

# K-FILE과 초음파 기구의 도말층제거효과에 대한 주사전자 현미경적 연구

원광대학교 치과대학 치과보존학교실  
이수종 · 임미경

Abstract

## A SCANNING ELECTRON MICROSCOPIC STUDY ON THE REMOVING EFFICIENCY OF SMEAR LAYER BY K-FILE AND ULTRASONIC INSTRUMENT

Su-Jong Lee, D. D. S., Mi-Kyung Im, D. D. S., M. S. D., Ph. D.  
*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University*

The purpose of this study was to evaluate the smear layer removing efficiency of two root canal preparation techniques. Twelve single-rooted teeth were used in two groups of six each. Group 1 was biomechanically prepared by hand using a K-file with a high volume of normal saline irrigation. Group 2 was prepared by using ultrasonically activated K-file with a constant high volume of normal saline irrigation.

After the experimental procedures, each root was split saggittally. The removing efficiency of the preparation methods were assessed in terms of surface condition of the canal walls at three levels, those coronal, middle, and apical thirds.

On the basis of remaining debris, presence of smear layer, and patency of dentinal tubules, each canal was evaluated according to a scale form 0 to 2. A statistical analysis was used to indicated any significant differences in surface condition between the two methods.

There was no statistical significance between hand instrumentation and ultrasonic instrumentation at the cervical third but removing efficiency of ultrasonic instrumentation was superior. No statistically significant differences were observed for middle or apical third.

### I. 서 론

근관치료의 성공은 적절한 근관확대 및 세척과 근관계의 충전에 의하여 이루어진다<sup>1-3)</sup>. 이러한 비외과적인 근관치료시 근관계의 세척과 확대에 기구를

사용하게 된다. 이때 여러 형태의 잔사가 생성되어 근관벽 사이에 개재되며<sup>4)</sup> 치질을 절삭함에 따라 상아질 도말층이 형성된다<sup>5-7)</sup>.

상아질 도말층은 McComb와 Smith<sup>8)</sup>에 의해 처음으로 발견되었는데 근관치료의 성공에 미치는 영

향은 아직 정확히 밝혀지지 않았다. 그러나 상아세 관내에 미생물을 함유하거나 혹은 밀폐시키고 있으며 항생물질의 침투를 방해할 뿐만 아니라<sup>14-15)</sup>, 충전 물질과 상아질 벽 사이에 다공성의 유약한 결합면이 형성되므로 충전된 근관의 폐쇄능력에 좋지 않은 영향을 가져온다고 보고되고 있다<sup>16-18)</sup>. 이러한 관점에서 최근에는 잔사 및 상아질 도말층의 제거를 위한 여러가지 기구와 세척액이 소개되고 있다.

근관치료 영역에 있어서 초음파 근관치료기구는 근관형성과 세척 및 충전시 사용할 수 있다. 초음파 근관치료기구의 근관형성 및 세척의 효율성에 관하여 많은 연구가 진행되어 왔는데 Martin<sup>19-20)</sup>과 Cunningham, Carmeron<sup>21-22)</sup> 등의 연구에 의하면 초음파 근관치료술식은 전통적인 수송기구로 형성한 방법과 비교하면 근관계를 정화하고 도말층을 보다 효과적으로 제거한다고 하였다. 반면 초음파기구가 도말층 제거효과가 거의 없다는 보고도 있으며<sup>23)</sup> 김과 강<sup>24-25)</sup>의 연구에서도 큰 근관에서는 제거효과의 차이가 없는 것으로 보고되고 있다. 또한 Baker등<sup>26)</sup>은 수종의 근관세척액으로 근관을 세척한 후 근관내에서 세균이나 상아질 삭편 잔사를 제거하는 능력에 차이가 없어서 근관세척액의 종류보다는 사용하는 양이 더욱 중요한 인자라고 보고하면서 독성이 없는 생리식염수를 근관세척액으로 추천한 바 있다.

