

음파 및 초음파기구를 이용한 근관형성법의 효율성에 관한 실험적 연구

서울대학교 치과대학 보존학교실

김한욱 · 이정식

- 목 차 -

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 실험방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

근관내로 무엇인가를 넣는 것보다 근관내로부터 무엇인가를 꺼내는것이 더 중요하다¹⁾고 하였듯이 성공적인 근관치료의 세 가지 기본 요소인 근관형성, 소독, 근관충전 중에서도 근관형성은 가장 중요한 과정^{2,3)}으로, 근관형성과 청소는 근관내의 잔사, 세균, 감염치질, 유기조직을 완전히 제거함과 동시에 근관소독이나 충전을 정확히 하기 위한 중요한 단계이다. 그런데 근관계의 복잡한 형태때문에 기계적 방법으로는 완전한 debridement이 어렵다고 보고된 바 있다.^{4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15)}

현재 사용되고 있는 근관형성방법 중에서는 step-back 방법이 근관정화효과면에서 가장 우수하고^{6,19)} 근관형성시에 발생할 수 있는 여러 문제 즉, zip, 천공, ledge, hourglass appearance 등의

빈도도 가장 적은 것으로 보고¹⁶⁾되고 있지만, 이 방법도 근관내의 완전한 청소는 불가능하다^{6,15,17)}고 보고하고 있다.

또한, 근관치료를 어렵게 하는 이유 중의 하나는 근관형성에 소요되는 시간이며, 소요되는 시간이 긴 경우에 환자나 술자에게 오는 피로도와 stress를 증가시켜 심지어는 근관치료에 대한 기피현상까지 야기하는 경우가 있다.

이러한 어려움을 극복하기 위해 고안된 전동기구에 대한 평가가 많은 학자들에 의해 이루어졌는데 1967년 Frank¹⁸⁾가 Giromatic handpiece는 단지 근관확대시의 보조기구에 불과하다고 보고한 이래로 전동기구와 수동기구간의 근관형성시간의 단축이 인정되지 않으며^{19,20,21)}, 근단부에 형성된 근관의 원형도나 평활도에서도 수동기구가 우월하다는 보고가 있으며^{14,21,22)} 김²³⁾과 Harty¹⁹⁾등은 전동기구와 수동기구로 형성한 근관의 원형도에 있어 차이가 인정되지 않았다고 보고하였고 Weine²⁴⁾등은 전동기구가 확대시간을 단축시키기는 하지만 zip을 많이 일으킨다고 보고하였다.

이와같이 전동식 방법으로는 근관확대시간의 단축과 더 좋은 근관정화효과를 기대하기가 어렵고 또한, 전동식 방법을 사용할 경우 발생하는 기구파절이나 천공, zip, ledge, hourglass appearance^{20,24,25)}가 보고되었다. 그러므로 근관내를 더 완전히 정화할 수 있고 근관형성 시간도 단축하며, 안전한 새로운 방법이 필요하게 되었다.

1957년 Richman²⁶⁾이 근관치료에 초음파기구의 사용을 처음으로 보고한 이래로 Moriya²⁷⁾와 Martin^{28,29)} 등은 근관치료에 초음파기구를 사용한 결과 재래식 방법에 비해 더 깨끗한 근관면과 도말층의 감소를 보고하였고, Cameron³⁰⁾도 초음파가 도말층을 제거하는데 효과적이라고 하였으며, Tauber³¹⁾ 등은 초음파기구가 더 많은 잔사를 제거하는 경향이 있다고 하였으며, Goodman¹⁷⁾, Cameron³²⁾, Weller³³⁾ 등은 수동기구 사용 후에 초음파기구를 사용한 경우가 가장 효율적인 정화효과를 보였다고 하였고, 또한 허³⁴⁾는 초음파 근관세척의 우수성을 보고하였으며, 조³⁵⁾는 초음파기구와 음파기구의 근관정화효과의 우수성을 보고하였다.

반면에, Cymerman³⁶⁾ 등은 근관정화효과에 있어서 초음파기구와 수동식기구 사이에 통계학적인 유의한 차이가 없다고 하였고 Reynolds¹⁵⁾는 수동식이 음파나 초음파기구보다 근관정화효과에서 더 우수하다고 보고하였다.

장³⁷⁾, Martin^{38,39,40)} 등과 Moriya²⁷⁾는 초음파기구의 상아질 삭제능력의 우수성을 보고한 바 있으며 Langeland⁴¹⁾ 등은 초음파기구와 음파기구의 근관확대 시간 단축과 술자에게 오는 스트레스의 감소를 보고하였으며 Chenail⁴²⁾, Walsh⁴³⁾ 등은 초음파기구가 근관확대시간을 단축시키며 만곡된 근관에서도 근관을 천공시키거나 근관의 만곡도에 변화를 일으키지 않는다고 보고하였다.

반면에, Goodman¹⁷⁾ 등은 초음파기구는 근관의 변위와 심지어는 천공까지도 야기한다고 보고하였으며, Pedicord⁴⁴⁾ 등은 수동식보다 초음파기구 사용시에 근관확대시간이 더 길었다고 보고하였다.

