)
Group 3	10	Lateral condensation(LC)

로 근관을 건조시켰으며 Table 1과 같이 각각 10개씩 3개의 군으로 분류하였다.

2) 근관 충전

1군: Ultrafil Endoset과 Obtura II로 근관충전을 한 군으로 Endoset cannule을 적절한 온도에 도달할 때까지 가열기에서 최소 15분 동안 위치시켰다. Paper point에 AH 26 sealer(Desntsply Detrey, Germany)를 묻혀서 근관내에 얇게 도포 한 후 가열기에서 Endoset gutta-percha cannule을 꺼내 syringe에 장착한 후 cannule로부터 gutta-percha의 흐름성을 확인하고 22gauge 주사침에 묻어있는 gutta-percha를 gauze를 이용해서 깨끗이 닦은 뒤 가능한 한 근침에 가깝게(치근단 4mm) 주사침을 위치시켜 gutta-percha를 치근단 2-3mm 정도가 충전될 때 까지 주입하였다. 그리고 나서 gutta-percha가 plugger에 붙어 달려나오는 것을 방지하기 위해 미리 시적해 놓은 plugger를 알콜 솜으로 닦은 후 수직가압을 하였다. 근관의 나머지 부위는 Obtura II를 이용해서 back-filling하였다.

2군: Ultrafil Firmset으로 근관충전을 한 군으로 1군의 Obtura II로 back-filling하는 것 외에는 충전방법이 유사하다. Firmset cannule을 적절한 온도에 도달할 때까지 가열기에서 최소 15분 동안 위치 시키고 paper point에 AH26 sealer(Dentsply Detrey, Germany)를 근관내에 얇게 도포하였다. Cannule로부터 gutta-percha의 흐름성을 확인 한 후 주사침을 가능한 한 근침에 가깝게(치근단 4mm) 위치시켜 gutta-percha를 주입하였다. 한번의 trigger 후에 미리 시적해 놓은 plugger를 이용해서 gutta-percha를 수직가압 하였다. 그 동안에 cannule이 장착된 syringe는 가열기에 위치시켜 gutta-percha가 냉각되는 것을 막았다. 이 과정을 근관의 나머지 부위를 충전할 때까지 계속 시행하였다.

3군: 측방가압법으로 근관충전을 한 군으로 표준화된 #40 gutta-percha cone을 master cone으로 작업장길이 까지 도달시켜 tug-back을 확인한 뒤 AH 26 sealer(Dentsply Detrey, Germany)를 mas-

ter cone에 묻혀 근관내에 얇게 도포하였다. 치근단, 치근 중간 부위, 치관부에 해당하는 크기의 A30, A40, A50의 Stainless steel hand spreader (Maillefer, Swiss)와 다수의 accessory gutta-percha cone을 사용하여 통법대로 spreader가 근관입구 3-4mm이상 들어가지 않을 때 까지 충전한 다음 잉여충전물은 가열된 기구로 잘라내었으며, 수직 가압을 추가로 시행하지 않았다.

근관 충전이 모두 완료된 후, sealer가 경화되는 시간을 부여하기 위해 상온에서 4일동안 보관하였다.

3) 표본 절단 및 관찰

실험 표본들을 500 μ m 두께의 절단용 톱날이 장착된 경조직 절단기(Accutom-50, Struers, Denmark)로 근침에서 5mm까지 1mm 간격으로 수평절단하였다.

각각의 절편들을 CCD 카메라가 장착된 입체현미경(stereomicroscope, Olympus, Japan)으로 40배로 확대하여 그 화상을 포착(capture)하였고, 이들을 JPEG 파일 형태로 컴퓨터내에 저장하였다. 이 화상들을 Adobe Photoshop 4.0 프로그램을 이용하여 컴퓨터 모니터상에 불러온 후, sealer의 외형선을 추적기록(tracing)하였다. 이 기록들을 image-analyzing program인 ImagePro Plus(Media Cybernetics, USA)를 이용하여 각각의 폐곡선 면적들을 산출하였다.

