

수중 근관확대 기구를 이용한 근관 형성후의 근관형태 변화에 관한 연구

경희대학교 치과대학 보존학교실
민효기·최호영

목 차

- I. 서 론
- II. 실험 재료 및 방법
- III. 실험 성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
 - 참고 문헌
 - 영문 초록

I. 서 론

근관치료의 성공은 근관내 기구조작, 정화 및 근관충전으로 크게 나눌 수 있다. 이 과정 중, 근관내 기구조작은 각종 근관 확대기구를 이용하여 치수잔사, 미생물 분해산물 그리고 근관내 피사된 상아질을 제거할 뿐 아니라 근관충전을 보다 정확하게 수행하여 근관치료를 완성하는데 중요한 단계의 하나이다^{1,2)}.

Ingle^{3,4,5)}은 근관치료의 실패 원인은 근관 확대기구의 올바르게 못한 사용과 불완전한 근관충전에서 야기된다고 보고하였는바 근관확대를 이상적인 상태로 이루어지게 하려면 효과적인 근관 확대기구를 선택하여 근관내에서 기구조작시 근관 본래의 형태와 방향을 유지시키는 것이 중요한 요소의 하나이다. 특히 상악구치

의 협측치근, 하악구치의 근심치근⁶⁾, 하악전치와 상악측절치등에서 흔히 발견되는 만곡된 근관에서 기구조작시 ledge 형성, 치근벽의 천공, Stripping, 기구파절 또는 치근단 부위에서 치근단공을 인위적으로 이동시킬 가능성이 있어⁷⁻¹¹⁾ 이상적인 근관확대를 시행하는데 어려움이 뒤따른다.

Green^{12,13)}과 Kuttler¹⁴⁾는 치아의형과 근관형태에 관한 연구에서 근관확대와 근관충전간의 상호관계를 보고한바 있으며 Kuttler¹⁴⁾는 연령 증가에 따라 치근단부에 백악질이 침착되어 치근단공의 위치가 변함을 보고하였고, Green^{12,13)}은 치근단 부위에서 치근관의 만곡도는 평균 20°임을 보고하였으며 Mueller¹⁵⁾는 발거된 전치, 견치, 소구치를 근·원심방향과 협·설방향으로 방사선 촬영을 하여 근관의 전반적인 형태를 관찰하였고 이¹⁶⁾는 하악 제1대구치의 근단 5mm부위만을 선택적으로 광학현미경으로 관찰한바 있다.

Gutierrez와 Garcia⁷⁾는 근관확대시 근관이 모래시계모양(Hour glass shape)으로 형성되는 것을 관찰 보고하였고 Weine 등^{17,18)}은 resin으로 제작된 block내의 모형근관을 확대한 결과 모래시계모양(Hour glass shape)으로 형성됨을 확인하였다. 이러한 것을 방지하기 위해 여러 종류의 수동식 기기들과 Giromatic handpiece와 같은 전동식 기구가 사용되어왔

고 이들에 대한 연구가 보고되었으나^{17,19~23}, 이들 기구간 근관형성성 효율성에 대한 차이는 인정되지 않고 있으며 최근 근관형성을 위하여 음파와 초음파기기의 개발, 이용이되어 수동식 방법에 대해 변화를 가져왔다.

근관치료 분야에서 초음파기기의 사용은 Richman²⁴)에 의해 Cavitron을 이용한 방법이 처음 소개되었으며 그후 이를 이용한 연구 보고에서 기구조작 시간이 단축되고, 세척효과가 향상되며, 슬러 동통의 발생율이 적었다고 보고하였고^{25~33}, Cameron³⁴)은 근관내 세정효과에 관하여 Stamos 등³⁵)은 초음파기기의 사용에 관해 보고하여 선학들의 주장을 뒷받침하였다.

그러나, Chenail과 Teplitzky³⁶)는 만곡근관을 초음파기기로 기구조작후 5.95%만이 직선화 되었으나 SEM연구에서 초음파기기가 수동식보다 효과적이지 못했음을 관찰하였고^{37,38}) Tronstad 등³⁹)은 모형근관을 이용한 실험에서 수동식과 음파기기 모두에서 만곡도가 잔존되었음을 보고 하였으며 wildey와 Senia⁴⁰)는 수동식기기인 Canal Master file을 개발하여 50° 만곡된 근관을 근침공 이동과 변화없이 근관이 확대되었음을 보고한 바 있다.

