

## 초음파 근관치료기기의 절삭 및 근관 성형능력에 관한 실험적 연구

연세대학교 치과대학 보존학교실

노병덕 · 이승중 · 박동수 · 이정석

### I. 서 론

근관치료는 크게 근관내 기구조작, 소독, 근관충전의 3 가지 단계로 나누어진다. 근관내 기구조작은 근관내 조직 제거와 근관 성형으로 구성되며, 조직 제거의 목적은 상아전질층, 근관내 피사된 상아질, 유기잔사 그리고 세균등을 제거하여 근관의 소독과 근관충전을 쉽게하기 위한 것으로써 근관치료의 성공을 좌우하는 중요한 요소의 하나이다.<sup>10,15)</sup>

근관내 상아질의 제거 방법으로는 기계적, 화학적 방법이 있으나, 주로 기계적인 방법이 사용되어지며 기계적 방법 중 수동식은 매우 복잡하여 전기적 힘에 의한 전동식이 개발되어 그 효과에 관한 논의가 계속되어 왔으나 현시점에서는 수동식이 더 우수한 것으로 보고되었다.<sup>14,40)</sup>

최근에 초음파 기기가 개발됨에 따라 1950년대 와동 형성에 활용하기도 하였으며<sup>27,28)</sup>, 1957년 Richman<sup>31)</sup>이 처음으로 근관치료영역에 도입하였다. 그는 치수개방, 근관형성, 근관세척 및 근관의 건조에 초음파기기를 사용하였으며, 초음파 기기의 골삭제 효과를 관찰하여 치근단 외과술에서의 사용 가능성에 대하여도 언급하였다.

1976년 Martin<sup>19)</sup>은 초음파 근관치료기기를 근관내 사용시에 소독효과가 있다고 하였고, 특히 차아염소산나트륨 세척액과 같이 사용시 상승효과가 있다고 보고하였다.

그후, Cunningham<sup>7,9)</sup> 등은 초음파 근관치료기기의 교원섬유 용해성에 관하여 언급하였고, LM과 SEM을 이용한 연구에서도 근관내 세정효과가 수동식보다 우수하다고 보고하였으며, Martin과 Cunningham<sup>22,23)</sup>은 치근단공 밖으로 누출되는 물질이 적고, 술후 동통의 빈도도 적다고 하였고, Cameron<sup>4)</sup>은 근관내 세정효과에 관하여, Stamos<sup>32)</sup> 등은 초음파 근관치료기기의 다양한 사용법에 관하여 보고하여 Martin과 Cunningham의 주장을 뒷받침하였다.

그러나, Weller<sup>39)</sup> 등은 방사성 동위원소와 젤라틴을 이용하여 수동식과 초음파 근관치료기기에 의한 제거효과의 비교연구에서 수동식과 초음파 근관치료기기 사이에 젤라틴제거효과에 차이가 없다고 하였고, Tauber<sup>35)</sup> 등은 단근치를 이용한 LM연구에서, Cymerman<sup>10)</sup> 등, Ahmad<sup>1,2)</sup> 등은 SEM연구에서 근관내 세정효과에 차이가 없다고 주장하였다. 또한 Langeland<sup>15)</sup> 등은 만족되고 불규칙한 내면을 갖는 근관에서 완전한 근관세정효과는 기대할 수 없다고 보고하였다.

한편, Martin<sup>20,21)</sup> 등은 수동식과 초음파 근관치료기기의 상아질에서의 절삭능력에 관한 비교연구에서 초음파 기기에 의한 무계상실률이 4.41%로 수동식의 1.60%보다 높다고 하였고, 또 다이아몬드 화일의 삭제능력이 K-화일보다 우수하다고 보고하였으며, Moriya와 O-

sada<sup>25)</sup> 도 초음파 기기의 우수한 근관 확대 능력에 관하여 보고하였다. 또, Chenail과 Tepplitsky<sup>6)</sup> 도 15번 화일을 이용하여 10°~110°의 만곡된 근관에서 25번 까지 확대하는데 2.75분으로 적은 시간이 소요되었으며, 이상적인 근관형태의 빈도도 94%라고 보고하였다. 그러나 Pedicord<sup>29)</sup> 등은 근관확대에서 수동식이 8분으로 초음파 근관치료기기의 11분보다 빠르다고 하였으며, 근관성형능력도 수동식이 더 우수하다고 주장하여 초음파 근관치료기기의 절삭 및 근관성형능력에 관하여 많은 상이한 주장이 계속되어왔다.