4) 근관내 적합도 산정

근관에 대한 gutta-percha의 적합도는 아래식과 같이 근관 면적에 대한 gutta-percha cone의 점유면적 비율로 하였다.

$$\text{식1)} \quad \frac{\text{gutta-percha가 차지하는 면적} \times 100(\%)}{\text{근관의 면적}}$$

각 군에서 측정, 산정된 적합성은 SPSS ver 10.0을 이용하여 일원 변량 분석법(One-way ANOVA)을 사용하여 비교하였으며, Tukey test로 사후 검정하였다.

III. 실험결과

각 군의 절단 수준별 근관내 gutta-percha 평균 면적비는 Table 2와 같다. 각 군별 근관내 gutta-percha 평균 면적비는 2군(UF)이 92.08%로 제일 높았으며, 다음은 1군(EO)이 91.97%, 3군(LC)은 88.33%의 결과를 나타내었다(Fig. 1). 각 군의 절단 수준별 근관내 gutta-percha 평균 면적 비는 2mm 수준을 제외하곤 2군(UF)이 제일 높았으며, 2mm 수준에서는 1군(EO)이 제일 높은 평균면적비

Table 2. Mean ratio of area of gutta-percha(%) and standard deviation

	1군(EO)		2군(UF)		3군(LC)	
	Mean	S. D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
1mm	84.69	7.22	85.09	5.11	81.93	8.32
2mm	93.95	2.15	92.56	2.06	90.61	2.05
3mm	93.63	1.84	94.04	1.82	91.02	1.85
4mm	93.82	1.01	95.05	2.02	89.18	2.17
5mm	93.76	1.58	94.31	0.84	88.94	3.36
Total mean	91.97	5.02	92.08	4.47	88.33	3.55

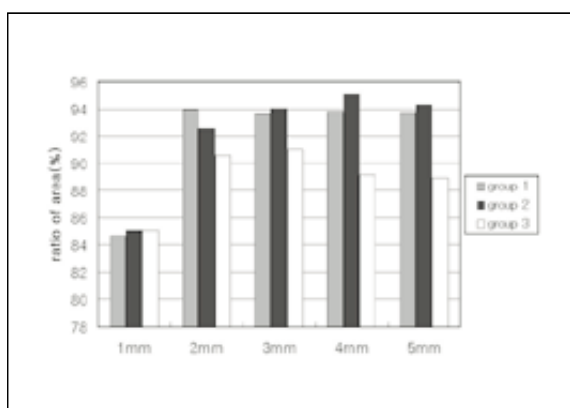


Fig. 2. Mean ratio of area of gutta-percha for each level.

Table 4. Significance testing of mean ratio of area of gutta-percha at 2mm level in each group

	Group 1 (EO)	Group 2 (UF)	Group 3 (LC)
Group 1(EO)	*		
Group 2(UF)			
Group 3(LC)			

* statistically significant($p < 0.05$)

를 나타내었고 3군(LC)은 모든 수준에서 다른 군 보다 낮은 평균 면적비를 나타내었다(Fig. 2).

각 군에 따른 절단 수준별 평균 면적비 차이에 대한 사후 유의성 검증은 Table 3부터 5와 같다. 1mm 수준에서는 각 군간의 유의성은 없었으며, 2mm 수준에서는 1군(EO)이 2군(UF)과 3군(LC)에 비해 유의성 있게 높은 결과를 나타냈다($p < 0.05$). 3, 4, 5mm수준에서는 1군(EO)과 2군

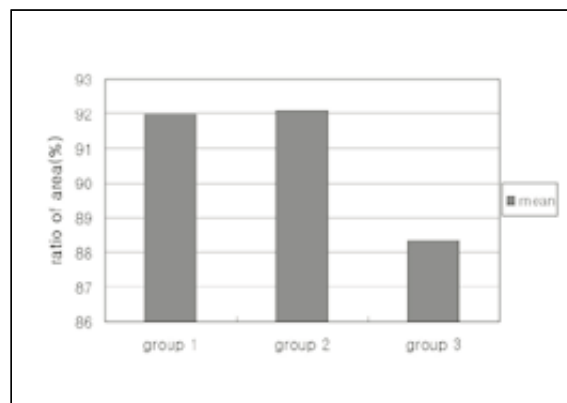


Fig. 1. Mean ratio of area of gutta-percha in each group.