이상의 연구들은 대부분 초음파기구가 근관의 세척효과가 우수하다고 보고하고 있다. 그러나 이에 사용하는 세척제에 있어서 동일한 세척액의 양에 대한 정략적인 분석을 통한 초음파기구의 세척효과에 대한 연구는 미약하였다. 따라서 본 연구는 초음파 기구와 통상적으로 사용되는 수송기구에서 동일한 양의 생리식염수를 세척액으로 사용하여 이 두가지 기구사이의 도말층제거효과의 차이를 비교해 보고자 하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

최근에 발견한 치아로서 근첨부 형성이 완료된 단근관이며 직선적인 치근을 갖는 사람의 전치 및 소구치 12개를 실험에 사용하였다. 기구조작을 하기전에 먼저 치관부는 기구접근의 편의를 위하여 백악법랑경계 2mm 상방에서 절단하고 치근은 diamond separating disc를 사용하여 순설면에 수직으로 홈을 내었다. 표본은 실험기간 동안 생리식염수에 보관하였다.

### 2. 근관확대 및 세척

I 군은 수송기구와 130ml의 생리식염수로 세정하였고 II군은 초음파기구와 분당 13ml씩 총 130ml의 생리식염수로 하였다(Table 1). 세정이 끝난후 10 ml의 부가적인 세정을 시행하였다.

작업길이는 #08 K-file(MANI®; Matsutani sesakushe Co., Japan)이 근단공에서 보일때까지 근관내에 넣은 다음 이 길이에서 1mm를 빼서 결정하였다. 근첨부는 왁스로 덮어서 세척액의 누출을 방지하였다. 수동기구로 형성된 I군의 근관은 K-file을 사용하여 통상적인 방법으로 1/4~1/3회전 시키면서 확대하였으며 총 130ml의 생리식염수를 사용하였다. 세척은 25 gauge의 바늘이 딱 끼임이 없이 가능한 깊이까지 들어가도록하여 시행하였고 각 단계마다 초기 file로 recapitulation을 시행하였다. 기구조작이 끝난 후 마지막으로 10ml의 생리식염수로 세척하였다. 수동으로 형성한 모든 근관은 원래 근관의 크기에 준하여 처음 근첨에 도달하는 기구의 최소한 3배까지 확대하였으며 부가적으로 4번째 크기까지 확대하였다.

초음파기구(TP-III, APOZA Co., LTD., Taiwan)로 형성한 II군의 근관은 제조회사의 지시에 따라서 힘을 endo위치에 맞추고 분당 13ml로 총 130ml의 세척액을 사용하였다. 이때 석회화된 근관의 경우는 먼저 #15 file까지 수송기구조작을 하였다. 근관형

Table 1. Experimental groups according to canal instrumentation methods

group	No. of teeth	canal instrumentation methods	volume of irrigants
I	6	hand instrumentation	130ml+10ml flush
II	6	ultrasonic instrumentation	13ml/min(total 130ml)+10ml flush

성시에는 작동된 상태의 file을 근관벽에 대하여 조심스럽게 대고 circumferential motion으로 상하로 움직여 사용하였다. 세척액의 속도는 1분동안 기계 작동 후 수집된 세척액의 양을 계산하여 결정하였다. 속도는 치아의 초음파 기구조작동안 주기적으로 검사하였으며 각 치아에서 실제적으로 사용된 세척액의 양을 기록하였다. 기구는 끝이 근관에 닿지 않으면서 세척액에 들러 쌓일 수 있도록 근침에 3~4mm 짧게 위치시켰다. 마지막으로 10ml의 세척액을 사용하여 세척하였다. 치아의 건조시에 paper point는 잔사의 분포에 영향을 미칠 수 있으므로 사용하지 않았다.