이에 저자는 발거한 대구치를 대상으로 초음파기구와 음파기구를 이용하여 근관형성에 소요되는 시간, 치근단 부위에서 근관이 변위되는 양과 근관정화효과에 대해 광학현미경 및 주사전자현미경으로 관찰 비교 평가한 바 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 실험방법

1. 실험재료

최근에 발거된 치근단이 완성된 상하악 제1, 2 대

구치 30개를 10개씩 3개 군으로 나누어 실험을 시행하였다.

제1군 : 초음파 근관형성기구를 사용한 군
ENAC, Osada Co., Japan.

제2군 : 음파 근관형성기구를 사용한 군
MM 3000 Sonic Air, Micro Mega Co., France.

제3군 : 수동식 K-file 로 근관형성한 군
MANI, Japan.

실험에 사용된 근관은 모두 #10 화일이 근단공까지 도달할 수 있었고, Schneider⁴⁵⁾의 방법에 의해 경도(0°~9°)와 중등도(10°~24°)의 만곡도를 가진 근관이었다.

2. 실험방법

발거한 치아는 즉시 10% neutral buffered formalin 용액에 보관하였고 통법에 따라 high speed bur로 치수강을 개방하고 굵은 근관의 치수는 barbed broach로 제거하고 #10 화일을 근단공까지 넣어 화일 tip이 보이는 길이를 쟀 후 1mm를 감해서 근관장을 결정하였다. 각 근관내에 적당한 크기에 K-file을 근관장만큼 넣고, 경석고와 인상재의 putty(Provil, Bayer)를 이용해서 제작한 규격화 기구에 올려서 규격화된 X-선 촬영을 하였다.

근관형성시에는 임상에서와 같은 조건을 만들어 주기 위해 sticky wax로 근단공을 밀폐하였고 K-file을 사용하여 수동으로 근관형성하는 군은 Step-back 방법¹⁶⁾을 이용하였고 소요시간 측정은 상악 협측 및 하악 근심근관은 #15부터 #25까지, 상악 구개 측 및 하악 원심근관에서는 처음 들어간 화일에서부터 세 단계 큰 크기의 화일까지 확대하는 데 소요되는 시간을 세척시간도 포함해서 stop-watch를 이용 근관당 측정하였다. 근관세척은 3.5% 차아염소산나트륨을 25gauge의 주사침을 가진 주사기에 넣어 다음 크기의 화일을 사용하기 전에 1cc씩 세척하였다.

초음파기구인 ENAC을 사용한 실험군은 상악 협측 및 하악 근심근관에서는 #15 ENAC 화일이 근관장까지 저항감 없이 들어갈 때까지 수동식 K-file로 확대 후 #15 ENAC 화일을 근관내에 넣고 8cc/10초의 수류 공급하에서 제조회사의 지시대로 #25 K-file이 들어갈 때까지 확대하였으며, 수동식 #25

K-file로 확대를 확인한 후에 apical seat를 수동식 K-file로 다듬고, 25gauge의 주사침을 가진 주사기에 넣은 3.5% 차아염소산나트륨으로 근관당 1cc씩 세척한 후에 #15 ENAC 화일로 근관장보다 2~3mm 짧게 해서 근관을 10초간 세척하였다. 시간측정은 처음에 수동식 #15 K-file을 사용한 시간부터 마지막에 초음파기구로 근관세척하는 시간까지 포함해서 측정하였다.

음파기구인 MM3000 Sonic Air로 근관형성한 군은 #15 Helisonic file이 근관장까지 저항감 없이 들어갈 때까지 수동식 K-file로 확대후 #15 Helisonic file을 넣고 5초간 잡고 있다가 30~35초간 3~5mm 범위로 근관벽을 따라 상하운동하였고, 확대가 어느 정도 되었으면 #20 Helisonic file로 교환하여 같은 과정을 반복 시행하여 #25까지 확대하였다. 근관형성이 완료된 후에는 25gauge의 주사침을 가진 주사기에 넣은 3.5% 차아염소산나트륨으로 근관당 1cc씩 근관세척하였다. 상악 협측 및 하악 근심근관은 #25까지 확대하였으며 상악 구개측 및 하악 원심근관은 세 단계 큰 크기까지 확대하였다. 시간측정은 처음에 수동식 #15 K-file을 사용한 시간부터 근관형성이 완료될 때까지 측정하였다.

세 군 모두 근관형성이 완료된 후에는 master apical file을 근관내에 넣고 근관장 결정시와 마찬가지로 규격화된 X-선 촬영 후 paper point로 근관을 건조시킨 후에 10% neutral buffered formalin 용액에 보관하였다.

근관 변위에 대한 측정은 근관형성 완료 후에 화일을 넣고 촬영한 X-선 film을 Rith film(Fuji, Japan)위에 올리고 빛을 비추어 Rith film을 감광시켜 방사선 사진과 음영이 반대인 film을 만들어 근관장 측정시 촬영했던 방사선 사진과 같은 위치로 겹친 후 치근단 부위에서 화일의 변위를 Peak Scale Lupe 10×(Tohkai Sangyo Co., LTD. Tokyo, Japan)로 0.1mm 단위까지 측정하였다.