그러나, Ehrlich 등⁴¹)은 수동식과 음파기기로 만곡근관을 근관내 기구조작에 관한 연구에서 두 기기 모두에서 근침공을 이동시켰음을 보고하였으며 Yahya 등⁴²)은 초음파기기인 Cavi-Endo에서 가장 큰 만곡도의 변화를 유도 하였으며 Walsh 등⁴³)은 초음파기기의 강도에 관계없이 만곡도가 변하였고 Cymerman 등¹¹)은 초음파기기가 만곡근관을 형성하는데 효과적이고 안전함을 보고하였다.

한편, Pedicord 등⁴⁴)은 수동식과 초음파기기를 이용하여 근관확대후 근관형태에 관한 비교 연구에서 초음파기기로 근관확대한 경우, 근침부 $\frac{1}{3}$, 중앙부 $\frac{1}{3}$, 치관부 $\frac{1}{3}$ 3곳 모두에서 더 불규칙한 형태의 근관이 형성됨을 보고하였고 또, Pedicord 등⁴⁵)은 중앙부 $\frac{1}{3}$ 과 치관부 $\frac{1}{3}$ 에서 수동식이 초음파기기보다 우수한 근관형성 효과가 나타났음을 관찰하였다. shine 등⁴⁶)은 수동식이 음파와 초음파기기보다 근침부 $\frac{1}{3}$ 과 중앙부 $\frac{1}{3}$

에서 더 원형의 근관형성 효과가 있었음을 보고하였고, Walsh 등⁴⁷)은 수동식과 초음파기기를 비교하였을때 근관크기와 형태에 따른 근관형성에서 별다른 차이가 없었음을 보고하였으며 Yahya 등⁴²)은 수동식이 음파와 초음파기기보다 중앙부 $\frac{1}{3}$ 과 치관부 $\frac{1}{3}$ 에서 더 우수한 근관형성 효과를 보였음을 보고하였고 Walsh 등⁴⁸)은 초음파기기의 강도에 관계없이 치관부 $\frac{1}{3}$ 에서 더 불규칙한 근관형성을 나타냈다고 보고하였으나 임⁴⁹)은 음파기기가 초음파기기를 사용한것보다 중앙부 $\frac{1}{3}$ 에서 원형도가 양호함을 보고하였다.

또, Martin 등²⁸)은 수동식보다 초음파기기가 일정시간동안 상아질 삭제효과가 우수하다고 보고하고 Miserentino 등⁴⁹)은 초음파기와 음파기기를 비교하여 음파기기의 삭제능력이 우수하다고 보고하였다. 그러나, Cymerman 등¹¹)은 수동식과 초음파기기에서 상아질 삭제효과에 관해 차이를 발견하지 못하였다고 보고하였고 McCann 등⁵⁰)도 차이가 없었다고 보고하였다.

이상 선학들의 연구보고에서 수동식과 음파 및 초음파기기를 이용한 근관확대시 서로 상이한 결과를 보고하고 있어 저자는 수종의 근관 확대 기구를 이용하여 근관형성에 따른 근관형태 변화에 관하여 비교 연구한 결과 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 실험 치아

최근에 발거된 치아로 하악 제1,2대구치 60개를 사용하였다.

2) 근관형성 기구

초음파 기기로는 Suprasson Piezo P₂, 음파 기기로는 Sonic Air MM 3000을 사용하였고, 수동식 file로는 K-type file, Canal Master file, Heliapical file을 사용하였다.

Table 1. Instruments for canal enlargement

| Device | Manufacturer |
|--------------------------------|-----------------------|
| K-type file | Micro Mega Co. France |
| Canal Master file | Brasseler Co. U.S.A. |
| Heliapical file | Micro Mega Co. France |
| Sonic Air MM3000 | Micro Mega Co. France |
| Suprasson Piezo P ₂ | Satelec Co. France |

2. 실험 방법

하악 제1 또는 제2 대구치 근심치근 60개, 120근관을 20개씩 6군으로 나누어 실험을 시행하였다. 실험에 사용된 근관은 모두 10번 file로 근단공의 관통 여부를 확인하였고 Schneider방법⁵¹⁾에 의해 만곡도가 40°이하 범위에 있는 근관만을 선택, 사용하였으며 발거된 치아는 즉시 생리 식염수에 보관하였다.

