

초음파 근관기구를 이용한 근관충전법의 근관폐쇄능에 관한 주사 전자현미경적 연구

원광대학교 치과대학 보존학교실

최라영 · 이인숙

Abstract

A SCANNING ELECTRON MICROSCOPIC EVALUATION OF THE ROOT CANAL FILLING WITH ULTRASONIC ENDODONTIC INSTRUMENT

La-Young Choi, D.D.S., In-Sook Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University

The purpose of this study was to evaluate the adaptation of root canal filling material to the dentinal wall of root canal and to compare the sealing ability of the root canal filling materials using ultrasonic endodontic instrument with injection-molded thermoplasticized gutta-percha filling method and lateral condensation method.

Fifty fresh human single root extracted for orthodontic treatment, were randomly selected, and instrumented by step-back technique.

And then, the teeth were divided into 5 groups according to each root canal filling methods. In the experimental group 1 and group 2, the root canals were filled with gutta percha cases using ultrasonic instrument with and without sealer.

In the experimental group 3 and 4, using injection-molded thermoplasticized gutta-percha method by obtur[®] canals were filled with and without sealer.

In the control group, the canals were filled with sealer by lateral condensation.

And then, 5 teeth of each group were immersed in black Indian ink, decalcified and cleared.

The depth of dye penetration into the root canal were evaluated with stereoscope (Reichert Ltd., USA). Among the 5 teeth remaining in each group, the single longitudinal grooves were made on the labial and lingual root surfaces and then immersed in the liquid nitrogen to fracture the teeth spontaneously without any distortions of gutta-percha.

Each specimens were examined with X-650 Scanning Electron Microscope (Hitachi Ltd, Japan) to show the adaptation to the canal wall, void, homogeneity of filling material and location of gutta-percha or sealer in the dentinal tubules of the root canal.

The observations were as follows :

1. The experimental group 1 showed smaller mean dye penetration than control group, and showed the penetration of sealer in the dentinal tubules of apical third of the root canal.

2. The experimental group 2 and group 4 showed the penetration of gutta - percha in the dentinal tubules of root canals.
3. The experimental group 1 and group 3 showed less mean dye penetration than the experimental group 2 and group 4.
4. The experimental group 1 and group 2 showed better adaptation of filling materials than control group.

I. 서 론

근관치료는 치수조직의 완전한 제거와 근관의 충전 그리고 염증이 없는 상태의 유지를 목적으로 하며¹⁾ 지속적으로 성공적인 근관치료를 하기 위해서는 근관의 완전폐쇄와 치근단공의 밀폐를 필요로 한다. Dow와 Ingle²⁾은 근관치료 실패의 60%가 불완전한 충전에 기인한다고 추정하였고, Nguyen³⁾은 완전히 충전된 근관은 치근단이 유해물질의 저장소로 작용하거나 치근단에 percolation이 발생하는 것을 방지해 주고 조직치유에 대한 조건을 향상시킨다고 보고하였다. 따라서 치근단 조직과 구강환경 사이의 치근단 말단에 밀폐된 장벽을 형성시키는 것이 근관충전의 기본적인 목표로 남게 된다. 근관을 3차원적으로 충전시키기 위해서는 많은 방법들이 가능하지만 1867년 Bowman에 의해 처음 소개된 이래로 gutta - percha가 가장 널리 사용되고 있으며 이를 이용하는 방법들에는 측방가압법, 수직가압법, McSpadden compactor를 이용한 열기계적충전법, 열가소성 gutta - percha를 이용한 근관충전법 등이 있다⁴⁾. 이들중 최근 사용되고 있는 초음파근관기구는 1957년 Richman¹⁷⁾에 의해 처음 소개된 이래 근관세척 및 확대뿐 아니라 근관충전에도 이용되고 있음에 착안하여 Moreno¹⁴⁾의 방사선 동위원소를 이용한 초음파 근관충전법에 관한 연구 및 宮原²⁵⁾의 연구에 기초를 두고, 기존에 사용되고 있는 근관충전 방법들과 함께 근관폐쇄능을 알아보기 위해 입체현미경 및 주사전자현미경적 연구를 통해서 관찰한 결과 몇가지 이론을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 실험 방법

1. 실험재료

치근단이 완성된 50개의 단근치를 실험대상으로 하였으며, reamer와 Hfile(Matsutani Seisakusho Co., Japan)을 이용하여 근관형성한 후 gutta - percha cone과 보조 cone(Sure - Endo, Sure Products Ltd., USA), 호제(AH₂₆, De Trey Co., Switserland)를 사용하여 근관충전하였다.

측방가압법은 #30, #40, #50 spreader(Maileffer, Swiss)를, 열가소성 gutta - percha를 이용한 주입가압 근관충전법은 obtura(Unitek, USA)를 사용하였으며, 초음파근관기구를 이용한 근관충전법은 Suprasson SP(SATELEC, France)를 각각 사용하여 근관충전하였다.