광학현미경 관찰을 위해 각 군당 10개 근관씩 5% formic acid에 2주간 탈회시킨 후 통법에 따라 파라핀 포매하고 치근 장축에 직각 방향으로 치근단 1/3, 중앙 1/3, 치경부 1/3 부위를 두께 8 μ m으로 연속절단하여 표본제작 후 Hematoxylin & Eosin 염색을 시행하여 광학현미경 40배 배율에서 다음과 같은 기준으로 관찰하였다.

예성상아질과 치수잔사 지수

0점:예성상아질과 치수잔사가 거의 없는 경우

1점:약간의 예성상아질과 치수잔사가 잔존하는 경우

2점:중등도의 예성상아질과 치수잔사가 잔존하는 경우

3점:예성상아질과 치수잔사가 아주 많은 경우

또, 주사전자현미경 관찰을 위해 각 군당 4개 치아씩 치경부를 따라 #1 high speed round bur로 홈을 주고, 치근 장축에 평행되게 협설에도 홈을 준 후 끝과 철추를 이용하여 절단한 후 통법에 따라 처리하고 JFC-1100 vacuum apparatus에서 금으로 피복한 후 JSM-35 주사전자현미경으로 치근단 1/3, 중앙 1/3, 치경부 1/3 부위를 다음과 같은 기준으로 관찰하였다.

잔사지수

0점:잔사가 거의 없을 때

1점:약간의 잔사가 있을 때

2점:중등도의 잔사가 있을 때

3점:아주 많은 잔사가 있을 때

도말층 지수

0점:모든 상아세관이 개방되어 있을 때

1점:상아세관의 50% 이상이 개방되어 있을 때

2점:상아세관의 50% 미만이 개방되어 있을 때

3점:모든 상아세관이 개방되어 있지 않을 때

소요시간과 변위에 대한 통계처리는 분산분석과 Scheffe test를 이용하여 유의성을 평가하였고, 광학현미경 및 주사전자현미경 관찰 결과는 표본 수가 적어 통계처리를 하지 않고 4명의 평가자에 의한 평가결과를 종합, 평균치 및 표준편차를 구하여 비교하였다.

III. 실험성적

Table 1. 에서 근관형성시간에 대한 각 군의 평균과 표준편차 값을 보면 상악 협측 및 하악 근심근관(Fine canal)에서 초음파군은 236.60 \pm 35.40, 음파군은 362.56 \pm 78.80, 수동군은 513.13 \pm 103.89이고, 상악 구개측 및 하악 원심근관(Large canal)에서는 초음파군이 132.78 \pm 36.65, 음파군이 281.78 \pm 128.41, 수동군이 337.11 \pm 85.23이었다. 변위되는 양에 있어서 상악 협측 및 하악 근심근관에서 초음파군은

Table 1. Average preparation time and deviation

Group		Sample No.	Prep. Time (sec.)	Deviation (mm)
Ultrasonic	Fine canal	16	236.60 ± 35.40	0.17 ± 0.18
	Large canal	9	132.78 ± 36.65	0.01 ± 0.03
Sonic	Fine canal	16	362.56 ± 78.80	0.11 ± 0.15
	Large canal	9	281.78 ± 128.41	0.02 ± 0.06
Hand	Fine canal	16	513.13 ± 103.89	0.13 ± 0.14
	Large canal	9	337.11 ± 85.23	0.01 ± 0.03

Table 2. Scheffe test of difference in preparation time

Mean	Group 1	Group 2	Group 3
199.32	Group 1		
337.48	Group 2	*	
449.76	Group 3	*	*

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the 0.05 level.

0.17±0.18, 음파군은 0.11±0.15, 수동군은 0.13±0.14이었고, 상악 구개측 및 하악 원심근관에서는 초음파군이 0.01±0.03, 음파군이 0.02±0.06, 수동군이 0.01±0.03 이었다.

Table 2. 의 소요시간에 대한 Scheffe test 결과를 보면, 초음파군과 음파군, 음파군과 수동군, 초음파

Table 3. Scheffe test of difference in deviation

Mean	Group 1	Group 2	Group 3
0.11	Group 1		
0.08	Group 2		
0.09	Group 3		

No two groups are significantly different at the 0.05 level.

군과 수동군간의 통계학적 유의성이 인정되었다.

Table 3. 의 변위량에 대한 Scheffe test에서는 어느 두 군사이에도 통계학적 유의성이 인정되지 않았다.

Table 4, 5. 는 주사전자현미경 관찰결과를 도표로 나타낸 것인데 치근단 1/3, 중앙 1/3, 치경부 1/3부위의 평균과 표준편차를 보여주고 있다.