1) 만곡도 측정

가) 시편의 제작

High Speed bur를 사용하여 통법에 의해 치수강을 개방하고 방사선사진상에서 근관이 중복되는 것을 방지하기 위해 원심 치근을 Carborundum disc로 절단한 후 치수강을 가봉재인 Coltosol(Coltene Co. Switzerland)로 폐쇄시켰으며 방사선 사진상에서 위치 재현을 확실하게 하기 위해 교합면을 편평하게 형성하였다. 모든 치아의 작업길이는 file tip을 근침부에서 관찰한 후 1mm 감소하여 결정하였다.

나) 실험군의 분류

- 1) 수동식 K-type file로 근관 형성한 군
- 2) 수동식 Canal Master file로 근관 형성한 군
- 3) 수동식 Heliapical file로 근관 형성한 군
- 4) 음파기인 Sonic Air MM 3000으로 근관 형성한 군
- 5) 초음파기인 Suprasson Piezo P₂로 근관 형성한 군

다) 근관 확대

K-type file군, Canal Master file군 및 Heliapical file군은 근단공을 각각의 file로 25번 file까지 확대 후, Step-back방법을 이용하여 근관형성을 하였으며 각 file로 근관조작시 근관은 생리 식염수로 충분히 세척하였다. file이 근관의 치관부에서 binding 되는 것을 방지하고 중앙부^{1/3}와 근침부^{1/3}에 직선으로 접근할 수 있도록 #2 ~ 3 Gates Glidden bur로 치관부^{1/3}를 확대하였다.

Sonic Air MM 3000군은 15번 Helisonic file이 작업길이까지 저항감없이 통과될때 까지 수동식 K-type file로 근관조작 후 15번, 20번, 25번 Helisonic file로 제조회사 지시에 따라 근관확대 하였다.

Suprasson Piezo P₂군은 10번 Piezotec file이 작업길이에 저항감없이 통과될때 까지 수동식 K-type file로 확대한 후 제조회사의 지시에 따라 근관확대 후 25번 K-type file로 확인하였다.

라) 측정

근관조작 전, 모든 근관은 10번 file을 작업길이까지 넣어 방사선 촬영을 하였으며 근관형성을 완료한 후 Master Apical file을 근관내에 넣고 다시 방사선 촬영을 하여 Schneider방법⁵¹⁾으로 tracing하여 근관확대 전과 후의 각도 변화를 측정 비교하여(Fig. 1) 그 결과

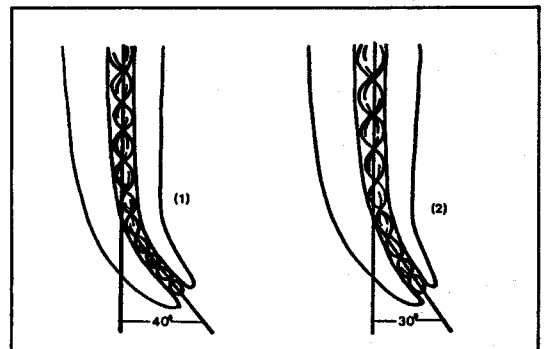


Fig. 1. Diagram illustrating method of measuring pre- (1) and postinstrumentation curvature (2).

를 t-검정에 의해 통계 처리하였다.

2) 근관형태에 관한 실험

가) 시편의 제작

120개 근관을 치근단으로 부터 2mm, 5mm, 8mm 부위에서 치근의 장축에 수직이 되도록 Silicone Carbide disc로 절단한 후, 14배율의 Stereomicroscope와 촬영한 사진을 이용하여 각 부위별로 관찰하였다.

나) 실험군의 분류

120개의 근관 중, 20개는 대조군으로 만족도 측정에 사용된 100개는 실험군으로 사용하였다.

- 1) 대조군 (근관 확대기기로 근관 조작하지 않은 군)
- 2) 수동식 K-type file로 근관 형성한 군
- 3) 수동식 Canal Master file로 근관 형성한 군
- 4) 수동식 Heliapical file로 근관 형성한 군
- 5) 음파기기인 Sonic Air MM 3000으로 근관 형성한 군
- 6) 초음파기기인 Suprasson Piezo P₂로 근관 형성한 군

다) 평가

근관형태는 어떤 기기를 사용 하였는지 알지 못하는 두사람에 의해 원형, 타원형 및 불규칙한 형태로 구분하여 각 평가자의 score를 비교

하고 차이가 있으면 다시 평가하여 각 평가자의 의견이 일치 될때까지 시행하였다. 이때 원형을 가장 우수한 것으로 평가하고 타원형을 불규칙한 형태 보다 우수한 것으로 평가하여 (Fig. 2,3 및 4) 그 결과를 X²-검정에 의해 통계 처리하였다.