2. 실험방법

치아를 발거 즉시 생리적 식염수에 담근 후 치아에 부착된 잔존 유기물을 제거시키기 위해 5% NaOCl에 24시간 담근 다음, #4 round bur를 이용하여 와동형성을 하였다. #10 file을 치근단공 밖으로 통과시켜 치근단공을 확인하고 근관장은 해부학적 치근단으로부터 1mm 짧게 하였다. 5% NaOCl 용액하에서 step - back method를 이용하여 #45 H - file 크기까지 근관형성한 후 #2~3 Gate - Glidden drill를 사용하여 근관입구를 확대하여 생리적 식염수로 세척한 후 paper point를 이용하여 근관을 건조시켰다. 충전재의 변연누출정도 및 근관의 상아질벽에 대한 접합도를 알아보기 위해 50개의 치아를 무작위로 각각 10개씩, 5개의 군으로 분리하였다. 실험 제 1군은 10개의 치아를 lentulo spiral drill을 이용하여 호제를 도포한 후 근관충전하였으며, 실험제 2군은 10개의 치아에 호제를

사용하지 않고 초음파 근관기구를 이용하여 근관 충전 하였으며, 실험제 3군은 10개의 치아에 *lentulo spiral drill* 을 이용하여 호제를 근관에 먼저 도포한 후 열가스성 *gutta-percha* 를 이용한 주입 가압충전법으로 23 gauge - applicator tip 를 통해 근관충전 하였고, 실험제 4군은 10개의 치아에 호제를 사용하지 않고 열가스성 *gutta-percha* 를 이용한 주입가압충전법으로 근관충전하였으며, 대조군으로는 10개의 치아에 호제를 사용하여 측방가압법으로 근관충전하였다. 초음파근관기구를 이용한 근관충전법은 宮原²⁵⁾에 의한 방법으로 이루어졌는데, 이는 먼저 통법대로 측방가압법을 이용하여 근관충전 한 후 #50 spreader 로 근관 윗부위에서 근관 중앙부위를 향해서 가압하면서 근관장보다 1~2mm 정도 짧게 가압하였다. Spreader 로 생긴 공간에 Su #10 file 을 넣고 물이 없는 상태로 초음파를 진동시킨 다음, 수 초후에 초음파 진동에 의해 Su #10 file 이 발하는 열로 *gutta-percha* 를 연화시킨 후 계속적인 초음파 진동을 주면서 Su #10 file 을 근관벽에 압박하여 근관충전하였다. 특히 측지근관이 예상되는 부위에는 여러번 가압을 반복하였다. 이 조작의 결과로 생긴 공간에 새로운 보조 cone 을 추가하여 가압하고 재가열이 필요한 경우에는 앞의 술식과 동일하게 조작하여 근관충전을 완성시켰다.

1) 투명표본 제작

각 군에서 임으로 치아를 각각 5개씩 나누어 각 치아의 치근단공 주위 1mm 만 남기고 치아의 전 표면에 nail varnish 를 각각 2회 도포하여 건진시킨 다음 black Indian ink (Winsor and Newton, England) 에 24 시간 침적시켰다. 흐르는 물에 여분의 ink 를 세척하여 nail varnish 를 제거한 후, 5% 질산으로 5일간 탈회시킨 다음, 80%, 90%, 99% alcohol 순

으로 각각 1일간 탈수시켰으며, methyl salicylate (Junsei chemical Co., Ltd., Japan)로 처리하여 투명 표본을 제작하였다¹⁸⁾. 개개의 근관 색소침투정도를 알아보기 위해 입체현미경(AO Stereostar, Reichert Ltd., USA) 하에서 Vernier caliper (Minuto Co., Japan)를 이용하여 0.05mm 단위로 측정 한 후 평균을 계산하였다.

2) 주사전자현미경 표본제작

각 군의 나머지 5개 치아는 치아의 순, 설측에 single longitudinal groove 를 각각 준 다음 액화질소에 침적시켜 절단한 후¹³⁾, aluminum stud 에 부착시킨 다음 ion coater system 을 이용하여 200 millitor 및 6mA 하에서 약 4분간 200A° 두께로 gold coating 하여 주사전자현미경(X-650 SEM, Hitachi Ltd., Japan)하에서 충전물질의 근관벽에 대한 재현도, void 유무, 충전물질의 균질도 및 호제와 *gutta-percha* 의 근관 상아세관내의 존재유무 등을 관찰하였다.