Table 4. Mean scores for debris index

Group	No.	Apical third	Middle third	Coronal third	A+M+C
Ultrasonic	Fine canal 6	1.17 ± 0.77	0.83 ± 0.82	0.46 ± 0.51	0.82 ± 0.36
	Large canal 4	0	0	0	0
Sonic	Fine canal 6	1.33 ± 1.20	0.83 ± 1.05	0.17 ± 0.38	0.78 ± 0.58
	Large canal 4	0.75 ± 0.45	0.50 ± 0.52	0.25 ± 0.45	0.50 ± 0.25
Hand	Fine canal 6	1.83 ± 0.87	1.17 ± 1.01	1.00 ± 1.18	1.13 ± 0.44
	Large canal 4	1.56 ± 0.81	1.56 ± 0.81	1.00 ± 0.37	1.37 ± 0.32

Table 5. Mean scores for smear layer index

Group		No.	Apical third	Middle third	Coronal third	A+M+C
Ultrasonic	Fine canal	6	2.00 ± 0.83	1.58 ± 1.32	0.96 ± 0.95	1.51 ± 0.52
	Large canal	4	2.81 ± 0.40	1.19 ± 1.05	1.25 ± 1.13	1.75 ± 0.92
Sonic	Fine canal	6	2.83 ± 0.38	2.67 ± 0.48	1.33 ± 0.96	2.28 ± 0.82
	Large canal	4	2.50 ± 0.63	2.25 ± 0.45	1.50 ± 0.52	2.08 ± 0.52
Hand	Fine canal	6	2.79 ± 0.41	2.54 ± 0.78	2.17 ± 0.87	2.50 ± 0.31
	Large canal	4	2.75 ± 0.45	2.75 ± 0.45	1.50 ± 1.15	2.33 ± 0.72

Table 6. Mean scores for pre dentin and pulpal debris index

Group		No.	Apical third	Middle third	Coronal third	A+M+C
Ultrasonic	Fine canal	5	1.15 ± 0.75	0.80 ± 0.70	0.40 ± 0.50	0.78 ± 0.38
	Large canal	5	0.50 ± 0.51	0.35 ± 0.49	0.20 ± 0.41	0.35 ± 0.15
Sonic	Fine canal	5	1.20 ± 0.70	0.80 ± 0.70	0.50 ± 0.51	0.83 ± 0.35
	Large canal	5	0.60 ± 0.50	0.50 ± 0.51	0.30 ± 0.47	0.47 ± 0.15
Hand	Fine canal	5	1.10 ± 0.64	0.70 ± 0.47	0.50 ± 0.51	0.77 ± 0.31
	Large canal	5	0.50 ± 0.51	0.45 ± 0.51	0.20 ± 0.41	0.38 ± 0.16

Table 6. 은 광학현미경 관찰 결과이며 치근단 1/3, 중앙 1/3, 치경부 1/3 부위와 세 부위의 합에 대한 평균과 표준편차를 보여 주고 있다.

IV. 총괄 및 고안

근관형성은 근관치료의 대부분을 차지하는데 이 과정을 단축할 수 있다면 근관치료에서 오는 피로도를 상당히 줄일 수 있을 것이다.

Martin^{38, 39, 40)} 등이 초음파기구의 근관형성시간 단축을 보고한 이래로 Moriya²⁷⁾, Chenail⁴²⁾, Walsh⁴³⁾, 장³⁷⁾, 長田⁴⁶⁾, 玉澤⁴⁷⁾, Nehammer⁴⁸⁾ 등도 일치된 보고를 하였으며 Langeland⁴¹⁾ 등은 초음파기구뿐만 아니라 음파기구의 근관형성시간 단축도 보고하였다.

본 실험의 근관형성시간의 비교에서 초음파군과 음파군의 근관형성시간 단축을 보여주고 있는데 이것은 위의 보고와 일치하며, 초음파군과 음파군에서 근관형성시간이 단축되는 이유는 근관 상아질 삭제와 세척이 함께 이루어지기 때문에 세척시간이 따로 필요없고, 기구 자체의 높은 진동수로 근관 상아질을 삭제하기 때문인 것으로 사료된다. 게다가 초음파군에서는 화일의 교환시간이 필요없기 때문인 것으로 추측되며, 초음파군과 음파군의 근관형성시간 차이는 초음파군의 진동수는 30KHz 인 반면 음파군은 3KHz로서 이로 인한 삭제능력의 차이로 사료된다.

또한 만족된 근관에서 치근단부위의 변위되는 정도는 세 군에서 통계학적으로 유의한 차이가 인정되지 않아 초음파와 음파기구가 비교적 안전한 기구로 사료되는 데 이것은 Moriya²⁷⁾, Langeland⁴¹⁾,

Chemail⁴²⁾, Walsh⁴³⁾, Pedicord⁴⁴⁾, Tronstad⁴⁹⁾ 등의 보고와 일치하며, Martin⁴⁰⁾ 등은 초음파기구로 근관형성시에는 작은 크기의 화일을 사용하여 더 큰 크기의 화일의 뭉까지 근관형성하기 때문에 ledge를 형성할 가능성이 더 적다고 하였다. 그렇지만, 음파기구와 초음파기구가 근관의 천공, 기구의 파절 등을 야기할 수 있기 때문에 각별한 주의가 필요하며^{27,41,44)} Martin⁵⁰⁾과 Henmi⁵¹⁾ 등은 치근단 1/3 부위는 수동으로 형성하고 근관의 상부만 초음파기구를 사용해야 한다고 하였고, 또한 세심한 주의가 필요하기 때문에 오히려 시간이 더 오래 걸린다고 한 보고⁴⁴⁾도 있다.