3) 잔존치질의 후경 측정

근관형태에 관한 실험과 병행하여 현미경 상에서 촬영한 사진을 tracing paper에 tracing하여 근심 및 원심 방향으로 근관의벽에서 치근포면까지 가장 적게남은 치질두께와 근·원심으로 가장 큰 근관크기를 (Fig. 5) caliper (Mitutoyo Co. Japan)를 이용하여 0.05mm까지 측정하였다.

실험결과는 t-검정에 의해 통계 처리하였다.

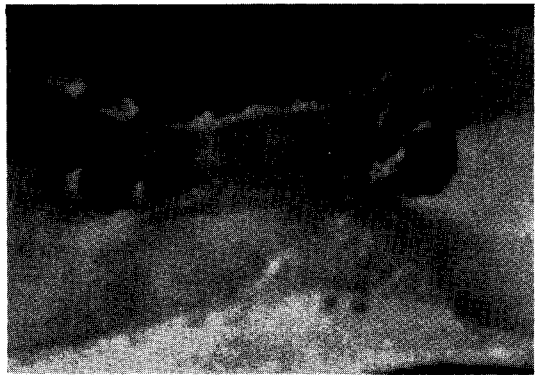


Fig. 3. Showing oval shape canal at the middle third level.



Fig. 2. Showing round shape canal at the middle third level.



Fig. 4. Showing irregular shape canal at the apical third level.

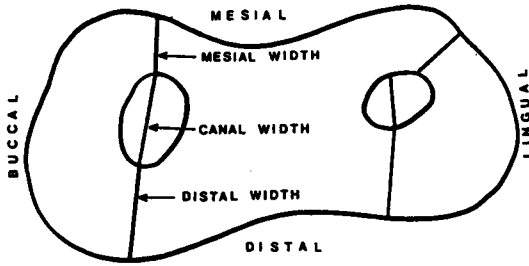


Fig. 5. Tracing of root and canal outline that was used for recording minimal remaining root thickness and maximum canal diameter.

III. 실험 성적

1. 만곡도 측정

실험에 사용한 각 기기의 만곡도 변화는 Sonic Air MM 3000군이 8.250°로 가장 적은 변화를 보였으며 K-type file군이 9.900°로 가장 큰 변화를 보였고 Sonic Air MM 3000군, Suprasson Piezo P₂군, Canal Master file군, Heliapical file 군, K-type file 군 순으로 나

타났다 (Table 2).

그러나, 각 군간의 유의한 차이는 인정되지 않았다.

2. 근관형태에 관한 실험

각 군에서 근침부 $\frac{1}{3}$, 중앙부 $\frac{1}{3}$, 치관부 $\frac{1}{3}$ 의 근관형태를 관찰한 결과 Table 3과 같았다.

근침부 $\frac{1}{3}$ 에서는 Canal Master file군이 9개의 원형, 8개의 타원형 및 3개의 불규칙한 형태로 가장 좋은 결과를 보였으며 Suprasson Piezo P₂군이 4개의 원형, 11개의 타원형 및

Table 2. Postinstrumentation angulation change (degree)

| Group | Mean \pm SE |
|--------------------------------|--------------------|
| K-type file | 9.900° \pm 1.35* |
| Canal Master file | 9.165° \pm 1.38* |
| Heliapical file | 9.540° \pm 1.50* |
| Sonic Air MM 3000 | 8.250° \pm 1.35* |
| Suprasson Piezo P ₂ | 8.915° \pm 0.78* |

* P < 0.005

Table 3. Incidence and (percentage) of canal shape in different groups at different levels

| Group | NO | Apical Third | | | Middle Third | | | Coronal Third | | |
|--------------------------------|----|--------------|--------|-----------|--------------|--------|-----------|---------------|--------|-----------|
| | | round | oval | irregular | round | oval | irregular | round | oval | irregular |
| Control | 20 | 5(25) | 13(65) | 2(10) | 6(30) | 8(40) | 6(30) | 7(35) | 9(45) | 4(20) |
| K-type file | 20 | 6(30) | 11(55) | 3(15) | 5(25) | 12(60) | 3(15) | 9(45) | 11(55) | 0(0) |
| Canal Master file | 20 | 9(45) | 8(40) | 3(15) | 7(35) | 9(45) | 4(20) | 11(55) | 9(45) | 0(0) |
| Heliapical file | 20 | 8(40) | 9(45) | 3(15) | 4(20) | 10(50) | 6(30) | 6(30) | 14(70) | 0(0) |
| Sonic Air MM 3000 | 20 | 6(30) | 10(50) | 4(20) | 5(25) | 12(60) | 3(15) | 5(25) | 10(50) | 5(25) |
| Suprasson Piezo P ₂ | 20 | 4(20) | 11(55) | 5(25) | 2(10) | 11(55) | 7(35) | 5(25) | 10(50) | 5(25) |