III. 실험성적

1. 입체현미경 소견

각 군에 대한 평균 색소침투정도는 Table 1 과 같다. 실험제 1군의 색소침투 정도는 각각 0.02mm, 0.00mm, 0.70mm, 0.40mm, 0.00mm 였고, 평균 색소침투정도는 0.22mm 이었으며, 실험제 2군의 색소침투정도는 각각 0.47mm, 3.68mm, 3.21mm, 3.63mm, 4.50mm 였고 평균색소침투정도는 3.09mm 이었으며, 실험제 3군의 색소침투정도는 각각 0.60mm, 0.00mm, 0.02mm, 0.20mm, 0.01mm, 였고 평균색소침투정도는 0.20mm 이었으며, 실험제 4군의 색소침투정도는 각각 4.10mm, 0.50mm, 3.33mm, 2.36mm, 3.33mm 였으며 평균색

Table 1 Mean dye leakage in each group

Group	Method of obturation	Sealer	No. of sample	Linear leakage(mm)
1.	Ultrasonic	Yes	5	0.22
2.	Ultrasonic	No	5	3.09
3.	Injection	Yes	5	0.20
4.	Injection	No	5	2.72
5.	Lateral	Yes	5	0.82

소침투정도는 2.72mm 였다. 대조군의 색소침투정도는 각각 0.39mm, 0.98mm, 0.00mm, 1.27mm, 1.48mm였으며 평균색소침투정도는 0.82mm 였다.

2. 주사전자현미경적 소견

1) 실험 제 1 군

충전물질은 근관벽에 대해 긴밀한 접합을 보였으며 대조군에 비해 gutta-percha의 상아질벽에 대한 접촉면적이 넓어진 반면, 호제가 차지하는 폭은 감소하였다. 치근단 1/3 부위의 상아세관내에 호제의 투입이 관찰되었다. 공포는 거의 존재하지 않았으며, 충전물질은 균일한 덩어리 양상으로 나타났다.

2) 실험 제 2 군

치관벽의 불규칙성이 잘 나타나 있었고, 약간의 공포가 존재하였으나 치경부 치근중상부위에서 상아세관내로의 gutta-percha 삽입이 관찰되었다.

3) 실험 제 3 군

불규칙한 근관벽을 따라 충전물질이 균일한 덩어리를 형성하고 있었으며 공포는 거의 찾아볼 수 없었다. 상아질층과 충전물사이의 호제는 비교적 규칙적인 막을 형성하고 있었으나, 실험제 4 군에 비해 상아세관내의 gutta-percha 삽입은 관찰되지 않았다. 치관중상부위의 상아세관에 대한 호제의 삽입이 약간 보였으나 거의 찾아보기 힘들었다.

4) 실험 제 4 군

충전물질이 불규칙한 근관벽을 따라 충전되어 있는 양상을 보이고 있었으며, 치경부 및 치근중상 1/3에서 상아세관내로의 gutta-percha 삽입이 관찰되었다. 충전물질은 균일한 덩어리를 형성하고 있었으며, 공포는 거의 관찰되지 않았다.

5) 대조군

비교적 근관벽에 잘 접합된 양상을 보이고 있었으나 공포가 존재하였고, 충전물질은 비교적 균일한 양상을 보였다. 상아세관내로 호제나 gutta-percha의 삽입은 관찰되지 않았다.

IV. 총괄 및 고찰

근관충전의 목적은 치수조직이 있던 근관을 근관충전물질로 완전히 봉쇄하고 구강환경과의 교통이 없도록 하기 위해서이며 만약 그 주위에 병변이

있는 경우 이 병변을 치유시켜 치아 본래의 기능을 회복시켜 주는데 있다. 이러한 목적을 위해서는 주근관이나 측지근관의 처치는 물론이고 상아세관에 대한 처치도 병행되어야 하며, 이러한 주근관, 측지근관, 상아세관에 대한 처치는 근관형성과 충전의 근관치료 결과에 대한 예후에 크게 영향을 미치게 된다²⁵. 수직가압, 열, 호제, hydraulic pressure, 기계적의 압축 등을 이용하여 3차원적으로 근관을 충전시키게 되는데, 이때 호제가 근관충전의 밀폐효과를 향상시키는데 도움을 주는 것은 확실하나, gutta-percha의 상아질벽에 대한 접촉면적을 최대화시키고 호제의 폭은 최소화시킬 수 있도록 모든 노력을 기울여야 한다. 잘 압축되고 밀접하게 접합된 근관충전이야말로 상아질벽과 근관충전물질과의 접합을 증가시키며 치근단 폐쇄를 완전하게 한다¹¹.

본 실험에서 호제를 사용하여 초음파근관기구로 근관충전한 군이 측방가압법으로 충전한 군에 비해 근관벽에 대한 접합도가 우수하였고, gutta-percha 충전물질의 접촉면적은 증가되는 반면 호제의 폭은 감소되었으며, 치근단부위의 상아세관내로 호제의 삽입이 관찰되었고, 색소침투에 의한 변연폐쇄능의 검사에서도 측방가압법에 비해 적은 색소침투정도를 보였다. 이는 방사선 동위원소를 이용하여 실험한 결과 초음파근관기구를 이용하여 근관충전한 군이 측방가압법으로 근관충전한 군에 비해 변연 누출도가 적었으며 좀 더 균일한 충전을 보였다는 Moreno¹⁰의 결과와도 일치한다.