이에 국내에 시판되고 있는 3가지 초음파 근관치료기기를 사용하여 에폭시 레진으로 제작한 180개의 만곡된 인공근관에서 근관확대의 정도, 근관성형에 미치는 영향, 만곡된 근관의 만곡점 이하에서의 절삭능력의 유무에 관하여 비교연구하여 이에 보고하는 바이다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 가. 실험 재료

Smooth broach를 이용하여 40°의 만곡도와 길이 16mm(±2mm)인 인공근관을 형성한 투명한 에폭시 레진 블록을 180개 제작하여 사용하였으며, 초음파 치료기기로는 ENAC<sup>®</sup>(Osada Electric Co. Ltd., Tokyo, Japan: 30 KHz), HARMOSONIC<sup>®</sup>(Seikosha Co. Ltd., Tokyo, Japan: 25 KHz), Sonic Air MM 3000<sup>®</sup>(Medidenta International Inc., Woodside, NY.: 3000Hz)를 사용하였고 화일은 Zipperer K-type 화일, H-화일, Flexofile, K-화일, Sharper 화일을 사용하였다.

### 나. 실험 방법

#### 1) 근관확대 및 근관성형에 관한 실험

##### A. 근관 확대에 관한 실험

10번 화일로 작업길이를 측정 한 뒤, 15번까지 근관확대 후, 무작위로 다음과 같이 6개의 실험군으로 분류하였다. (Table 1)

각 실험군에서 사용된 초음파 근관치료기

기 및 화일종류에 따라, 15번 화일로 1분간 근관내 기구조작후 규격화된 화일의 첨단을 1mm 절단시 화일 번호가 2번 증가하는 것을 이용하여 확대된 정도를 측정하고(1/100mm), 다시 같은 실험군에서 20번 화일로써 1분간 근관내 기구조작하고 확대된 정도를 측정하여, 그 결과를 15번 화일과 20번 화일에서 각각 1요인 분산 분석법(ANOVA)과 t-검정을 시행하였다. 대조군에서는 수동식으로 15번에서 20번까지 확대하는데 소요된 시간을 측정하였다.

Table 1. Group of Experiment for Canal Enlargement

Group	Device	Used File	n
EZ	ENAC	Zipperer K-type File	30
EH		H-File	30
EF		Flexofile	30
HK	HARMOSONIC	K-File	30
SS	Sonic Air MM 3000	Sharper File	30
HF	Hand (Control)	Flexofile	30

화일은 상하로 2~3mm 움직이면서, 모든 측벽에 접촉되도록 사용하였으며, 10개의 근관당 새로운 화일을 사용하였다. ENAC<sup>®</sup>을 사용한 경우에는 동력을 15번 화일에서는 3(machine unit), 20번 화일에서는 6(machine unit)으로 사용하였다. HARMOSONIC<sup>®</sup>의 동력은 각각 4와 6(machine unit)으로 사용하였으며 Sonic Air MM 3000<sup>®</sup>은 초고속 터빈의 최고속도(50만 rpm)에서 사용하였다.

#### B. 근관성형에 미치는 영향에 관한 실험

A의 실험이 끝난 레진 블록을 입체경(Stereomicroscope)으로 관찰하여 1) 이상적 근관형태와 Ledge, Zip, 모래시계형태, 제2의 근관형성 그리고 기구파절이 있는 경우는 2) 부적당한 근관형태로 평가하여 각 실험군의 백분율을 구하였다. 평가에는 3인의 검사자가 참여하였으며, 2인이상이 일치하는 것을 채택하였다.

2) 만곡된 근관의 만곡점이하에서의 삭제능력의 유무에 관한 실험

일차 실험이 끝난 레진 블록중 이상적 근관으로 평가된 블록 45개를 사용하여 25번까지 근관확대한 후 3개의 실험군으로 분류하였다. (Table 2) 즉, 20번 Sharper 화일을 이용하여 실험군 1은 삭제능력이 온전한 화일, 실험군 2는 삭제능력이 전혀 없는 화일, 실험군 3은 삭제능력이 화일의 첨단 5mm에만 남아있도록 flutes를 제거한 화일군의 3군으로 나누어 사용하였다. 또 25번 크기의 근관에 20번 화일을 사용하여 초음파 근관치료가 충분히 작동할 수 있도록 하였다. (Fig. 1)

모든 블록은 초음파기기에 의한 기구조작전에 완전히 건조시켜 Analytic Balance (Mettler H 10<sup>®</sup>; Mettler Instrument Co.)로써 소숫점이하 4자리까지 2회 중량측정하고, Sonic Air MM3000<sup>®</sup>으로 2분간 근관내 기구조작한 후 다시 완전 건조시켜 2회 중량측정

하여 실험 전과 후의 중량차이를 계산하여 t-검정에 의해 각 군을 비교하여 만곡점이하에서의 삭제능력의 유무를 평가하였다.