Table 3. Significance testing of mean ratio of area of gutta-percha at 1mm level in each group

	Group 1 (EO)	Group 2 (UF)	Group 3 (LC)
Group 1(EO)	NS		
Group 2(UF)			
Group 3(LC)			

NS : not statistically significant

Table 5. Significance testing of mean ratio of area of gutta-percha at 3, 4, 5mm level in each group

	Group 1 (EO)	Group 2 (UF)	Group 3 (LC)
Group 1(EO)	*		
Group 2(UF)			
Group 3(LC)			

* statistically significant($p < 0.05$)

(UF)이 3군(LC)에 비해 유의성 있게 높은 결과를 나타내었으며($p < 0.05$), 1군과 2군은 유의성이 없었다.

각 군의 횡단면을 관찰한 결과(Fig. 3~17), 1mm 수준에서는 isthmus를 제외한 주 근관은 gutta-percha로 대부분 충전된 모습을 나타내었고, isthmus는 충전시 함입된 공기와 sealer가 대부분 차지하였으며, 나머지 부위에서는 isthmus도 gutta-percha로 적절히 충전된 모습을 나타내었다.

IV. 총괄 및 고찰

근관충전법의 근관밀폐효과를 평가하기 위한 실험방법 중 가장 일반적인 것은 근관 충전 후의 미세누출을 평가하는 방법으로 이 방법들은 누출의 유무와 정도를 확인하기 위해서 색소¹⁶⁾나 미생물¹⁷⁾, 방사선 동위원소¹⁸⁾ 등을 이용한다. 실험 결과에 술자의 숙련도와 전문적 기술이 상당한 영향을 끼친다고 하더라도, 미세누출을 이용한 실험 방법에 관련된 여러 가지 변수들도 또한 상당한 영향을 끼친다. 예를 들면, 충전후 immersion까지의 시간, immersion 기간, 사용된 tracer의 종류, smear layer의 존재 여부, thermal cycling의 여부, 근관 충전물과 근관벽 사이의 공극에 공기나 액체가 존재하는지의 여부 등등의 여러 변수들에 의해 결과가 달라진다²¹⁾. 예를 들면, gutta-percha와 sealer를 이용하여 충전한 후 비교적 단 기간 내에 누출실험을 하게 되면 이 때에는 sealer가 gutta-percha로 채우지 못한 공간을 대체하고 있게 된다. 따라서 누출실험 시 sealer에 의한 누출 억제효과가 일어나게 되며 sealer가 과도하게 개재되어 충전된 경우에도 누출은 결과적으로 적게 나타날 가능성이 있다.

하지만 실제 생체내에서는 상황이 매우 달라서 sealer는 장기간에 걸쳐 조직내에서 용해될 가능성이 높고 이는 곧 미세누출을 야기하여 근관치료의 실패로 이어진다. 만일 근관충전시 많은 부피의 sealer가 개재되었다면 초기에는 근관벽은 밀폐능력을 상실하게 되고 부적절한 충전상태를 초래 하게 된다¹⁹⁾.

이같은 사실은 Pitt Fort²²⁾가 실험실에서의 근관밀폐효과와 생체내의 조직반응과는 별 다른 상관 관계를 발견할 수 없다고 한 보고에 의해서도 뒷받침된다.

따라서 바람직한 근관밀폐는 비흡수성 불활성 충전재인 gutta-percha가 최대량으로 근관내를 치밀하게 폐쇄하고 있어야 하며, sealer는 단지 gutta-percha로 충전되지 못한 불규칙한 근관벽과 gutta-percha 사이 등의 미세한 공극만을 최소량으로 채우고 있어야 한다. 이에 본 연구에서는 통상적으로 근관 밀폐 효과를 측정하는 방법인 색소침투법, 방사선 동위 원소법들의 문제점을 개선하기 위해 실험 모형을 일정수준에 따라 횡절단하여 각각의 횡단면상에서 근관 충전적 대비 gutta-percha의 면적비율을 산출함으로써, 각 충전기법에 따른 근관밀폐효과의 정량적 평가를 도출 하였다.

본 실험에서는 리본 형태의 근관에서 측방가압법과 비교하여 열연화 주입법의 근관충전 효과를 비교해 보고자 근관내 gutta-percha의 면적비 측정 실험을 시행하였다.