비슷한 색소침투정도를 보여주고 있는 열가소성 gutta-percha를 이용하여 주입가압 충전법으로 근관충전한 군의 경우 호제의 상아세관내의 투입은 거의 관찰되지 않은 반면, 초음파근관기구를 이용하여 충전한 군에서 호제투입이 관찰되었는데 이는 초음파진동시 발생하는 열과 측방압을 가할 때의 압력에 의한 것으로 사료된다. ElDeeb³, Evas와 Simon⁴은 열가소성 gutta-percha를 이용한 주입가압 근관충전법이 측방가압법에 비해 치근단폐쇄능이 보다 우수하다고 보고하였고, Torabinejad 등²⁰ 및 Michanowicz 등¹³은 주사전자현미경을 이용하여 상아질과 gutta-percha 사이의 접촉면을 관찰한 결과 열가소성 gutta-percha를 이용한 주입가압 근관충전이 측방가압법에 비해 근관벽에 대한 접합도가 보다 우수하였으며 void가 적었다고 보고하

였다. 본 연구에서는 호제를 사용한 후 열가소성 gutta-percha를 이용하여 근관충전한 군이 측방가압법에 비해 적은 색소침투정도를 나타내었고 근관벽에 대한 접합도도 우수하였으나 치근단 부위의 상아세관 내로의 호제삽입은 관찰되지 않았다.

또한 측지근관이나 분지근관 내로의 충전은 충분히 기대되었으나²⁵⁾, Mann과 McWalter⁷⁾는 overextension 또는 underextension이 발생할 확률이 50%라는 보고를 한 바 있으며 EidDeeb³⁾도 75%의 overfilling이 발생한다고 보고하였다. 일반적으로 이에 따른 슬후의 동통이 다른 방법에 비해 크다고 보고되고 있다²⁶⁾.

색소침투정도 및 근관벽에 대한 접합도에 관한 연구에서 호제를 사용하여 주입가압 충전법으로 근관충전한 군이 호제를 사용하지 않은 군에 비해 변연누출도가 적다고 알려져 있다^{3,4,12)}. 본 연구에서 초음파근관기구를 이용하여 근관충전한 군 및 열가소성 gutta-percha를 이용하여 주입가압 충전법으로 근관충전한 군에서 호제가 사용되었을 때 변연누출도가 더 적었고, 호제가 사용되지 않은 경우 상아세관 내로 gutta-percha의 삽입이 관찰되었으나 호제를 이용하여 측방가압법으로 근관충전한 군에 비하여 많은 색소침투정도를 보여 주고 있다. 이는 gutta-percha 자체의 근관벽에 대한 접합도가 떨어지기 때문인 것으로 사료되며, 이로 인하여 생긴 공간은 호제에 의해 충전되어야 하는데 이때 호제는 근관벽과 충전물 사이의 접촉을 증진시켜 근관폐쇄를 효과적으로 하는데 도움이 된다.

Schilder¹⁹⁾는 warm gutta-percha를 이용한 근관충전 방법은 충전의 전체길이를 통하여 부피를 안정시키면서 균일하게 압력이 제공되므로 근관충전의 요구조건을 가장 좋게 충족시킨다고 보고한 바 있다. 이에 측방가압법의 한 방법으로서 gutta-percha를 이용하여 좀 더 나은 근관충전을 얻기 위해 열을 사용하는데, 본 실험에서는 열전달체로서 초음파근관기구의 file을 사용하였다. 초음파의 생물학적 기본원칙은 공동현상, 소와류, file의 진동 등이 있으며²⁷⁾, 진동은 초당 20,000~30,000회 정도이고 file의 이동방향은 측면운동을 하게 되며, 결정모양을 만들면서 항상 file의 끝부위에서 제일 큰 진동을 보인다. 진동으로 부터 유래되는 energy의 대부분은 비가역적으로 열과 생리적 조직을

파괴시키는 hydrodynamic shear field로 전환되며, 열전달체로 사용되는 초음파근관기구의 file은 다음과 같은 장점이 있다. 첫째, 열전달체의 크기는 근관의 직경에 따라 다른 것을 사용할 수 있고, 둘째, 초음파 근관기구의 file은 근관의 만곡도에 따라 만곡될 수 있으며, 셋째, gutta-percha가 초음파기구의 file에 달라붙지 않는다는 점이다¹⁴⁾. 반면에 Martin⁸⁾은 초음파근관기구에 의한 gutta-percha의 연화는 열보다는 진동에 의한 분자적 재배열에 의해 연화가 더 잘 된다고 보고하였다. 실험도중 초음파근관기구에 의한 근관충전시 file 끝이 발열되는 동안 계속해서 가열되면 치주조직(치근막)이 손상을 입을 수 있으므로 조심하였으며, 근관벽에 file이 닿아서 소리가 나면 작업을 중지한 후 file의 위치를 변경시켰다.