**Table 2.** Group of Experiment for Cutting Ability of Ultrasonics beyond the curvature

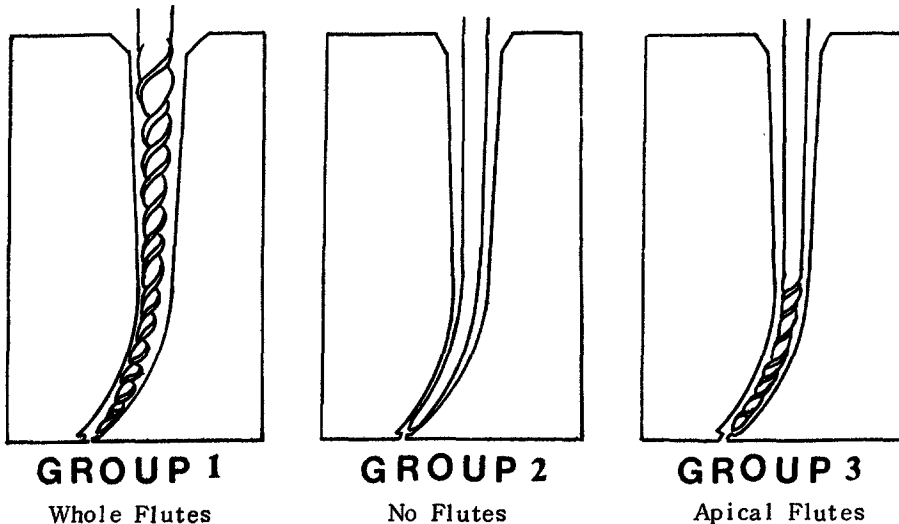
Group	Flute of File	n
1	Whole Flute	15
2	No Flute	15
3	Apical Flute	15

### III. 실험 성적

1) 근관확대 및 근관성형에 관한 실험

A. 근관확대에 관한 실험

각 실험군의 근관확대 정도는 아래와 같았다. (Table 3)



**Fig. 1 :** Schematic Illustration of Experiment for Cutting Ability of Ultrasonics beyond the Curvature

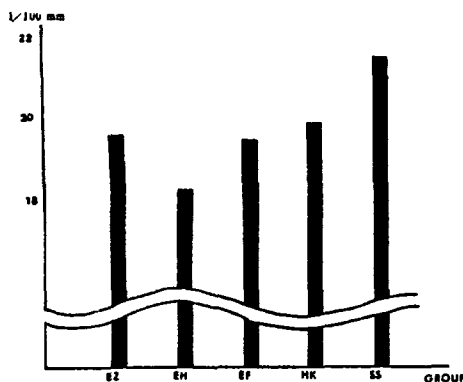
**Table 3.** Amount of canal enlargement

(1/100 mm)

Group	Device	Used File	Enlarged Size	
			#15	#20
EZ	ENAC	Zipperer	19.53	22.50
EH		H-File	18.33	23.70
EF		Flexofile	19.63	23.27
HK	HARMOSONIC	K-File	19.83	23.40
SS		Sonic AIR MM 3000	Sharper	21.47
Total:			19.76	23.85
HF	Hand (Control): 4.99 Min			

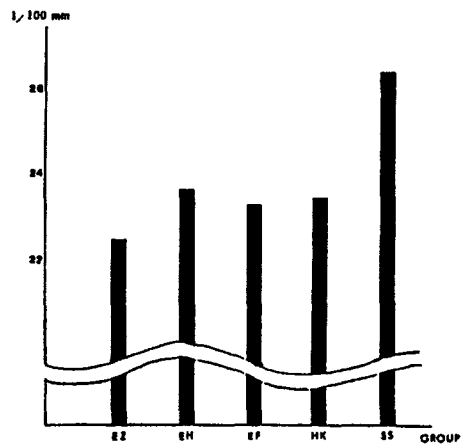
초음파 근관치료기기를 사용하여 1분간 근관내 기구조작한 경우 15번 화일을 이용한 경우 평균 19.76, 20번 화일을 이용한 경우 평균 23.85로 확대된 것으로 나타났으며, 수동식 대조군에서는 15번 화일로 20번까지 확대하는데 4.99분이 소요되었다.

이 결과를 ANOVA와 t-검정에 의해 통계 처리한 결과, 15번 화일 사용시 확대능력은 EH군이 가장 낮았고, EZ, EF, HK군이 그 다음으로 나타났고, SS군이 확대능력이 가장 큰 것으로 나타났다. ( $P < 0.001$ ) (Fig. 2) 20번 화일사용시 근관확대능력은 SS군이 가장 큰



**Fig. 2 :** Enlarged canal size in No. 15 file

것으로 나타났으며 ( $P = 0.001$ ), EZ, EF, H-K, EH군은 확대능력이 비슷한 것으로 나타났다. (Fig. 3)



**Fig. 3 :** Enlarged canal size in No. 20 file

B. 근관성형에 미치는 영향에 관한 실험  
Sonic Air MM 3000<sup>®</sup>과 Sharper 화일을 사용한 실험군이 부적당한 근관형태의 발생률이 86.7%로 가장 높은 것으로 나타났으며 수동식으로 20번까지 근관확대한 경우에 부적당한 근관 형태의 발생률은 60%이었다. (Table 4)