실험 결과 각 군의 5mm 수준까지의 근관내 gutta-percha의 평균 면적비는 2mm 수준을 제외하고는 2군(UF)이 제일 높았고, 그 다음은 1군(EO), 3군(LC)의 순으로 높았

다. 2mm 수준에서는 1군(EO)이 제일 높았으며, 그 다음은 2군(UF), 3군(LC)의 순이었다.

각 군의 절단 수준별 근관내 gutta-percha 평균 면적비를 비교해 볼때 1mm 수준에서 1군(EO)과 2군(UF)이 3군(LC)보다 gutta-percha가 차지하는 평균 면적비는 높았지만, 각 군별로 유의한 차이는 없었고, 2mm 수준에서는 1군인 Endost-Obtura II군이 2군과 3군에 비해 유의성 있게 높은 결과를 보였다. 나머지 3, 4, 5mm 수준에서는 1군과 2군 모두는 3군에 비해 유의성 있게 높은 결과를 보였고 1군과 2군 사이에서는 통계적으로 유의성은 없었다. 1mm 수준에서 각 군별로 통계적인 유의성이 없는 이유는 연화된 gutta-percha를 주입시 치관부에서 부터 gutta-percha와 함께 유입된 공기와 sealer가 레진 모형상에 치근단공의 부재로 인해 치근단이나 isthmus에 몰려 gutta-percha대신에 채워지게 되어 공기나 sealer가 빠져나갈 여지가 없기 때문에 gutta-percha의 주입시 gutta-percha가 치근단이나 isthmus내로 잘 흘러 들어가지 못하게 gutta-percha의 흐름성을 방해하는 쪽으로 작용했을 것이라고 사료되며 또한, 수직가압시 back-pressure로 작용하여 치근단이나 isthmus로의 충전을 방해했을 것이라고 사료된다. 반면에 측방가압법으로 충전한 군에서는 근관장에 준해 master gutta-percha를 삽입해서 spreader로 가압하여 다른 accessory gutta-percha를 삽입할수 있는 공간을 마련하는 방법으로 충전하기 때문에 공기가 빠져 나갈 여지는 있는 것이며 또한 열연화된 gutta-percha를 주입하는 방법이 아니기 때문에 근관장 만큼의 master cone의 삽입으로 인해 이미 치근단부위는 어느 정도 충전되기 때문이라고 사료된다. 2mm 수준에서 1군(EO)이 2군(UF)보다 유의성 있게 높은 결과를 보인 이유는 1군에서 치근단 2-3mm는 Endoset으로 충전했고 Firmset보다 흐름성은 낮지만 plugger로 수직가압을 할 수 있었던 반면에, Firmset으로 충전한 군에서는 Endoset에 비해 다소 점착성의 성질로 인해 plugger에 gutta-percha가 딸려 올라올 소지가 있기 때문에 가압(compaction)이 아니라 응축(condensation)의 개념으로 시행해야 했기 때문이라고 사료되며 고온으로 열연화된 gutta-percha를 같이 사용함으로 인해 밀폐능력의 상승효과가 작용하지 않았을까 하는 가능성도 생각해 볼 수 있다. 실제로 McSpadden²³⁾은 물리적 성질이 다른 두 가지 gutta-percha (α 형 gutta-percha와 β 형 gutta-percha)를 동시에 사용하여 충전한 결과 밀폐능력에 있어서 상승효과를 나타냈음을 보고한 바 있다. 나머지 3, 4, 5mm 수준에서는 1군과 2군 모두는 3군보다 유의성 있게 높은 결과를 보였다. 이 결과로 1mm 수준을 제외 하고는 열연화주입법이 측방가압법 보다 근관벽에 더 좋은 적합도를 보인다고 할 수 있으며 이것은 Torabinejad¹¹⁾과 Marlin¹²⁾에 의해 보고된 결과와 일치한다.