최근 사용되고 있는 초음파근관기구는 근관충전뿐만 아니라 근관형성, 근관세척, 근관내 이물질의 제거, 호제의 투입⁸⁾, 즉일 근관치료²¹⁾ 및 미완성 치근단이나 넓은 근관의 세척에도 활용되어 좋은 효과를 보이고 있다.

Weine²⁴⁾은 근관을 정확하게 형성하여 근관충전하면 거의 성공적인 결과를 가져온다 하였으며, 많은 연구가들이^{6,10,11,15,20)} 초음파근관기구에 의한 근관형성 및 근관세척이 손기구에 의한 것보다 좀 더 좋은 결과를 얻을 수 있다고 보고하였다.

특히 근관충전은 정확한 와동 설계와 완전한 근관형성 및 근관세척에 의존하고 있음을 고려하여 볼 때, 근관형성 및 세척에 초음파근관기구를 사용하고 이 기구를 이용하여 근관충전을 한다면 임상적으로 보다 나은 결과를 얻을 것으로 사료된다.

본 실험에서 충전물질의 측지근관 및 치근단 봉쇄문제, 충전시 조작기술 등이 색소침투정도에 영향을 줄 수 있는 인자로 작용하였으나, 각 군의 근관폐쇄능 및 근관벽에 대한 접합도와 관련지어 볼 때, 본 연구는 초음파근관기구를 이용한 근관충전법을 임상에 응용함에 있어 지침이 될 것으로 사료되는 바이다.

V. 결 론

저자는 최근 사용되고 있는 초음파근관기구를 이용한 근관충전법의 치근단폐쇄능 및 충전물질의

근관 상아질벽에 대한 접합도를 알아보기 위하여 50개의 단근치를 실험대상으로 하여 호제를 사용한 후 초음파 근관기구를 이용하여 근관충전한 군, 호제를 사용하지 않고 초음파근관기구를 이용하여 근관충전한 군, 호제를 사용한 후 열가소성 gutta-percha를 이용하여 주입가압충전법으로 근관충전한 군, 호제를 사용하지 않고 열가소성 gutta-percha를 이용하여 근관충전한 군 등을 호제를 사용한 후 측방가압법으로 근관충전한 군과 근관폐쇄능 및 접합도를 비교하기 위해 입체현미경 및 주사전자현미경하에서 관찰, 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 호제를 사용하여 초음파근관기구로 근관충전한 군에서 치근단부위의 상아세관내에 호제의 삽입이 관찰되었다.
2. 초음파근관기구를 이용하여 근관충전한 군 및 열가소성 gutta-percha를 이용하여 주입가압충전법으로 근관충전한 군에서 호제가 사용되지 않은 경우 상아세관내에 gutta-percha 삽입이 관찰되었다.
3. 호제를 사용하여 초음파근관기구로 근관충전한 군 및 호제를 사용하여 열가소성 gutta-percha를 이용하여 근관충전한 군에서 호제가 사용되지 않은 군에 비하여 적은 색소침투정도를 보였다.
4. 초음파근관기구를 이용하여 근관충전한 군이 측방가압법으로 근관충전한 군에 비하여 근관벽에 대한 근관충전 물질의 접합도가 우수하였다.