**Table 4.** Percentage of ideal and non-ideal canal shape

Group	Ideal Canal n (%)	Non-ideal Canal n (%)
EZ	26 (86.7)	4 (13.3)
EH	15 (50.0)	15 (50.0)
EF	19 (63.3)	11 (36.7)
HK	25 (83.3)	5 (16.7)
SS	4 (13.3)	26 (86.7)
HF	12 (40.0)	18 (60.0)

2) 만곡된 근관의 만곡점이하에서의 삭제능력의 유무에 관한 실험

삭제능력이 온전한 화일군이 삭제능력이 전혀 없는 화일군이나 첨단 5mm에만 삭제능력이 있는 화일군보다 월등히 많은 중량차이를 보였으나 ( $P < 0.001$ ), 삭제능력이 전혀 없는 화일군과 첨단 5mm에만 삭제능력이 있는 화일군 사이에 통계학적 유의성이 있는 중량차이는 없는 것으로 나타나 ( $P > 0.1$ ), 만곡점이하에서의 삭제능력은 거의 없었다.(Table 5)

**Table 5.** Mean of weight differences (gram)

Group	Flute of File	Weight Differences
1	Whole Flute	0.0118
2	No Flute	0.0012
3	Apical Flute	0.0015

#### IV. 총괄 및 고찰

근관내의 조직제거는 근관치료의 성공여부를 좌우하는 중요한 요소로써 많은 연구가 있어 왔으며, 그 연구방법으로는 실리콘등 인상재를 사용하는 방법<sup>11)</sup>, 미생물의 숫자를 계산하는 방법<sup>19)</sup>, 방사성 동위원소 이용법<sup>39)</sup>, 사진촬영법<sup>16)</sup>, LM과 SEM으로 관찰하는 방법<sup>7,8)</sup>, 방사선 불

투과물질 이용법<sup>18)</sup>, 투명 레진 블록 이용법<sup>38)</sup> 등이 사용되어 왔다.

본 실험에서는 투명한 에폭시 레진 블록을 이용하였으며, Weine<sup>38)</sup> 등은 투명한 폴리에스터 레진 블록을 이용한 연구에서 상아질의 KHN는 40이며 레진 블록의 KHN는 22 라고 보고하였고. Lim과 Webber<sup>17)</sup>는 30°의 만곡된 근관을 이용하여 수동식에 의한 근관확대의 비교 연구에서 투명 레진 블록과 자연치아 사이에 모래시계 형태의 근관의 발생률은 80% 이상으로 통계학적 차이가 없다고 하여, 투명 레진 블록이 만곡된 근관의 근관형성 실험의 실험 재료로써 가치가 있다고 하였다. 본 실험에 사용한 에폭시 레진 블록의 KHN는 평균 13으로 근관 확대능력이 자연치아에서보다 클것으로 예상되었으나, 레진 블록에서 초음파 근관치료기기에 의한 1분간 근관내 기구 조작시, 15번 화일을 사용한 경우 평균 19.76, 20번 화일을 사용한 경우 평균 23.85로 확대된 것으로 나타나, Moriya와 Osada<sup>25)</sup> 등의 주장처럼 15번 화일로 30초간 근관내 기구 조작시 30번 크기까지 확대될 수는 없는 것으로 나타나 초음파 근관치료기기의 근관 확대능력은 미약한 것으로 생각된다.

Reynolds<sup>30)</sup> 등도 15~30°만곡된 근관에서 수동식에 의한 계단식 근관확대가 초음파, 음파 근관치료기기에 비해 근관확대, 근관세정에서 모두 우수하다고 보고하여 초음파 근관치료기기의 효율이 미약하다고 보고하였다.

Walmsley<sup>37)</sup>는 초음파 근관치료기기에서 화일의 진동폭은 첨단에서 가장 크나, 화일이 초음파 근관치료기기의 원래의 진동 발생 방향에 대해 직각으로 배열되어 (Fig 5), 초음파 에너지가 화일에 횡적방향으로 전달되므로 에너지의 전달율이 저하되어지고, 또 화일의 길이가 길어질 수록 에너지는 좌승으로 감소하게 되어<sup>26)</sup>, 화일에 작은 부하만 주어지게 되어도 초음파 근관치료기기의 효율은 기대할 수 없다고 하였다. 그러므로 화일은 근관벽에 긴밀히 접촉되거나 압력을 주어 사용해서는 안된다고 하였다.

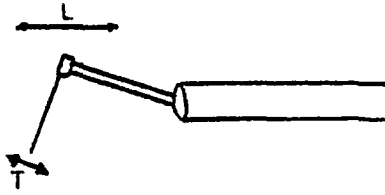


Fig. 4. Diagram of ultrasonic oscillation  
 L: Longitudinal oscillation  
 T: Transverse oscillation

H-화일을 사용한 실험군(EH)에서 20번 화일은 다른 초음파 기기를 이용한 실험군(E-Z, EF, HK군)과 유사한 확대능력을 보였으나, 15번 화일은 확대능력이 작은 것으로 나타났다. 이것은 H-화일이 근관밖으로 제거하는 방향에서만 삭제능력이 있도록 설계되어있고, 특히 작은 크기의 화일에서 유연성이 높아, 삭제능력이 저하되었으리라 생각된다. Cameron<sup>4)</sup>은 만족점이하에서 화일 사용시 10번 K-화일이나 20번 H-화일이 파절될 가능성이 높다고 보고하였고 제초회사들도 K-화일의 사용을 추천하여 H-화일의 초음파 기기에서의 사용은 부적당하다고 사료된다.