본 실험 중에 ledge나 근관장의 감소가 없었고, 화일에 치근단쪽의 힘을 가하지 않은 이상 치근단의 천공이나 화일의 파절이 일어나지 않은 것으로 보아 비교적 안전한 기구인 것으로 사료되나, 음파기구인 MM3000 Sonic Air 사용시에는 진동에 의해 화일이 holder로부터 자주 느슨하게 되는 경향이 있었는데 사용시에는 이것을 염두에 두어야 하겠으며, 초음파기구인 ENAC에서는 그런 현상이 일어나지 않았다.

초음파기구를 사용한 경우 cavitation과 acoustic streaming 현상에 의해^{47,52,53,54,55,56,57)} 그리고 연속적인 세척액에 의한 세척효과의 상승작용에 의해 도말층과 잔사가 제거된다.^{30,31,32,33,50,55,58,59,60,61)} 그뿐만 아니라 초음파기구에 의한 발열현상때문에 세척액의 온도가 상승되어 교원질 용해능력이 증가되고,^{29,62,63)} 항균효과도 증가되며,^{64,65,66)} 그로 인해 더 낮은 농도의 세척액을 사용할 수 있게 되어 치근단 주위조직에 주는 자극도 감소시킬 수 있다.⁶²⁾

반면에, Reynolds¹⁵⁾, Cymerman³⁶⁾, Krell⁶⁰⁾ 등은 초음파기구와 수동기구사이에 도말층감소와 근관정확화효과면에서 통계학적인 유의한 차이가 인정되지 않았다고 보고하였다.

또한, 조³⁵⁾, Langeland⁴¹⁾ 등은 음파기구와 수동기구의 근관정확화효과의 비교에서 음파기구의 우수성을 보고한 반면 Stamos⁵⁹⁾ 등은 음파기구와 수동기구의 근관정확화효과면에서 차이가 관찰되지 않았다고 하였다.

Table 4.의 잔사지수에 의한 정확화효과의 평가를 보면 상악 협측 및 하악 근심근관에서는 초음파군과 음파군이 수동군보다 근관정확화효과가 더 좋은 경향을 보였고 상악 구개측 및 하악 원심근관에서는 초

음파군, 음파군, 수동군의 순서로 초음파군의 효과가 가장 좋은 경향을 보였는데 이것은 초음파군과 음파군에서는 연속적인 세척액의 공급으로 수동군에서 보다 세척액의 양이 더 많아 더 많은 잔사가 제거된 것으로 사료되며, 이것은 여⁶⁷⁾, Drobotij⁶⁸⁾, Vande Visse⁶⁹⁾, Baker⁷⁰⁾, Weine⁷¹⁾ 등의 보고와 일치하며, 초음파군에서는 cavitation과 acoustic streaming 현상에 의해 정확화효과가 상승되기 때문인 것으로 사료된다.

또한, 어느 군에서나 치경부쪽으로 갈수록 정확화효과가 우수한 것을 보여주고 있다.

도말층지수에 의한 평가를 보면, 상악 협측 및 하악 근심근관에서는 초음파군의 도말층 제거능력이 가장 우수한 경향을 보였고 음파군과 수동군사이에는 큰 차이가 없었는데 이것은 초음파군에서는 초음파의 cavitation과 acoustic streaming현상에 의해 도말층이 제거되며 수동군에서의 기구조작시 보다 초음파군의 기구조작시에 더 적은 압력과 수류공급하에서 근관벽을 화일링하기때문에 더 얇은 도말층이 생겨 도말층의 제거가 더 용이한 것이 아닌가 사료된다.

또, 상악 구개측 및 하악 원심근관에서는 세 군간의 차이가 없이 초음파군에서도 도말층의 제거가 현저하지 못 하였는데 이것은 근관형성시간이 평균 132.78초로 상악 협측 및 하악 근심근관의 236.60초보다 너무 짧아 도말층의 제거가 제대로 이루어지지 않은 것으로 사료된다. 또 어느 군에서나 치경부쪽으로 갈수록 더 많은 도말층이 제거되는 것을 보여주고 있다.

근관내 도말층제거에 대해서는 아직까지 논란의 여지가 많은데 Lester⁷²⁾ 등은 sealer의 입자 직경이 치근단 부위에서의 상아세관 직경보다 굵어 입자가 상아세관내로 침투하지 못하여 상아세관을 밀폐시키지 못하므로 도말층제거를 반대하였으나, 도말층이 유기물질이나 세균 등을 포함하기때문에 제거하는 것이 좋고, 도말층이 잔존하게 되면 근관벽에 충전물의 적합성이 방해되고 상아세관으로의 약물의 침투가 나빠지기 때문에 제거하는 것이 더 낫다는 보고도 있다.^{30,47,73,74)}

예성상아질과 치수잔사의 잔존정도에 대한 광학현미경 관찰에서 초음파군, 음파군, 수동군간의 차이가 없었고 세 군 모두에서 치근단 부위로부터 치경

부쪽으로 갈수록 잔존정도가 감소되는 경향을 보였고 상악 구개측 및 하악 원심근관의 예성상아질과 치수잔사 잔존정도가 상악 협측 및 하악 근심근관보다 비교적 적고 근관의 형태도 원형에 더 가깝고 평활도 면에서도 더 우수하였는데 이상은 L-angeland⁽⁴⁾ 등의 보고와 일치한다.