이번 연구에서 자연치 대신에 레진모형을 사용한 이유는 동일한 조건의 근관형태를 부여하기 위해서이다. 하지만, 레진을 상아질과 비교해 볼 때 몇가지 제한점을 가지고 있다. 레진의 상태(condition)와 표면 구조(surface texture)는 gutta-percha나 실러의 흐름성(flow property)에 긍정적 또는 부정적으로 영향을 미칠 수 있다. 예를 들면, 상아질은 뛰어난 절연체인 반면에 acrylic에서의 이 성질은 알려져 있지 않다²⁴⁾. 더욱이 본 실험에서 사용된 레진 모형은 기존의 연구에 사용되어온 것처럼 제조회사에 의해서 일정한 규격으로 공급되어진 것이 아니라 근관의 형태를 직접 재현하여 레진 모형을 제작한 것이어서 실제 자연치아에서의 isthmus와 치근단공을 재현할 없었기 때문에 실제 치아를 시술하는 임상에서의 결과와 차이가 있을 것으로 사료된다. 따라서, 앞으로는 실제치아에서의 isthmus, C-shaped canal, lateral canal 등의 불규칙한 근관의 여러 충전법에 따른 연구가 더 필요하리라 사료된다.

IV. 결 론

본 실험은 리본형태의 근관에서 근관벽에 대한 열연화주입법의 적합도를 비교, 평가하기 위해서 30개의 레진모형을 만들어 .06 taper Profile system을 이용해서 #40까지 근관확대를 시행한 후에 각각 10개씩 3군으로 분류 하였다. 각각을 서로 다른 두 가지 방법의 열연화충전법(Ultrafil Endoset + Obtura II, Ultrafil Firmset)과 측방가압법을 이용해서 충전한 후에 각 군의 레진 모형을 근침으로부터 1mm의 균일한 간격으로 5mm까지 경조직 절단기를 이용해 수평절단한 후 입체현미경에 장착된 CCD카메라를 이용하여 절편들의 화상을 포착하여 절단 수준별로 근관 충전적 대비 gutta-percha의 면적비율을 측정하여 근관충전 효과를 평가하였고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 1mm 수준에서는 각 군간의 유의할 만한 차이가 없었다.
2. 2mm 수준에서는 1군(EO)이 다른 군에 비해 통계적으로 유의성 있게 가장 높은 결과($p<0.05$)를 보였고, 2군(UF)과 3군(LC)사이에서는 통계적으로 유의성이 없었다.
3. 3, 4, 5mm 수준에서는 1군(EO)과 2군(UF)은 3군(LC)에 비해 통계적으로 유의성 있게 높은 결과($p<0.05$)를 보였고, 1군과 2군 사이에서는 유의성이 없었다.

이상의 결과만을 토대로는, 리본형태의 근관에서 1mm 수준을 제외하곤 측방가압법에 비해 열연화주입법이 근관벽에 비교적 더 좋은 적합도를 보인다고 할 수 있다.

참고문헌

1. Nguyen NT: Obturation of the root canal system. In: Cohens S, Burns RC, eds. Pathways of the pulp. 3rd ed. St. Louis: CV Mosby Co., 205-59, 1984.
2. Ingle JI, Dow PR: Isotope determination of root canal failure. Oral Surg 8:1100-4, 1955.
3. Norman Weller R, Niemczyk Stephen P, Kim Syngcuk: Incidence and position of the canal isthmus. Part I. Mesio Buccal root of the maxillary first molar. J Endodon 21:380-3, 1995.
4. Pineda F: Roentgenographic investigation of the mesio Buccal root of the maxillary first molar. Oral Surg 36:250-60, 1973.
5. Green D: Double canals in single roots. Oral Surg 35: 689-96, 1973.
6. Cambruzzi JV, Marshall FJ: Molar endodontic surgery. J Can Dent Assoc 1:61-6, 1984.
7. Vertucci FJ: Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg 58:589-99, 1984.
8. Baryton SM, Davis SR, Goldman M: Gutta-percha root canal fillings. Oral Surg 26:703-6, 1997.
9. Weller RM, Kimbrough WF, Anderson RW: A comparison of thermoplastic obturation techniques: Adaptation to the canal walls. J Endodon 23:703-6, 1997.
10. Yee FS, Marlin J, Gron P: Three-dimensional obturation of the root canal using injection-molded thermoplasticized dental gutta-percha. J Endodon 3:168-74, 1977.
11. Torabinejad M, Skobe Z, Trombly PL, Krakow AA, Gron P, Marlin J: Scanning electron microscopic study of root canal obturation using thermoplasticized gutta-percha. J Endodon 4:245-50, 1978.
12. Marlin J, Krakow AA, Desilets RP, Gron P: Clinical use of injection-molded thermoplasticized gutta-percha for obturation of the root canal system: a preliminary report. J Endodon 7:277-81, 1981.
13. Michanowicz A, Czonstkowsky M: Sealing properties of an injection thermoplasticized low-temperature gutta-percha: a preliminary study. J Endodon 10:563-6, 1984.
14. ElDeeb ME: The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha. J Endodon 11:84-6, 1985.
15. LaCombe JS, Campbell AD, Hicks ML, Pelleu GB: A comparison of the apical seal produced by two thermoplasticized injectable gutta-percha techniques. J Endodon 14:445-50, 1988.
16. Beaty RG, Baker PS, Haddix J, Hart F: The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. J Am Dent Assoc 119:633-7, 1989.
17. Michailleso PM, Valcarcel J, Grieve AR, Levallois B, Lerner D: Bacterial leakage in endodontics: an improved method for quantification. J Endodon 22: 535-5, 1996.
18. Czonstkowsky M, Michannowicz A, Vazquez J: Evaluation of an injection of thermoplasticized low temperature gutta-percha using radioactive isotopes. J Endodon 11:71-4, 1985.
19. Eguchi DS, Peters DD, Hollinger JO, Lorton L: A comparison of the area of the canal space occupied by