본 실험에서 ANOVA에 의해 통계처리한 결과 초음파 근관치료기기인 ENAC<sup>®</sup>과 HARMOSONIC<sup>®</sup>의 확대 능력은 유사하였고 Sonic Air MM 3000과는 분명한 차이가 있었다. Sonic Air MM 3000<sup>®</sup>은 진동수가 1500 ~ 3000 Hz로써, 엄밀한 의미로는 초음파 근관치료기기가 아니라, 공기의 압축력을 화일의 첨단에 응용한 음파기기이다. Walmsley<sup>37)</sup>는 초음파 근관치료기기는 진동수가 20 KHz 이상 이라고 주장하였다.

Stamos<sup>32)</sup> 등은 초음파 근관치료기기 사용시 Zip이 형성되는 것을 보고하였고 그 이유로써 너무 긴 근관에서 너무 큰 Size의 화일을 작업길이까지 사용한 결과라고 하였고, Walmsley<sup>37)</sup>는 화일의 첨단에서 진동폭이 가장

크기 때문이라고 하였으며, Lim과 Webber<sup>16)</sup>는 만족도가 커질수록 부적당한 근관형태의 발생률이 높아진다고 보고하였다. 본 실험에서는 SS군이 부적당한 근관형태의 발생률이 86.7%로 가장 크게 나타났으며, 수동식의 대조군에서는 60%로 나타났고, 초음파 근관치료기기인 ENAC<sup>®</sup>과 HARMOSONIC<sup>®</sup>의 근관 성형능력은 만족할 만하였다. 그러나 Kiehl과 Montgomery<sup>13)</sup>는 30°만곡된 인공근관을 이용한 실험에서 Sonic Air MM3000<sup>®</sup>이 ENAC<sup>®</sup>등 다른 기종보다 근관의 변위가 적다고 보고하였다. 그러므로 이에 관하여는 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

초음파 근관치료기기는 전자기장의 에너지를 이용한 자기 수축 효과(magnetostriction), 혹은 결정체의 변형을 기계적 진동으로 전환시키는 압전효과(piezoelectric principle)를 이용한 것으로써<sup>37)</sup> 시간단축<sup>25,26)</sup> 우수한 근관 세정 효과<sup>7,8)</sup> 세균감소<sup>8,19)</sup> 술후 동통의 감소<sup>23)</sup> 등의 장점을 지닌다고 보고되었으며, 보다 효과적이고 적은 노력으로 근관치료를 시행하고자 하는 목적으로 사용되어져 왔다.

이는 화일의 진동에 의한 상아질 삭제효과와 또, 용액내에서 화일이 진동할때 그 뒷쪽에서 계속 발생하게 되는 미세한 기포의 급격한 생성과 붕괴를 의미하는 공동화현상(Cavitation)에 의한 것으로써, 이때 발생하는 충격파의 에너지가 열과 유체역학적 전단응력으로 전환되어 free radical(H와 OH)의 형성과 이로 인한 산화작용과, 다당류, 단백질, 핵산 등의 변성이 초래된다.<sup>1,20,37)</sup> 또한 진동하는 화일 주위에 소용돌이 형태로 매우 빠른 유속이 지속적으로 형성되는 와류현상(microstreaming)도 화일 주변에 높은 전단응력을 나타내어 이 부위에서의 생물학적 물질의 손상을 야기하여, 우수한 세정효과를 나타내게 된다.<sup>1,2,26)</sup>

Goodman<sup>12)</sup> 등은 이러한 효과에 의해 치근단까지 화일을 삽입하지 아니하여도 세척효과를 기대할 수 있다고 하였으나, Ahmad<sup>11)</sup> 등은 25 KHz의 초음파기기에서 공동화 현상은 일어나지 않았고, 와류현상도 불규칙적인 형태로 나

타나게 되어 근관벽의 도말층의 제거도 불규칙적으로 일어나 근관세정효과도 수동식과 차이가 없다고 보고하였다. Langeland<sup>18)</sup> 등도 잔사가 완전히 제거되지 않았음을 보고하였으며 제조회사는 우수한 면만 강조하였다고 주장하였다. 또한 Tronstad<sup>36)</sup> 등도 음파 근관치료기에 의한 기구조작후에 도말층이 남아있음을 보고하였고, Barnett<sup>3)</sup> 등도 동물실험에서 세균 배양법으로 수동식과 초음파 근관치료기를 비교하여 초음파 근관치료기에 의한 근관내 기구조작 후에 수동식과 차이가 없이 세균이 배양되었음을 관찰하여 초음파 근관치료기의 근관세정효과가 미약함을 보고하였다. 그러므로 이에 관해서도 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