### 3. 주사전자현미경 관찰

근관형성 전에 형성한 치근의 홈에 scissor를 이용하여 치근을 두 개로 분리하였다. 치근의 절반은 버리고 나머지는 phosphate buffer(pH 7.2)를 포함한 2% glutaraldehyde에 12시간동안 고정후 0.1M phosphate buffer(pH 7.2)에서 20분동안 세척하고 각각 30, 50, 70, 80, 90, 100%의 ethyl alcohol에 24시간동안 순차적으로 담구어서 탈수시켰다. 마지막으로 치아에 20nm 두께의 palladium gold로 금박을 입힌 후에 주사전자현미경(T330A, JEOL Co., Japan)을 사용하여 1,500배로 관찰하였다.

모든 절편은 치관부, 중간부, 치근부 1/3에서 각각 세정효과를 관찰하였다. Rome<sup>12)</sup> 등의 방법을 사용하여 잔사와 도말층의 유무, 상아세관의 개통도 등에 의하여 등급을 주었다. (0)은 도말층이 없고 상아세관이 열려 있으며 잔사가 없는 경우이며 (1)은 중등도의 도말층이 잔존하고 상아세관의 외형이 관

찰되며 부분적으로 잔사가 들어있는 경우이고 (2)는 도말층의 잔존이 심하고 세관의 외형이 막혀 있는 경우로 분류하였다. 등급을 수송기구로 형성한 치아와 초음파기구로 형성한 치아의 3부위에서의 정화효과에 차이가 있는지를 비교하기 위하여 Mann-Whitney U-test 양측검정을 사용하여 평가하였다.

## III. 실험성적

I 군에 있어서 근관의 치경부 1/3은 부분적으로 상아세관의 외형이 관찰되었으나 전체적으로 도말층이 존재하고 있었으며 노출된 세관의 일부에서 상아질 삭편의 개입과 잔사를 발견할 수 있었다. 근관의 중간 1/3은 대부분의 표면이 도말층으로 덮여 있었으며 관찰된 세관은 상아질 삭편이 개재되어 있어 입구의 외형이 뚜렷하지 않았다. 치근의 근단 1/3에서는 상아세관을 전혀 관찰할 수 없었다.

II 군의 관찰시 치경부 1/3에서는 뚜렷한 상아세관을 관찰할 수 있었으나 치아의 요철부위에서 도말층이 존재하고 있었으며, 세관내에서 잔사를 보이고 있었다. 또한 세관을 관찰할 수 없는 사례도 있었다. 중간 1/3에서는 I 군에서의 유사한 양상으로 대부분의 표면이 도말층으로 덮여 있었으며 근단부 1/3에서도 세관을 전혀 발견할 수 없었다.

두 군에서 치경부와 치근부의 도말층의 비교시 치근부의 도말층은 한층의 막의 형태로 근관표면 위에 침착되어 있었으며 치경부에서는 치근표면에 산재한 형태로 나타나고 있었다(Fig. 1-6). 초음파기구로 형성한 II 군에서 근관의 치경부 1/3을 제

Table 2. Score distribution of cleansing effectiveness of each groups

Score	Hand instrumentation			Ultrasonic instrumentation		
	Apical	Middie	Cervical	Apical	Middie	Cervical
0					1	2
1	1		1		1	2
2	5	6	5	6	4	2

Table 3. Comparison of the techniques for the apical, middie, and cervical thirds(Mann-Whitney U-test, 2-tailed P)

Area	Apical	Middie	Cervical
2-tailed P	P=0.3173	P=0.1396	P=0.0710

외하고 전체적인 세척의 정도는 낮게 나타났으며 (Table 2) I 군에 있어서 더 많은 잔사 및 도말층의 개입을 관찰할 수 있었다.

통계학적인 유의성은 없었으나 두군의 치경부 1/3에서 비교적 양호한 세척효과의 차이를 볼 수 있었으며 치근단 1/3과 중간 1/3에서는 두 군사이에 차이가 없었다( $P>0.05$ ) (Table 3).