Note: χ^2 -test: Apical: χ^2 10df(0.005) = 25.19, χ^2 = 29.1

p < 0.005

Middle: χ^2 10df (0.005) = 25.19, χ^2 = 41.57

p < 0.005

Coronal: χ^2 10df(0.005) = 25.19, χ^2 = 53.65

p < 0.005

5개의 불규칙한 형태를 보였다 ($P < 0.005$).

중양부 $\frac{1}{3}$ 에서는 Canal Master file군이 원형 7개, 타원형 9개 및 불규칙한 형태 4개로 가장 우수하였으며 Suprasson Piezo P₂군이 2개의 원형, 11개의 타원형, 7개의 불규칙한 형태를 보였다 ($p < 0.005$).

치관부 $\frac{1}{3}$ 은 Canal Master file군이 원형 11개, 타원형 9개 및 불규칙한 형태는 없이 가장 우수한 결과를 보였고 Suprasson Piezo P₂군과 Sonic Air MM 3000군이 5개의 원형, 10개의 타원형 및 5개의 불규칙한 형태를 나타내었다 ($P < 0.005$).

3. 잔존치질의 후경 측정

각 군에서 근첨부 $\frac{1}{3}$, 중양부 $\frac{1}{3}$, 치관부 $\frac{1}{3}$ 의 상아질 삭제 효과를 관찰한 결과는 Table 4 및 5와 같았다.

잔존 치질량을 관찰한 결과, 근심부위의 근첨부 $\frac{1}{3}$ 에서는 Heliapical file군이 0.55mm, 중양부 $\frac{1}{3}$ 에서는 Sonic Air MM 3000군이 0.84mm, 치관부 $\frac{1}{3}$ 에서는 Heliapical file군이 0.91mm로 적게 나타났다 ($p < 0.005$).

원심부위의 근첨부 $\frac{1}{3}$ 에서는 Sonic Air MM 3000군이 0.68mm ($p < 0.05$), 중양부 $\frac{1}{3}$ 에서는 Heliapical file군이 0.80mm ($p < 0.005$), 치관부 $\frac{1}{3}$ 에서는 Canal Master file군이 1.00mm ($p < 0.005$)로 적게 나타났다.

한편, 근관 최대크기를 비교하였을때 근첨부 $\frac{1}{3}$ 에서는 0.54mm를 보인 Heliapical file군이 ($p < 0.005$), 중양부 $\frac{1}{3}$ 에서는 0.60mm인 Heliapical file군 ($p < 0.005$), 치관부 $\frac{1}{3}$ 에서는 0.88mm로 Canal Master file군이 ($p < 0.005$) 크게 나타났다.

Table 4. Least dentin/cementum thickness from canal to root surface at different level

Mean \pm Standard error

| Group | Apical Third | | Middle Third | | Coronal Third | |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|
| | Mesial (mm) | Distal (mm) | Mesial (mm) | Distal (mm) | Mesial (mm) | Distal (mm) |
| Control | 0.90 \pm 0.04 | 0.81 \pm 0.03 | 1.20 \pm 0.04 | 1.26 \pm 0.04 | 1.41 \pm 0.04 | 1.31 \pm 0.05 |
| K-type file | 0.65 \pm 0.03* | 0.77 \pm 0.03*** | 0.93 \pm 0.03* | 0.95 \pm 0.05* | 1.00 \pm 0.05* | 1.04 \pm 0.27*** |
| Canal Master file | 0.76 \pm 0.06** | 0.71 \pm 0.05** | 0.85 \pm 0.05* | 0.93 \pm 0.05* | 1.03 \pm 0.06* | 1.00 \pm 0.07* |
| Heliapical file | 0.55 \pm 0.03* | 0.70 \pm 0.04** | 0.90 \pm 0.02* | 0.80 \pm 0.04* | 0.91 \pm 0.03* | 1.06 \pm 0.06* |
| Sonic Air MM3000 | 0.68 \pm 0.05* | 0.68 \pm 0.05** | 0.84 \pm 0.06* | 0.87 \pm 0.08* | 1.15 \pm 0.07* | 1.18 \pm 0.07** |
| Suprasson Piezo P ₂ | 0.60 \pm 0.06* | 0.68 \pm 0.06** | 1.00 \pm 0.08** | 0.92 \pm 0.07* | 1.13 \pm 0.07* | 1.11 \pm 0.07** |