일반적으로, 초음파 근관치료기는, 근관의 확대<sup>32)</sup>, 세척<sup>7,8)</sup>, 소독<sup>9)</sup>, 근관내 이물질 제거<sup>24)</sup>, 치근단까지의 통로 확인<sup>32)</sup>, 즉일근관치료<sup>34)</sup>, 미성숙된 치아나 내흡수가 있는 치아에서의 근관세정등에 사용될 수 있다고 보고되었으나<sup>5,33)</sup>, 본 실험의 결과 Moriya와 Osada<sup>25)</sup>, Nehammer와 Stock<sup>26)</sup>의 주장처럼 짧은 시간내에 2~3배 까지 확대할 수는 없었으며 초음파기기에 의한 1분간 기구조작시 다음 크기의 화일 정도까지 확대할 수 없는 것으로 나타나 레진 블록에서의 근관 확대능력은 작았으며, 만곡점이하에서의 삭제능력은 거의 없었고, Sonic Air MM 3000<sup>®</sup>을 제외한 기기의 근관 성형능력은 인정할 만 하였다.

Walmsley<sup>3,7)</sup>는 초음파기기를 근관 확대에 사용하려면 초음파 에너지가 화일에 직접 전달될 수 있도록 종적 배열이 되어야 한다고 하였으며, 세정효과를 위해서도 근관벽과 긴밀히 접촉되지 않아야 한다고 하였다. 또한, Goodman<sup>12)</sup> 등과 Weller<sup>30)</sup> 등은 수동식으로 근관 확대한 후에 초음파 근관치료기를 근관세정에 사용하는 것이 효과적이라고 보고하였다.

그러므로 초음파기기를 사용한 근관치료는 아직 논란의 대상이며, 적은 노력으로 효과적으로 근관치료를 시행코자 하는 보조수단으로써의 가능성에 대해 더 많은 연구가 필요하다.

## V. 결 론

투명한 에폭시 레진을 사용하여 제작한 180개의 인공근관에서 ENAC<sup>®</sup>, HARMOSONIC<sup>®</sup>, Sonic Air MM 3000<sup>®</sup>의 초음파 근관치료기와 Zipperer 화일, H- 화일, Flexofile, K- 화일, Sharper 화일을 사용하여 근관확대 정도, 근관성형능력, 만곡된 근관에서 만곡점이하에서의 절삭능력의 유무에 관하여 실험하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 에폭시 레진으로 제작한 만곡된 인공근관에서 초음파 근관치료기를 이용하여 15번과 20번 화일로 1분간 근관내 기구조작시 다음 크기의 화일번호까지 근관확대하지는 못하였다.
2. Sonic Air MM 3000<sup>®</sup>이 우수한 근관확대능력을 보였으나 ( $P=0.001$ ), 부적당한 근관형태의 발생률은 가장 높았다.
3. Sonic Air MM 3000<sup>®</sup>을 제외한 2종의 초음파 근관치료기의 근관성형능력은 정상범주내에 속하였다.
4. 40°의 만곡된 근관에서 만곡점하방에서의 절삭능력은 없는 것으로 나타났다. ( $P < 0.001$ )

## REFERENCES

1. Ahmad, M., Pittford, T.R., and Crum, L.A.: Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved, *J. Endod.*, 13: 93-100, 1987.
2. Ahmad, M., Pittford, T.R., and Crum, L.A.: Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role, *J. Endod.*, 13: 490-499, 1987.
3. Barnet, F. et al.: Bacteriologic status of the root canal after sonic, ultrasonic and hand instrumentation, *Endodon., Dent. Traumatol.*, 1:228-231, 1985.
4. Cameron, J.A.: The use of ultrasound in the cleaning of root canals: a clinical report, *J. Endod.*, 8: 472-474, 1982.