조직표본 관찰에서 근관의 천공은 관찰되지 않았고 세 군 사이에 원형도나 평활도 면에서 큰 차이가 없었으며, 하악 근심협측과 근심설측 근관을 연결하는 isthmus부위의 치수잔사는 어느 방법으로나 완전한 제거는 어려운 것 같았다.

본 연구는 발거한 치아를 대상으로 하였기 때문에 환자의 구강내에서 시술하는 결과와는 차이가 있을 것으로 추측되는데 앞으로 이에 대한 평가가 이루어져야 하겠으며, 광학현미경 및 주사전자현미경으로 관찰한 표본 수가 적어 통계학적 유의성을 평가할 수 없었는데 앞으로 좀더 많은 표본에 대한 광학현미경 및 주사전자현미경 관찰과 이에 대한 통계학적인 평가가 이루어져야 될 것으로 사료된다.

V. 결 론

1. 근관형성에 소요되는 시간은 초음파, 음파, 수동군의 순서로 초음파군에서 가장 짧았으며, 통계학적으로 유의한 차이가 인정되었다. ($P < 0.05$)

2. 치근단부위에서 변위되는 양에 있어서는 어느 군에서도 상호간에 통계학적인 유의한 차이가 인정되지 않았다. ($P > 0.05$)

3. 잔사지수에 의한 근관정화효과의 평가에서 상악 협측 및 하악 근심근관에서는 초음파군과 음파군이 수동군보다 더 좋은 근관정화효과를 보였고, 상악 구개측 및 하악 원심 근관에서는 초음파군, 음파군, 수동군의 순서로 초음파군이 가장 좋은 근관정화효과를 보였다.

4. 도말층 제거효과에서 상악 협측 및 하악 근심 근관에서는 초음파군의 도말층 제거능력이 가장 우수하였고, 음파군과 수동군 사이에는 큰 차이가 없었고, 상악 구개측 및 하악 원심근관에서는 세 군간의 차이가 없었다.

5. 예성상아질 및 치수잔사 제거효과에서 근관 크기에 무관하게 세 군간의 차이는 없었으며 어느 방법으로나 치수잔사를 완전히 제거할 수는 없었다.

(본 논문을 지도해 주신 이정식 교수님께 진심으로 감사드리며, 실험진행에 적극적인 도움과 조언을 해 주신 임성삼 교수님, 임정문교수님과 협조하여 주신 보존학 교실원 여러분과 조직학 교실에 깊은 감사를 포함합니다.)

REFERENCES

1. Cohen, S., Burns, R.C.: Pathway of the pulp. 3rd. ed. St. Louis, C.V. Mosby Co., 1984, p. 175.
2. Schilder, H.: Cleaning and Shaping the root canal. Dent. Clinic North Am. 18: 269-296, 1974.
3. Stewart, G.G.: The importance of chemo-mechanical preparation of the root canal. Oral Surg. 8:993-997, 1955.
4. Davis, S.R., Brayton, S.M.: The morphology of the prepared root canal: A study utilizing injectable silicone. Oral Surg. 34:642-648, 1972.
5. Guttierrez, J.H. Garcia, J.: Microscopic investigation on result of mechanical preparation of root canals. Oral Surg. 25:108-116, 1968.
6. Walton, R.E.: Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. JOE. 2:304-311, 1976.
7. Bolanos, O.R., Jensen, J.R.: Scanning electron microscope comparisons of the efficacy of various methods of root canal preparation. JOE, 6:815-822, 1980.
8. Moodnik, R.M., Dorn, S., Feldman, M., Levey, M., Borden, B.: Efficacy of biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. JOE. 2:261-266, 1976.
9. Kim, K.Y.: A study on the root canal morphology of human maxillary first molar

- with transparent specimens. J.K.O.D. 6: 12-15, 1977.
10. You, K.W.: A study on the root canal morphology of human mandibular first molar with transparent specimens. J.K.O.D. 3:7-11, 1977.
 11. Lee, C.S.: A study on the root canal morphology of human mandibular second molar with transparent specimens. J.K.O.D. 5: 47-51, 1979.
 12. Lee, C.S.: A study on the root canal morphology of human maxillary second molar with transparent specimens. J.K.O.D. 6: 83-86, 1980.
 13. Svec, T.A., Harrison, J.W.: Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide vs normal saline solution. JOE. 3: 49-53, 1977.
 14. Turek, T., Langeland, K.: A light microscopic study of the efficacy of the telescopic and the Giromatic preparation of the root canals. JOE. 8:437-443, 1982.
 15. Reynolds, M.A., Madison, S., Walton, R.E., Krell, K.V., Rittman, B.R.: An in vitro histological comparison of the step-back, sonic, and ultrasonic instrumentation techniques in small, curved root canals. JOE. 13: 307-314, 1987.
 16. Mullaney, T.P.: Instrumentation of finely curved canals. Dent. Clinic North Am. 23: 575-592, 1979.
 17. Goodman, A., Reader, A., Beck, M., Melfi, R., Meyers, W.: An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. JOE. 11:249-256, 1985.
 18. Frank, A.L.: An evaluation of the Giromatic endodontic handpieces. Oral Surg. 24:419-421, 1967.
 19. Harty, F.J., and Stock, C.J.R.: The Giromatic system compared with hand instrumentation in endodontics. Br. Dent. J. 137: 239-244, 1974.
 20. Spyropoulos, S., Eldeeb, M.E., and Messer, H.H.: The effect of Giromatic files on the prep. shape of severely curved canals. Int. Endo. J. 20:133-142, 1987.
 21. O'Connell, D.T., Brayton, S.M.: Evaluation of root canal preparation with two automated endodontic handpieces. Oral Surg. 39:298-303, 1975.
 22. Hong, C.U.: An experimental study on the shape of the apical regions of root canals after instrumentation by various enlarging instruments. J.K.O.D. 7:17-25, 1981.
 23. Kim, S.K.: Efficacy of hand reamer and engine reamer to prepare root canal. J.K.O.D. 10:55-62, 1984.
 24. Weine, F.S., Kelly, R.F., Bray, K.E.: Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. JOE. 2:298-303, 1976.
 25. Abou-Rass, M., Jastrab, R.J.: The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. JOE. 8:78-82, 1982.
 26. Richman, M.J.: The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. J. Dent. Med. 12: 12-18, 1957.
 27. Moriya, K.: Fundamental study of root canal preparation by ultrasonic system. 일본치과보존학잡지. 27: 333-360, 1980.
 28. Cunningham, W.T., Martin, H., Forrest, W.R.: Evaluation of root canal debridement by the endosonic ultrasonic synergistic system. Oral Surg. 53: 401-404, 1982.
 29. Cunningham, W.T., Martin, H.: A scanning

- electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg.* 53: 527-531, 1982.
30. Cameron, J.A.: The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: A scanning electron microscope study. *JOE.* 9: 289-292, 1983.
 31. Tauber, R., Morse, D.R., Sinai, I.A., Furst, M.L.: A magnifying lens comparative evaluation of conventional and ultrasonically energized filing. *JOE.* 9: 269-274, 1983.
 32. Cameron, J.A.: The use of ultrasound in the cleaning of root canals: a clinical report. *JOE.* 8: 472-474, 1982.
 33. Weller, R.N., Brady, J.M., Bernier, W.E.: Efficacy of ultrasonic cleaning. *JOE.* 6: 740-743, 1980.
 34. Hur, B.: Stereomicroscopic study of the efficacy of ultrasonic root canal irrigation method. *부산치대논문집*, 1: 55-63, 1984.
 35. Cho, S.H.: Cleansing efficacy of the ultrasonic synergistic system in the root canal. *경북치대논문집*. 4: 169-199, 1987.
 36. Cymerman, J.J., Jerome, L.A., Moodnik, R.M.: A scanning electron microscope study comparing the efficacy of hand instrumentation with ultrasonic instrumentation of the root canal. *JOE.* 9: 327-331, 1983.
 37. Jang, H.S., Cho, K.Z.: Dentin removing ability of ultrasonic synergistic system in the root canal. *경북치대논문집*. 4: 91-98, 1987.
 38. Martin, H., Cunningham, W.T., Norris, J.P.: A quantitative comparison of the ability of diamond and K-type files to remove dentin. *Oral Surg.* 50: 566-568, 1980.
 39. Martin, H., Cunningham, W.T., Norris, J.P., Cotton, W.R.: Ultrasonic versus hand filing of dentin: A quantitative study. *Oral Surg.* 49: 79-81, 1980.
 40. Martin, H., Cunningham, W.T.: Endosonic endodontics: the ultrasonic synergistic system. *Int. Dent. J.* 34: 198-203, 1984.
 41. Langeland, K., Liao, K., Pascon, E.A.: Work-saving devices in endodontics: Efficacy of sonic and ultrasonic techniques. *JOE.* 11: 499-510, 1985.
 42. Chenail, B.L., Teplitsky, P.E.: Endosonics in curved root canals. *JOE.* 11: 369-374, 1985.
 43. Walsh, C., Eldeeb, M.E., Messer, H.H.: Effect of varying ultrasonic power on instrumentation time and prepared canal space. *JOE.* 13:133, 1987.
 44. Pedicord, D., Eldeeb, M.E., Messer, H.H.: Hand versus ultrasonic instrumentation: its effect on canal shape and instrumentation time. *JOE.* 12:375-381, 1986.
 45. Schneider, S.W.: A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg.* 32:271-275, 1971.
 46. 長田 保: 超音波による根管の擴大・洗浄の手技. *The Journal of Dental Engineering.* 80:2-5, 1987.
 47. 玉澤 暁: 超音波を應用した根管洗浄法. *The Journal of Dental Engineering.* 80:10-13, 1987.
 48. Nehammer, C.F., Stock, C.J.R.: Preparation and filling of the root canal. *British Dent. J.* 158:285-291, 1985.
 49. Tronstad, L., Niemczyk, S.P.: Efficacy and safety tests of six automated devices for root canal instrumentation. *Endo. & Dent. Traumatology.* 2:270-276, 1986.
 50. Martin, H., Cunningham, W.T.: Endosonics—The ultrasonic synergistic system of endodontics. *Endo. & Dent. Traumatology.* 1: 201-206, 1985.