#### IV. 총괄 및 고찰

이상적인 근관의 기구조작은 생활조직과 생활조직을 완전히 제거하고 세균도 제거하여야 하며 충전이 용이하도록 근관을 형성하여야 한다<sup>27)</sup>. 주사전자현미경을 사용하여 McComb와 Smith<sup>6)</sup>가 대부분의 표준적인 기구조작술식 후에 도말층이 개재되거나 혹은 잔사가 상아세관을 막은 형태로 근관벽을 형성하게 된다는 것을 발견한 이래로 근관형성 원칙에 따라 적절히 형성한 근관이라도 도말층을 포함한 무기잔사 뿐 아니라 치수조직등의 유기 잔사도 포함할 수 있다는 사실이 인정되었다<sup>28)</sup>. 도말층의 임상적인 중요성은 아직 정확하게 결정되지 않았으며, 또한 성공 혹은 실패에 대한 이의 역할은 알려져 있지 않다<sup>27)</sup>. 그러나 도말층에 유기질이 포함되어 있어서 미생물과 염증을 유발할 수 있는 물질이 포함되어 있다고 가정한다면 이는 유해한쪽으로 고려해야 한다고 하였다<sup>29)</sup>. 비록 도말층 제거의 타당성이 아직 의문시되고는 있는 상황이지만 도말층 제거에 관한 연구는 지속되고 있다<sup>8-13, 18-21)</sup>.

근관내에는 많은 요철부분이 있어서 근관확대만으로 활택한 근관벽을 얻을 수 없으며, 잔사와 상아도말층을 완전히 제거할 수 없으므로 근관세척제를 필요로 한다<sup>10, 30)</sup>. 근관제의 잔사제거는 치근단염증의 원인을 감소시키므로, 병소에 이환된 치근단 조직의 회복을 위한 유리한 환경을 제공하며<sup>31)</sup> 근관치료에서 장기간의 성공을 위하여 필수적인 요소로 고려된다<sup>32)</sup>.

초음파기구는 1957년 Richman<sup>33)</sup>이 처음으로 근관치료에 응용하여, 이후 Martin<sup>19-20)</sup>등에 의해 연구가 본격적으로 시작되었다. 초음파기구는 cavitation, 소와류 그리고 진동에 의해서 근관의 확대 및 세척이 가능하도록 고안되었다. Martin 등은 초음파파일이 상아질을 제거하는데 수송기구보다 빠르며

전자현미경 연구에서도 초음파술식은 근관제의 정화면에서 수송기구보다 우수하다고 주장했다<sup>20)</sup>. 초음파기구와 더불어 근관형성시 부가물인 세척액의 중요성은 오랫동안 강조되어왔다<sup>9, 10, 32)</sup>. NaOCl은 근관형성시에 가장 널리 사용되어지는 세척액으로서 많은 연구들에 의하여 NaOCl의 표층잔사를 제거하는 능력과 유기잔사를 제거하는 능력이 보고된 바 있다<sup>33-34)</sup>. 그러나 NaOCl은 실험실 조건하에서는 독성이 강한 것으로 보고되고 있으며<sup>35)</sup> 기구의 부식을 유발시킨다고 하였다<sup>36)</sup>. 최근에 초음파기구를 사용시 생리식염수와 더불어 기타의 근관세척액의 사용이 가능하게 되었으나 이들은 실제 임상에서 초음파 근관치료시 사용되는 양이 매우 적고 사용시간도 짧으며 장기간 저장시 약제의 농도가 변하게 되어 근관세척액의 적절한 사용이 어려울 뿐만 아니라 기기의 관리 및 수리에도 불편한 경우가 생길 수 있다<sup>36)</sup>.