- gutta-percha following four gutta-percha obturation techniques using Procosol sealer. J Endodon 11: 166-75, 1985.
20. Giani O, Visvisian C, Caso C : Quality of apical in curved canals using three types of spreaders. J Endodon 26:581-5, 2000.
21. WU M.-K., Wesselink PR.: Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodolgy, application and relevance. Int Endodon J 26: 36-43, 1993.
22. Pitt Fort TR. : Relation between seal of root fillings and tissue response. Oral Surg 55:291-4, 1983.
23. McSpadden J : Multiphase gutta-percha obturation technique. Dent Econ 83:95-7, 1993.
24. Dulac KA et al. : Comparison of the obturation of lateral canals by six techniques. J Endodon 25:376-80, 1999.
25. Hsu Yeung-Yi, Kim Syngcuk, Phil M. : The resected root surface. The issue of canal isthmus. Microscopes in Endodontics 41:529-40, 1997.

사진부도 설명

- Fig. 3. Representative photograph of Ultrafil Endoset+Obtura II group at the 1mm level showing the incomplete obturation of isthmus.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 4. Representative photograph of Ultrafil Firmset group at the 1mm level showing the incomplete obturation of isthmus.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 5. Representative photograph of Lateral condensation group at the 1mm level showing the incomplete obturation of isthmus.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 6. Representative photograph of Ultrafil Endoset+Obtura II group at the 2mm level showing the complete obturation of isthmus.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 7. Representative photograph of Ultrafil Firmset group at the 2mm level showing the complete obturation of isthmus.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 8. Representative photograph of Lateral condensation group at the 2mm level showing the complete obturation of isthmus.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 9. Representative photograph of Ultrafil Endoset+Obtura II group at the 3mm level showing the good adaptability to the canal wall.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 10. Representative photograph of Ultrafil Firmset group at the 3mm level showing the good adaptability to the canal wall.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 11. Representative photograph of Lateral condensation group at the 3mm level showing the gaps between gutta-perchas.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 12. Representative photograph of Ultrafil Endoset+Obtura II group at the 4mm level showing the good adaptability to the canal wall.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 13. Representative photograph of Ultrafil Firmset group at the 4mm level showing the good adaptability to the canal wall.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 14. Representative photograph of Lateral condensation group at the 4mm level showing the gaps between gutta-perchas and canal wall.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 15. Representative photograph of Ultrafil Endoset+Obtura II group at the 5mm level showing the good adaptability to the canal wall.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 16. Representative photograph of Ultrafil Firmset group at the 5mm level showing the good adaptability to the canal wall.(original magnification $\times 40$)
- Fig. 17. Representative photograph of Lateral condensation group at the 5mm level showing the gaps between gutta-perchas and canal wall.(original magnification $\times 40$)