5. Cameron, J.A.: The use of sodium hypochlorite activated by ultrasound for the debridement of infected, immature root canals, *J. Endod.*, 12: 550-554, 1986.
6. Chenail, B.L., Teplitsky, P.E.: Endosonics in curved root canals, *J. Endod.*, 11: 369-374, 1985.
7. Cunningham, W.T., Martin, H., and Forrest, W.R.: Evaluation of root canal debridement by the endosonic ultrasonic synergistic system, *Oral Surg.*, 53:401-404, 1982.
8. 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.
9. Cunningham, W.T. et al.: A comparison of antimicrobial effectiveness of endosonic and hand root canal therapy, *Oral Surg.*, 54: 238-241, 1982.
10. Cymerman, J.J., Jerome, L.A. and Moodnik, R.M.: A scanning electron microscope study comparing the efficacy of hand instrumentation with ultrasonic instrumentation of the root canal, *J. Endod.*, 9:327-331, 1983.
11. Davis, S.R., Brayton, S.M., and Goldman, M.: The morphology of the prepared root canal: a study utilizing injectable silicone, *Oral Surg.*, 34: 642-648, 1972.
12. Goodman, A. et al.: An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars, *J. Endod.*, 11: 249-256, 1985.
13. Kiehl, L.W., Montgomery, S.: The effect of endosonic instrumentation in simulated curved root canals, *J. Endo.*, 13: 215-219, 1987.
14. Klayman, S.M., Brilliant, J.D.: A comparison of the efficacy of serial preparation versus giromatic preparation, *J. Endod.*, 1: 334-337, 1975.
15. Langeland, K., Liao, K., and Pascon, E.A.: Work-saving devices in endodontics; efficacy of sonic and ultrasonic technique, *J. Endod.*, 11: 499-510, 1985.
16. Lim, K.C., Webber, J.: The effect of root canal preparation on the shape of the curved root canal, *Int'l Endodon. J.*, 18:233-239, 1985.
17. Lim, K.C., Webber, J.: The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape, *Int'l Endodon. J.*, 18:240-246, 1985.
18. Littman, S.H.: Evaluation of root canal debridement by use of a radiopaque medium, *J. Endod.*, 3: 135-138, 1977.
19. Martin, H.: Ultrasonic disinfection of the root canal, *Oral Surg.*, 42:92-99, 1976.
20. Martin, H. et al.: Ultrasonic versus hand filing of dentin; a quantitative study, *Oral Surg.*, 49:79-81, 1980.
21. Martin, H., Cunningham, W.T., and Norris, J.P.: A quantitative comparison of the ability of diamond and K-type files to remove dentin, *Oral Surg.*, 50:566-568, 1980.
22. Martin, H., Cunningham, W.T.: The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded, *Oral Surg.*, 53:611-613, 1982.
23. Martin, H., Cunningham, W.T.: An evaluation of postoperative pain incidence following endosonic and conventional root canal therapy, *Oral Surg.*, 54:74-75, 1982.
24. Meidinger, D.L., Kabes, B.J.: Foreign object removal utilizing the Cavi-Endo ultrasonic instrument, *J. Endo.*, 11: 301-304, 1985.
25. Moriya, K., Osada, T.: Ultrasonic preparation of the root canal system, *Dental Outlook*, 64(5), 1984.
26. Nehammer, C.F., Stock, C.J.R.: Preparation and filling of the root canal, *Brit. Dent. J.*, 158:285-291, 1985.



27. Oman, C.R., Applebaum, E.: Ultrasonic cavity preparation; preliminary report, *Yew York State Dent. J.*, 20:256-260, 1954.
28. Oman, C.R., Applebaum, E.: Ultrasonic cavity preparation II; Progress report, *J. Am. Dent. Assoc.*, 50:414-417, 1955.
29. Pedicord, D., ElDeeb, M.E., and Messer, H.H.: Hand versus ultrasonic instrumentation; its effect on canal shape and instrumentation time, *J. Endo.*, 12: 375-381, 1986.
30. Reynolds, M.A. et al.: An in vitro histological comparison of the step-back, sonic, and ultrasonic instrumentation techniques in small, curved root canals, *J. Endo.*, 13: 307-314, 1987.
31. Richman, M.J.: The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection, *J. Dent. Med.*, 12:12-18, 1957.
32. Stamos, D.G. et al.: Endosonics; clinical impressions, *J. Endod.*, 11:181-187, 1985.
33. Stamos, D.E., Stamos, D.G.: A new treatment modality for internal resorption, *J. Endod.*, 12: 315-319, 1986.
34. Stamos, D.E. et al.: Use of ultrasonics in single visit endodontic therapy, *J. Endod.*, 13 : 246-249, 1987.
35. Tauber, R., Morse, D.R., and Sinai, I.A.: A magnifying lens comparative evaluation of conventional and ultrasonically energized filling, *J. Endo.*, 9: 269-273, 1983.
36. Tronstad, L. et al.: Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument, *Endodon., Dent. Traumatol.*, 1:69-76, 1985.
37. Walmsley, A.D.: Ultrasound and root canal treatment; the need for scientific evaluation, *Int'l Endodon. J.*, 20:105-111, 1987.
38. Weine, F.S., Kelly, R.F., and Lio, P.J.: The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape, *J. Endod.*, 1: 255-262, 1975.
39. Weller, R.N., Brady, J.M., and Bernier, W.E.: Efficacy of ultrasonic cleaning, *J. Endod.*, 6: 740-743, 1980.
40. 김성교 : 수동리머와 전동리머의 근관 형성 효과, *대한치과보존학회지*, 10:55-62, 1984.

## ABSTRACT

### An Experimental Study on the Cutting and Canal Shaping Ability of the Ultrasonic Devices

Byung Duk Nho , Sung Jong Lee, Dong Su Park, Chung Suck Lee

*Department of Operative, College of Dentistry  
Yonsei University*

The purpose of this study was to evaluate Ultrasonic devices in root canal enlargement, about the effects on the canal shape and on the cutting ability beyond the curvature in curved canals.