NaOCl과 더불어 생리식염수는 근관세척액으로 널리 사용되고 있다. 그러나 Yamada등<sup>28)</sup>은 생리식염수로 세척한 경우 잔사와 상아도말층이 근관전체에 걸쳐 잔존한다고 보고하였다. 또한 연구에서도 NaOCl과 비교시 잔사와 상아질의 도말층 제거능력이 떨어진다는 것으로 보고 되었다. 그러나 생리식염수는 다른 근관세척액보다 조직독성이 적은 것으로 나타났다<sup>27)</sup>. 그리고 미야하라 야즈무<sup>29)</sup>에 의하면 캐비테이션 효과는 순수한 물에서 더 강력히 일어나고 NaOCl을 사용할 경우 낮은 농도의 용액을 가능하면 짧은 시간만 사용하여야 한다고 주장하였다. 수송기구와 초음파기구의 세정효과에 관한 많은 연구가 진행되었는데 이는 기구자체에 대한 연구보다는 세척액에 관한 연구가 우선되었으며<sup>9, 10, 19-23)</sup>, 대부분 초음파기구의 세정효과가 우수하다고 결론에 도달하였다<sup>12-13, 19-23, 31)</sup>. 그러나 이러한 실험에서 사용된 세척액의 양이 동일하지 않았으며 세척액 자체가 도말층의 제거에 영향을 주었던 것으로 사료된다. 또한 초음파에 의해 발생하는 열은 저농도의 NaOCl용액의 조직용해 효과를 고농도의 용액과 유사한 수준으로 증가시키미 보고되었다<sup>34)</sup>.

본 실험에서는 도말층에 대한 세척액의 영향을 배제하기 위하여 도말층의 제거에 영향을 미치지 않는 농도의 생리식염수를 사용하여 이 두가지 기구의 세정능력을 비교하였다. 실험의 결과 두 기구 사이의 세정능력은 동일한 양의 세정액을 사용시

치경부 1/3을 제외하고는 거의 비슷하게 나타났다. 이러한 결과는 치경부 1/3과 중앙 1/3에서 제거효과의 차이가 나타난다는 다수의 논문과 일치하지 않으나 이는 생리식염수 외에 다른 세척제를 사용하였던 것이 그 원인으로 사료된다. 또한 근관형성의 방법도 또 하나의 원인으로 작용한 것으로 사료된다. 일반적으로 근관외동의 형성에 있어서 충전의 편의성을 위하여 Gate-Glidden drill 등의 기구로 치경부 1/3을 확장하는 step-back방법을 주로 사용하는데 이 방법은 근관세척시에 세척액의 공급을 원활하게 한다. 대부분의 연구에서 치근단 1/3의 세정능력이 감소하는 것은 해부학적인 원인으로 이 부위의 세척액의 도달이 부족하여 이러한 결과가 나타난다고 한다<sup>8-11, 18-21, 31)</sup>. 따라서 치경부에 대한 확장이 치경부의 잔사제거에 영향을 미치는 원인이라고 사료된다. 본 실험에서는 전통적인 근관형성방법을 시행하였으며 중앙 1/3과 치근단 1/3에서 잔사 및 도말층 제거효과의 차이가 보이지 않는 것은 근관의 형성방법이 세정효과에 영향을 미쳤던 것으로 사료된다. 전체적으로 잔사 및 도말층의 제거효과가 미약하게 나타난 것은 세정액으로 사용된 생리식염수가 이들에 대한 제거효과가 없기 때문으로 사료된다.

본 실험에서는 세척액의 공급방식과 세척액의 차이에 따른 영향은 연구되지 않았으나 이 결과에 의하면 세척효과는 세척방법보다는 세척액의 양에 의해 영향을 받는 것으로 사료되며 이는 생리식염수에 한정되기는 하였으나 Baker<sup>26)</sup>의 결과와 일치하고 있다. 따라서 이에 대한 것은 보다 많은 연구가 있어야 할 것이다. 한가지 특기할만한 사항은 비록 세척효과는 유사하게 나타났으나 근관의 형성 및 세척에 소요된 시간은 초음파기구에서 더 짧게 소요되었다.