사진부도 ①

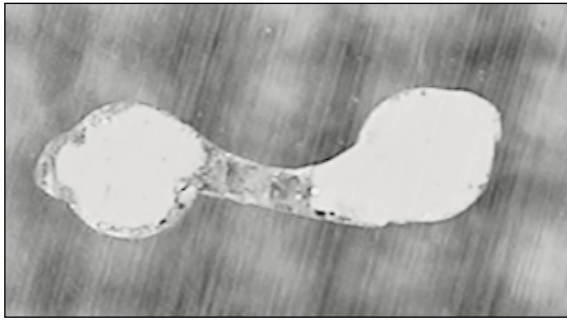


Fig. 3

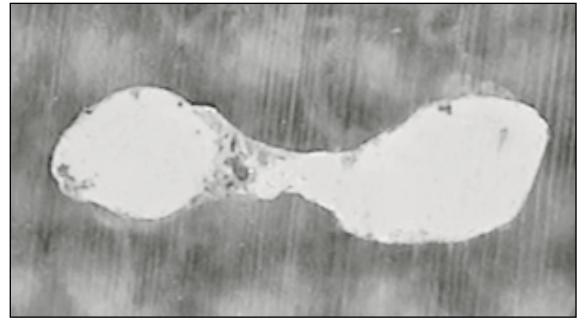


Fig. 4

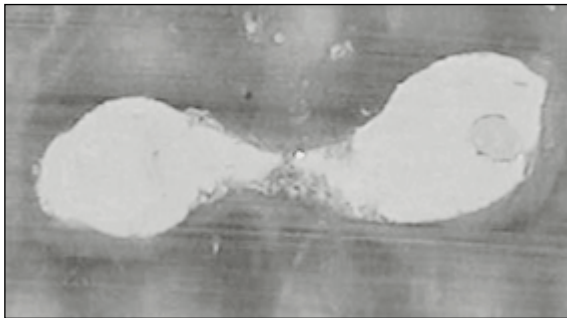


Fig. 5

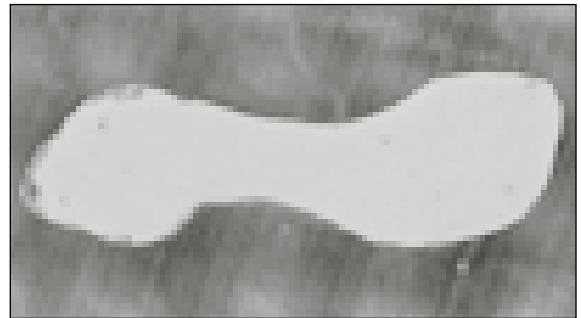


Fig. 6

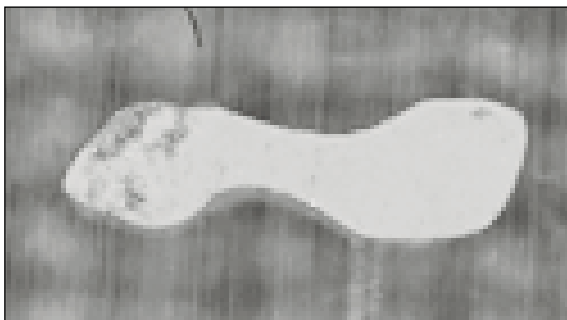


Fig. 7

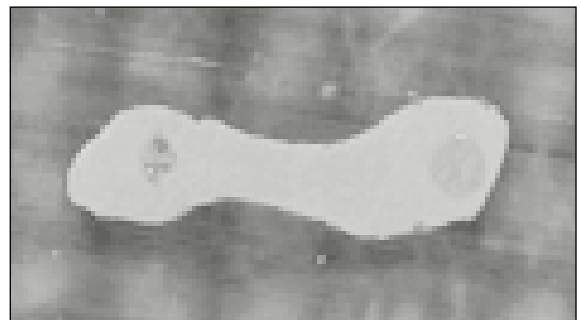


Fig. 8

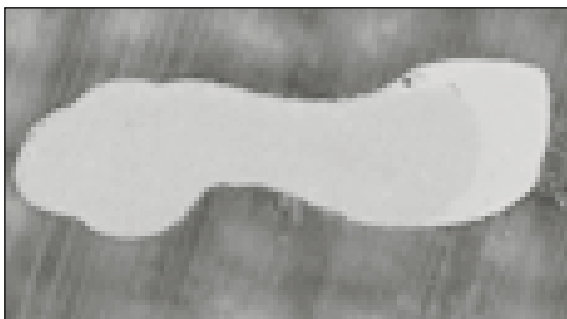