참 고 문 헌

1. Cohen, S. and Burns, R.C. : The Pathway of the Pulp. 3rd ed., The C.V. Mosby, 205, 1984.
2. Dow, P.R., and Ingle, J.I. : Isotope determination of Root Canal Failure. Oral Surg, 8 : 1100, 1955.
3. ElDeeb, M.E. : The Sealing Ability of Injection-molded Thermoplasticized Gutta-percha. J Endodon, 11 : 84, 1985.
4. Evas, J.E. and Simon, J.H.S. : Evaluation of Apical Seal produced by Injected Thermoplasticized Gutta-percha in the Absence of Smear Layer and Root Canal Sealer. J Endodon, 13 : 102, 1987.
5. Hoen, M.M., LaBountry, G.L. and Keller, D.L. : Endodontic Sealer Placement. J Endodon, 14 : 169, 1988.
6. Langeland, A. and Pascon, E.A. : Working - Saving Devices in Endodontics : Efficacy of Sonic and Ultrasonic Techniques, J Endodon, 11 : 499, 1985.
7. Mann, S.R. and McWalter, G.M. : Evaluation of Apical Seal and Placement Control in Straight and Curved Canals Obturated by Laterally Condensed and Thermoplasticized Gutta-percha. J Endodon, 13 : 10, 1987.
8. Martin, H. : Personal communication. 10, 1982.
9. Martin, J., Krakow, A.A., Desilets, R.P. and Gron, P. : Clinical use of Injection - molded Thermoplasticized Gutta-percha for Obturation of the Root Canal System : Preliminary report. J Endodon, 7 : 277, 1981.
10. Martin, H., Walter, T., Norris, J.P., Cotton, W.R. : Ultrasonic versus Hand Filing of dentin : A quantitative study. Oral Surg, 49 : 79, 1980.
11. Martin, H. and Cunningham, W.T. : The Effect of Endosonic and Hand manipulation on the amount of Root Canal material extruded. Oral Surg, 53 : 611, 1982.
12. Michanowicz, A. and Czonstkowsky, M. : Sealing properties of an Injection molded Thermoplasticized Low-temperature(70°C) Gutta-percha : A Preliminary Study. J Endodon, 10 : 563, 1984.
13. Michanowicz, A.E., Czonstkowsky, M. and Piesco, N.P. : Low-temperature (70°C) Injection Gutta-percha : A Scanning Electron Microscopic Investigation. J Endodon, 12 : 64, 1986.
14. Moreno, A. : Thermomechanically softened Gutta-percha Root Canal Filling. J Endodon, 3 : 186, 1977.
15. Nguyen, N.T., : Obturation of the Root Canal system. Pathways of the pulp. 3rd ed. The C.V Mosby, 205-99, 1984.
16. Pericord, D., ElDeeb, M.E. and messer, H.H. : Hand versus Ultrasonic Instrumentation : Its Effect on Canal shape and Instrumentation Time. J Endodon, 12 : 375, 1986.
17. Richman, M.J. : The use of Ultrasonics in Root

- Canal Therapy and Root Resections. *J Dent Med*, 12 : 12, 1957.
18. Robertson, D., Leeb, I.J., Mckee, M. and Brewer, E. : A Clearing Technique for the Study of Root Canal System. *J Endodon*, 6 : 421, 1980.
 19. Schilder, H. : Filling Root Canals in Three Dimensions. *Dent Clin North Am*, 723, 1967.
 20. Stamos, D.E., Sadeghi, E.H., Haasch, G.C. and Gerstein, H. : A In Vitro Comparison Study to Quantitate the Debridement Ability of Hand, Sonic, and Ultrasonic Instrumentation. *J Endodon*, 13 : 434, 1987.
 21. Stamos, D.E., Squitieri, M.L., Costas, J.F. and Gerstein, H. : Use of Ultrasonic in Single - Visit Endodontic Therapy. *J Endodon*, 13 : 246, 1987.
 22. Torabinejad, M., Skobe, Z., Tromby, L.P., Krakow, A.A., Gron, P., Marlin, J. : Scanning Electron Microscopic Study of Root Canal Obturation using Thermoplasticized Gutta - percha. *J Endodon*, 4 : 245 - 50, 1978.
 23. Walmsley, A. : Ultrasonic and Root Canal Treatment : The Need for Scientific Evaluation. *Int Endo J*, 20 : 105, 1987.
 24. Weine, F.S. : Endodontic therapy. 3rd Ed. St. Louis, C.V. Mosby Co., 341, 1982.
 25. 宮原 , 超音波歯内療法。2版, 日本歯科評論社, 141, 1987.

EXPLANTATION OF PHOTOGRAPH

- Fig 1. Root canal filling with ultrasonic endodontic instrument with sealer($\times 10$).
- Fig 2. Root canal filling with ultrasonic endodontic instrument without sealer($\times 10$).
- Fig 3. Injection - molded thermoplasticized gutta - percha filling technique with sealer ($\times 10$).
- Fig 4. Injection - molded thermoplasticized gutta - percha filling technique without sealer ($\times 10$).
- Fig 5. Lateral condensation with sealer ($\times 10$).
- Fig 6. Root canal filling with ultrasonic endodontic instrument with sealer. Photograph shows the good adaptation of gutta - percha(GP) to the dentinal wall (D) of root canal and good homogeneity of gutta - percha(GP) ($\times 250$).
- Fig 7. Root canal filling with ultrasonic endodontic instrument with sealer. Photograph shows the good adaptation of filling material. Note the reduced sealer(S) space and increased gutta - percha(GP) volume(middle 1/3, $\times 400$).
- Fig 8. Injection - molded thermoplasticized gutta - percha filling technique with sealer. Photograph shows the good adaptation of gutta - percha(GP) (middle 1/3, $\times 1000$) D, dentin.
- Fig 9. Lateral condensation with sealer.
Note the increased sealer(S) space and voids(V) ($\times 410$) GP, gutta - percha.
- Fig 10. Root canal filling with ultrasonic endodontic instrument with sealer. Photograph show the penetration of sealers(S) into the dentinal tubules (DT) of the root canal (apical 1/3, $\times 3500$).
- Fig 11. Root canal filling with ultrasonic endodontic instrument without sealer.
Photograph shows the penetration of gutta - percha(GP) into the dentinal tubules of the root canal (middle 1/3, $\times 7000$).
- Fig 12. Injection - molded thermoplasticized gutta - percha filling technique without sealer.
Photograph shows the good adaptation of gutta - percha(G) (middle 1/3, $\times 1000$) D, dentin.
- Fig 13. High magnification of Fig 12.
Photograph shows the penetration of gutta - percha(GP) into the dentinal tubules(DT) of root canal (middle 1/3, $\times 10000$).
- Fig 14. Root canal filling with ultrasonic endodontic instrument with sealer. Photograph show the homogeneity of gutta - percha(cross section, $\times 120$).
- Fig 15. Lateral condensation with sealer.
Compare the decreased homogeneity and decreased adaptation to the root canal wall with group 1 (Fig 14) (cross section, $\times 120$).