## V. 결 론

수용기구와 초음파기구의 근관세척의 세정효과를 동량의 세척액을 사용하여 평가하였다. 발거한 단근치를 K-file과 초음파기구를 이용하여 확대 및 세척한 후 주사전자현미경으로 도말층제거효과를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근관의 치경부 1/3에서는 세정효과가 초음파기구에서 높게 나타났으나 통계학적인 차이는 보

이지 않았다( $P>0.05$ ).

2. 근관의 중앙부 1/3과 치근단 1/3에서는 차이가 나타나지 않았다( $P>0.05$ ).

## 참고문헌

1. Schilder H : Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am, 18 : 262-96, 1974.
2. Cohen S, and Burns RC : Pathways of the pulp. ST. Louis : CV Mosby C., pp. 111-32, 1980.
3. Ingle J, and Taintor JF : Endodontics. 3rd ed. Philadelphia : Lea & Febiger, pp. 188-91, 1985.
4. Murgel CAF, Walton RE, Rittman B, and P cora JD : A comparison of techniques for cleaning endodontic files after usage : A quantitative scanning electron microscopic study. J. Endod 16 : 214-217, 1990.
5. Boyde A, and Knight PJ : Scanning electron microscope studies of the preparation of the embrasure walls of class II cavities. British Dental Journal 129 : 557-564, 1970.
6. Jones SJ, Lozdan J, and Boyde A : Tooth surface treated in situ with periodontal instruments. British Dental Journal 132 : 57-64, 1972.
7. Barnes IE : The production of inlay cavity bevels. British Dental Journal 137 : 379-390, 1974.
8. McComb D, and Smeth DC : A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. J Endod 1 : 238-242, 1975.
9. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, and Lin PS : Scanning electron microscope study of a new irrigation method in endodontic treatment. Oral Surg Oral Med Oral Path 48 : 79-83, 1979.
10. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, and Lin PS : The efficacy of several irrigation solutions for endodontics. A scanning electron microscopic study. Oral Surg Oral Med Oral Path

52 : 197-203, 1981.

11. Mader CL, Baumgartner JC, and Peters DD : Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod* 10 : 477-482, 1984.
12. Rome WJ, Doran JE, and Walker WA : The effectiveness of gly-oxide and sodium hypochlorite in preventing smear layer formation. *J Endod* 11 : 281-288, 1985.
13. Baumgartner JC, and Mader CL : A scanning electron, icroscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 13 : 147-157, 1987.
14. Byström A, and Sundqvist G : The antibacterial action of sodium hypochlorite and of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 63 : 366-370, 1987.
15. Sjögren U, and Sundqvist G : Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 63 : 366-370, 1987.
16. White RR, Goldman M, and Lin PS : The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastics filling materials. *J Endod* 10 : 558-562, 1984.
17. Kennedy WA, Walker WA, and Gough RW : Smear layer removal effects on apical leakage. *J. Endod* 12 : 21-27, 1986.
18. Cergneux M, Ciucchi B, Dietschi JM, and Holz J : The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. *Int Endod J* 20 : 228-232, 1987.
19. Cunningham WT, Martin H, and Forrest WR : Evaluation of root canal debridement by the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 53, 401-404 : 1982.
20. Cunningham WT, and Martin H : A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 53 : 527-531, 1982.
21. Cameron JA : The use of ultrasonics in the removal of the smear layer : a scanning electron microscope study. *J Endod* 9 : 289-292, 1983.
22. Cameron JA : The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite : A scanning electron microscope evaluation. *J Endod* 13 : 541, 1983.
23. Tusker JW, Mizarchi S, and Seltzer S : Scanning electron microscopic of the efficacy of various irrigating solutions : Urea, Tublicid Red and Tublicide blue. *J Endod* 2 : 71, 1976.
24. 강인호, 임미경 : 근관세척액과 방법에 따른 세균제거 효과에 관한 실험적 연구. *대한치과보존학회지* 18 : 377-86, 1993.
25. 김상섭, 임미경 : K-file과 초음파기구의 근관확대 및 세척효과에 대한 비교연구. *대한치과보존학회지* 17 : 413-20, 1992.
26. Baker NS, Eleazer PD, averbach RE, and Seltzer S : Scanning electron microscopic study of various irrigating solutions. *J Endodo* 1 : 127, 1975.
27. Cymerman JJ, Jerome LA, and Moodnik RM : A scanning electron microscopic study comparing the efficacy of hand instrumentation with ultrasonic instrumentation of the root, canal. *J Endodo* 9 : 327-331, 1983.
28. Yamada RS, Annabelle, A, Goldman M, and Lin PS : A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating sloutions : Part 3. *J Endod* 9 : 137-142, 1983.
29. 미야하라 야즈무 : 초음파 근관치료학. p. 11-18, 지성출판사, 1992.
30. Gutierrez JH, and Garcia J : Microscopic and macroscopic investigation of results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 25 : 108, 1968.
31. Walker TL, and Carlos E del Rio : Histological evaluation of ultrasonic debridement comparing sodium hypochlorite and water. *J Endod* 17 : 66-71, 1991.