51. Henmi, I., Hirao, O.: Application of ultrasonic device for a root canal treatment – An advice in order to enlarge and prepare efficiently and safety. *The Quintessence*. 4:115-126, 1985.
52. Griffiths, B.M., Stock, C.J.R.: The efficacy of irrigants in removing root canal debris when used with an ultrasonic preparation technique. *Int. Endo. J.* 19:277-284, 1986.
53. Clark, S.T.: The ultrasonic dental unit: A guide for the clinical application of ultrasonics in dentistry and in dental hygiene. *J. Periodontol.* 40:621-629, 1969.
54. Crum, L.A., Reynolds, G.T.: Sonoluminescence produced by stable cavitation. *J. Acoust. Soc. Am.* 78:137-139, 1985.
55. Roy, R.A., Atchley, A.A., Crum, L.A., Fowlkes, J.B., Reidy, J.J.: A precise techniques for the measurement of acoustic cavitation thresholds and some preliminary results. *J. Acoust. Soc. Am.* 78:1799-1805, 1985.
56. Ahmad, M., Pitt Ford, T.R., Crum, L.A.: Ultrasonic debridement of root canals: An insight into the mechanisms involved. *JOE*. 13:93-101, 1987.
57. Crum, L.A., Fowlkes, J.B.: Acoustic cavitation generated by microsecond pulses of ultrasound. *Nature*. 319:52-54, 1986.
58. Walmsley, A.D.: Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *Int. Endo. J.* 20:105-111, 1987.
59. Stamos, D., Sadeghi, E., Haasch, G., Gerstein, H.: An in vitro comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. *JOE*. 13:131, 1987.
60. Krell, K.V., Dang, D.A.: Smear layer with sonic and ultrasonic endodontic instrumentation. *JOE*. 13:133, 1987.
61. 齋藤毅, 山田哲弘: 超音波を應用した根管洗淨. *The Journal of Dental Engineering*. 80:6-9, 1987.
62. Cunningham, W.T., Balekjian, A.Y.: Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg.* 49:175-177, 1980.
63. Abou-Rass, M., Oglesby, S.W.: The effects of temperature, concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. *JOE*. 7: 376-377, 1981.
64. Cunningham, W.T., Joseph, S.W.: Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg.* 50: 569-571, 1980.
65. Cunningham, W.T., Martin, H., Pelleu, G.B.: A comparison of antimicrobial effectiveness of endosonic and hand root canal therapy. *Oral Surg.* 54: 238-241, 1982.
66. Martin, H.: Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surg.* 42: 92-99, 1976.
67. Yo, I.H.: A scanning electron microscopic study of the cleansing effect of the various irrigants according to different quantity. *J.K.O.D.* 7: 7-15, 1981.
68. Drobotij, E., Grower, M.F., Peters, D.D., Lorton, L., Bernier, W.E.: Comparison of the flushing effectiveness of four different types of needles after root canal preparation. *JOE*. 6: 870-875, 1980.
69. Vande Visse, J.E., Brilliant, J.D.: Irrigation of the root canals. *JOE*. 1: 243, 1975.
70. Baker, N.S., Eleazer, P.D., Averbach, R.E., Seltzer, S.: Scanning electron microscope study of the efficacy of various irrigating solutions. *JOE*. 1: 127-135, 1975.
71. Weine, F.: *Endodontic therapy*. 2nd ed. Philadelphia, Lea and Febiger. 227-232, 1972.
72. Lester, K.S., Boyde, A.: Scanning electron

- microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. *Brit. Dent. J.* 143: 359-367, 1977.
73. Yamada, R.S., Armas, A., Goldman, M., Lin, P.S.. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. Part 3 *JOE.* 9: 137-142, 1983.
74. Goldman, M., Goldman, L.B., Cavaleri, R. Bogis, J., Lin, P.S.: The efficacy of several endodontic irrigating solutions. a scanning electron microscopic study: part 2. *JOE.* 8: 487-492, 1982.

— ABSTRACT —

**AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFICACY OF SONIC AND
ULTRASONIC ROOT CANAL PREPARATION TECHNIQUES**

Kim Han-Wook, Lee Chung-Sik,

*Department of Dental Operative, College of Dentistry
Seoul National University*

The purpose of this study was to evaluate the canal preparation time, deviation of the apex (Zipping), and debridement effect of the canal of three canal preparation techniques. Thirty extracted 1st and 2nd molars were divided into 3 groups and each group was enlarged by ultrasonic, sonic or hand instrument.

The specimens were examined under scanning electron microscope and light microscope. The results were as follows:

1. In the canal preparation time, ultrasonic group was the shortest, followed by sonic, hand group. All pairs of groups were significantly different at the 0.05 level. ($P < 0.05$)
2. In the deviation of the canal, no two groups were significantly different at the 0.05 level. ($P > 0.05$)
3. In the evaluation of debris scores, ultrasonic and sonic groups were better debridement effect than hand group in the fine canals. In the large canals, ultrasonic group was the best results, followed by sonic, hand group.
4. In the evaluation of smear layer scores, ultrasonic group was the best and sonic and hand group were same effect in the fine canals. In the large canals, three groups were same effect.
5. In the effect of the removal of pre-dentin and pulpal debris, in the regardless of canal size, three groups were same and pulpal debris was not completely removed by either technique.