Fig. 9



Fig. 10

사진부도 ②



Fig. 11

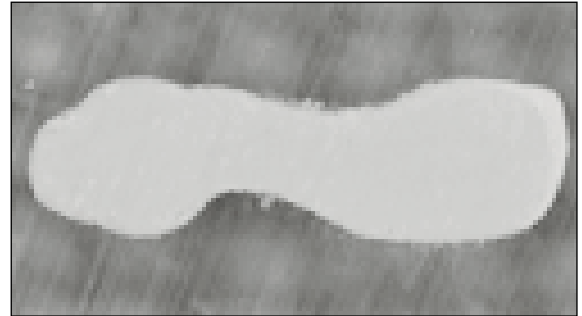


Fig. 12

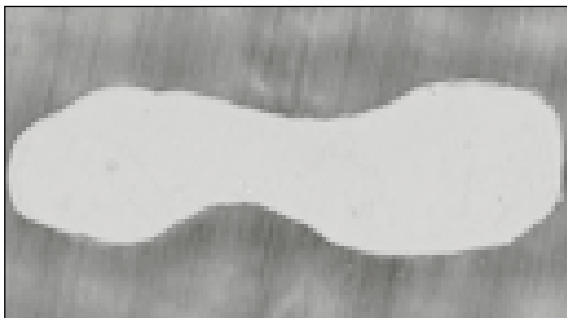


Fig. 13

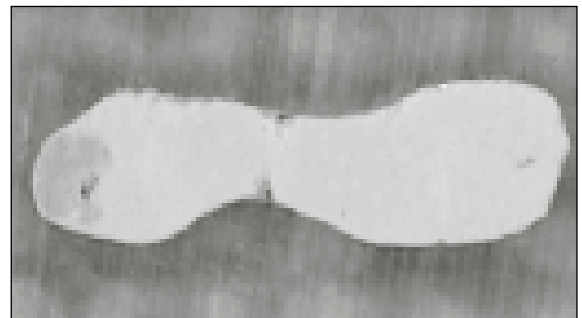


Fig. 14

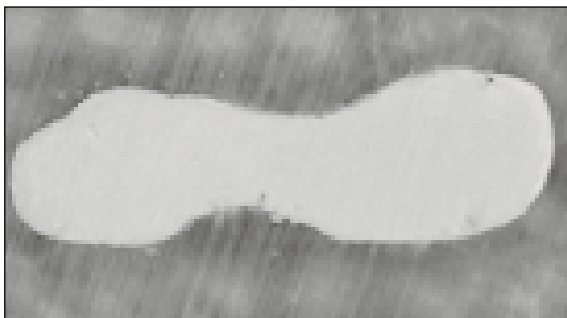


Fig. 15

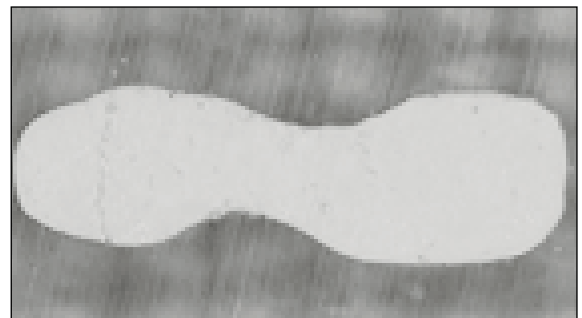


Fig. 16

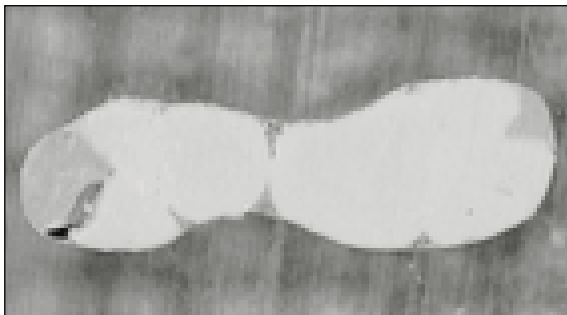


Fig. 17