사진부도(1)



Fig. 1.



Fig. 2.

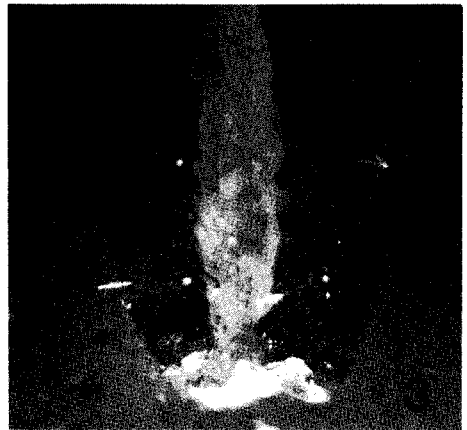


Fig. 3.



Fig. 4.

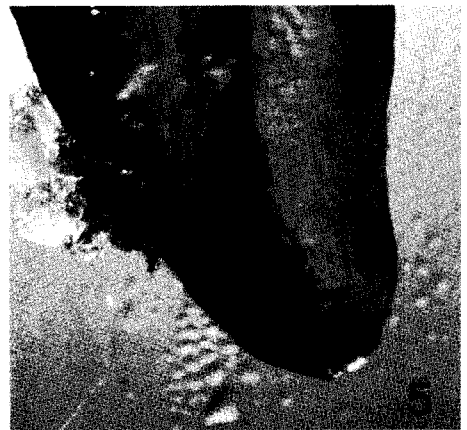


Fig. 5.

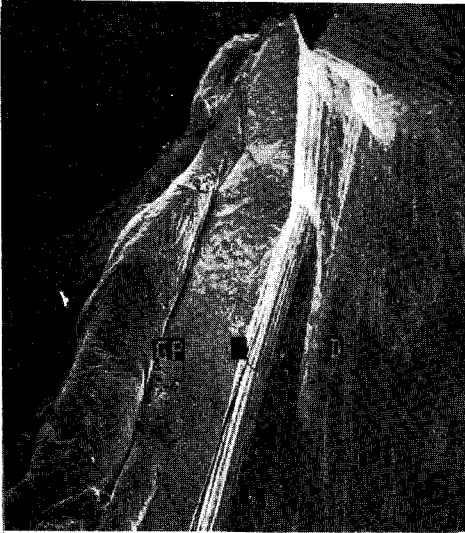


Fig. 6.



Fig. 7.

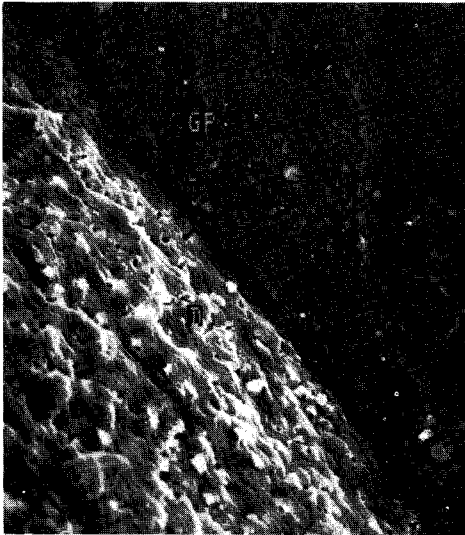


Fig. 8.

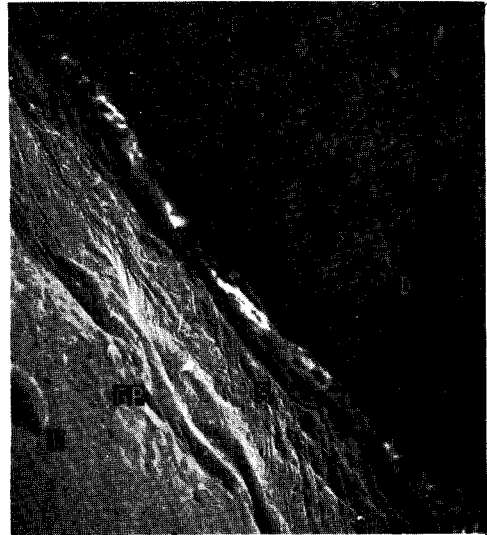


Fig. 9.