32. Baumgartner JC, Brown CM, Mader CL, Peters DD, and Shulman JD : A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid. *J Endod* 10 : 525-531, 1984.
33. Hasselgre G, Olsson B, and Cvek M : Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod* 14 : 125-127, 1988.
34. Cunningham WT, and Balekjian AY : Effect of temperature on collagen dissolving ability of sodium hypochloride endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 49 : 175-7, 1980.
35. Byström A, and Sundqvist G : Bacteriologic evaluation off effect of 0.5% sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 3 : 307-12, 1983.
36. Gallegos AG, and Bertolotti RL : Effect of sodium hypochlorite on the strength of carbon steel endodontic instruments. *J Endod* 7 : 423-29, 1981.
37. Smith JJ, Wayman BE, and Fncinal E : An evaluation of the antimicrobial effectiveness of citric acid as a root canal irrigant. *J Endod* 12 : 254-58, 1986.
38. Richman M : The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *J Dent Med* 12 : 12-18, 1957.

## EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1. Apical area of hand instrumentated teeth( $\times 1, 500$ )
- Fig. 2. Middle area of hand instrumentated teeth( $\times 1, 500$ )
- Fig. 3. Cervical area of hand instrumentated teeth( $\times 1, 500$ )
- Fig. 4. Apical area of hand instrumentated teeth( $\times 1, 500$ )
- Fig. 5. Middle area of hand instrumentated teeth( $\times 1, 500$ )
- Fig. 6. Cervical area of hand instrumentated teeth( $\times 1, 500$ )



논문사진부도

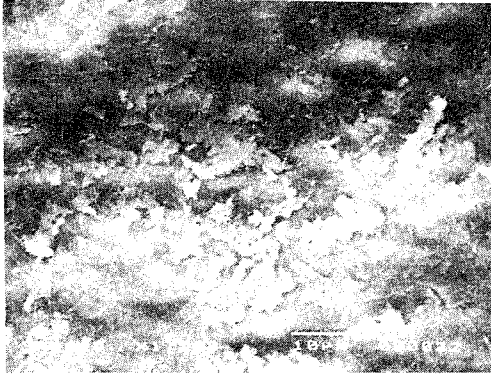


Fig. 1.



Fig. 2.

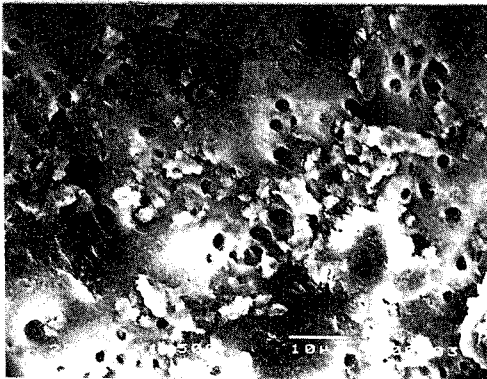


Fig. 3.



Fig. 4.