180 resin blocks with 40° curvature in apical third and 16mm long canal were made of epoxy resin and smooth broaches. These blocks were divided into six groups. According to the devices (ENAC<sup>®</sup>, HARMOSONIC<sup>®</sup>, Sonic Air MM 3000<sup>®</sup>) and files (Zipperer file, H-file, Flexofile, K-file, Sharper file), five groups were instrumented one minute with # 15 files, then the enlarged size was measured. And # 20 files were used again in the same groups, then the enlarged size was measured. In control group, the time which was taken to enlarge the canal from # 15 to # 20 by hand technique was measured. The data was analyzed statistically.

Then the enlarged shapes were evaluated in six groups with the stereomicroscope and recorded in ideal and non-ideal canal shape to compare the effects of ultrasonic devices on the canal shape. Only the ideal shaped canals were used in the study whether the cutting ability beyond the curvature in curved canals was, or not. The files with whole flutes, no flutes, and flutes in apical 5mm only were used. The weight differences of pre-and post-instrumentation by Sonic Air MM 3000<sup>®</sup> for two minutes were compared.

The results were as follow:

1. Intracanal instrumentation for 1 minute with ultrasonic devices using # 15 and # 20 file in curved root canal of the epoxy resin block can not reach to the next file size.
2. Sonic Air MM 3000<sup>®</sup> shows higher cutting ability than the other two devices (p=0.001), however the percentage of non-ideal canal shape was the highest.
3. Two ultrasonic devices except Sonic Air MM 3000 considered normal in ideal canal shaping ability.
4. Little cutting ability was shown beyond the curvature of curved canals.

노병덕 논문사진 부도

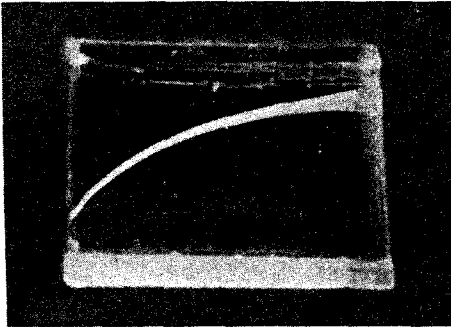


Fig. 5. Ideal canal shape.

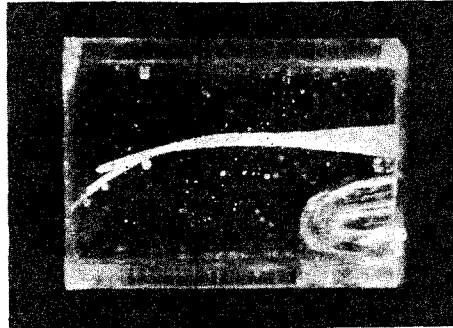


Fig. 6. Ledge formation

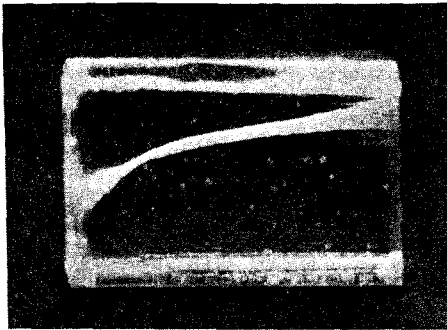


Fig. 7. Zip formation

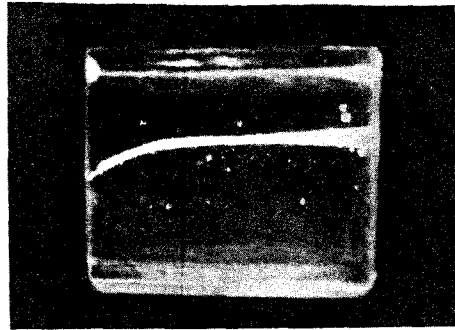


Fig. 8. Hourglass shape

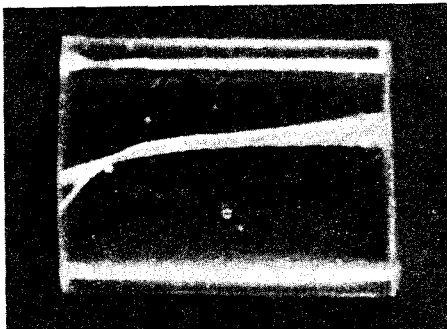


Fig. 9. Another canal

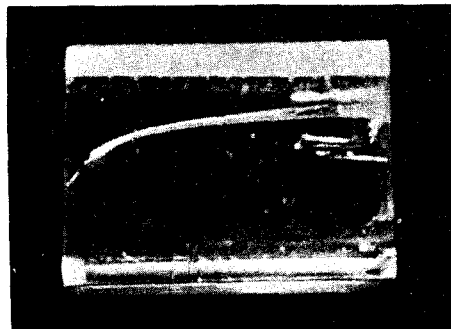


Fig. 10. Broken instrument.