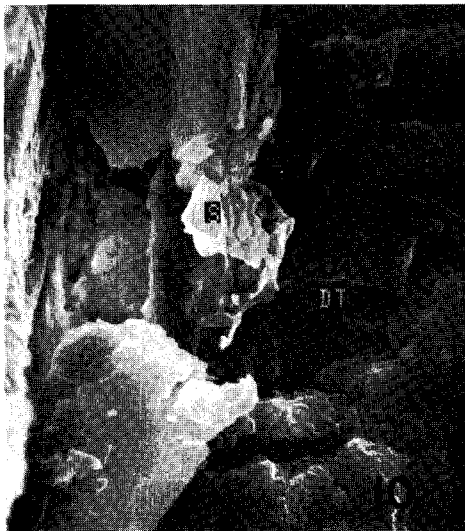


Fig. 10.

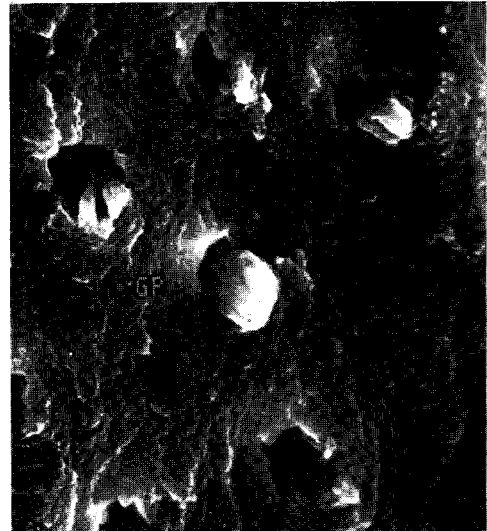


Fig. 11.

사진부도(3)

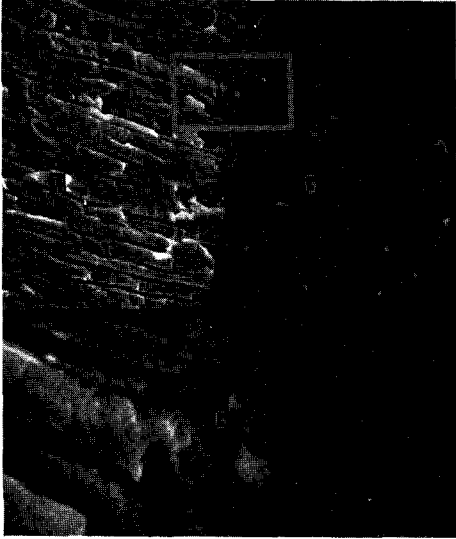


Fig. 12.

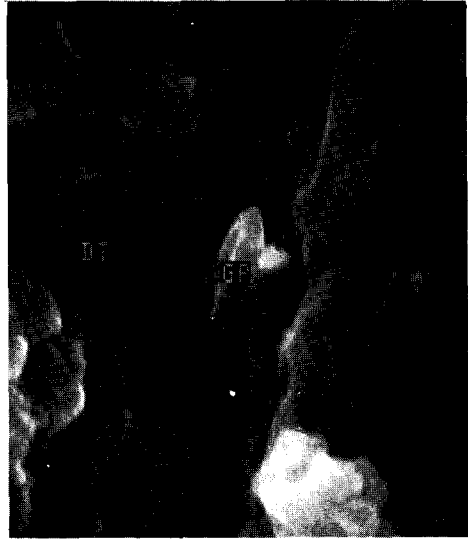


Fig. 13.

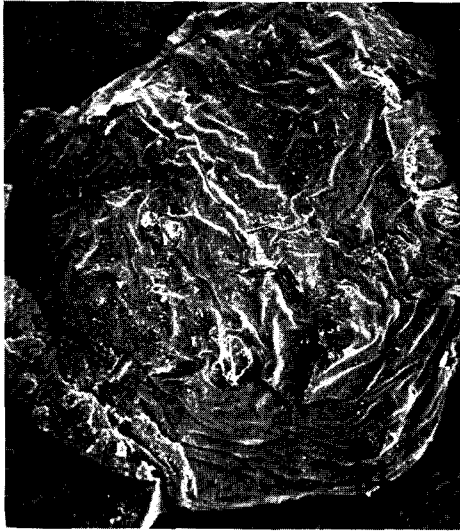


Fig. 14.



Fig. 15.