* $P < 0.005$

** $P < 0.05$

*** N.S.

Table 5. Maximum canal diameter at different levels

Mean ± Standard error

| Group | Apical Third (mm) | Middle Third (mm) | Coronal Third (mm) |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Control | 0.31 ± 0.02 | 0.04 ± 0.01 | 0.49 ± 0.02 |
| K-type file | 0.51 ± 0.02* | 0.59 ± 0.03* | 0.82 ± 0.04* |
| Canal Master file | 0.50 ± 0.03* | 0.58 ± 0.02* | 0.88 ± 0.03* |
| Heliapical file | 0.54 ± 0.04* | 0.60 ± 0.03* | 0.85 ± 0.04* |
| Sonic Air MM 3000 | 0.51 ± 0.02* | 0.62 ± 0.03* | 0.76 ± 0.04* |
| Suprasson Piezo P ₂ | 0.52 ± 0.02* | 0.56 ± 0.03* | 0.79 ± 0.04* |

* P < 0.05

IV. 총괄 및 고안

Schilder 등⁵²⁾, Hega⁵³⁾에 의하면 근관을 보다 완벽하게 충전하기 위한 이상적인 근관형태는 근단공에서 직경이 가장 좁고 치관부로 이행하면서 점진적으로 넓어지는 근관이라고 하였으며 이는 적절한 기구선택과 사용방법에 따라 좌우될 수 있다.

특히, 근관이 가늘며 만곡되어 있는 경우, 이 상태를 유지하면서 바람직한 근관형성을 할 수 있다면 이상적인 근관치료를 수행할 수 있다. 여러 가지 근관 형성방법 중, 수동식 방법은 시간 소모가 많고 술자의 피로도가 높으며 효과적이 못되어 자동식 장치가 이용되었으나 수동식 방법보다 효율적이지 못하였다고 보고^{17~23)}된 바 있으나 그후 개발된 초음파기기는 기구조작 시간이 감소되고, 근관정화 효과가 우수하며 슬러 동통의 발생빈도가 적다고 보고하였다^{25~33)}.

초음파기기는 본체와 Handpiece로 구성되어 있으며 본체에는 초음파전압을 공급하는 전기적 장치와 근관세척액을 지속적으로 공급하는 장치가 포함되어 있고 전자기장의 에너지를 이용한 자기수축효과(Magnetostriction)의 변형을 기계적 진동으로 전환시키는 압전효과(Piezoelectric Principle)를 이용한 것으로, 근관내의 근관세정 효과가 우수하고 근관확대

시, 시간과 술자의 피로를 감소시킨다고 하였다²⁴⁾. 이 효과는 file의 진동에 의한 상아질 삭제효과와 용액내에서 file이 진동할 때 발생하는 미세한 기포의 생성과 소실을 나타내는 공동화 현상^{39,54)}과 진동하는 file 주위에 소용돌이 형태로 매우 빠른 흐름이 계속적으로 형성되는 와류현상^{54,55)}이 발생하여 생긴 결과이고 Handpiece내부에 20KHz이상의 초음파 진동을 일으킬 수 있다고 Walmsley⁵⁶⁾는 보고하였다. 이와 기능이 유사한 가칭 주파수의 진동을 이용한 공기진동 근관확대기는 공기의 압축작용을 file의 첨단에 이용한 기계로서 내부에 들어있는 진동자를 진동시키는 것으로 진동수는 3000~6500Hz이다.

Chenail과 Teplitsky³⁶⁾는 만곡근관 51개를 초음파 기기로 기구조작 후, 3개의 근관에서 직선화 되었다고 보고하였으며 Tronstad 등³⁹⁾은 수동식과 음파기기 모두에서 만곡도가 유지되었다고 보고하고 Ehrich 등⁴¹⁾은 음파기기로 근관조작후 61%만이 만곡도가 유지되었다고 보고하였다. Stamos 등⁵⁷⁾은 초음파기기 사용시 Zip이 형성되는 것을 보고하였는데 이는 긴 근관에서 너무 큰 크기의 file을 작업길이까지 사용하여 생긴 결과라고 하였고 Walmsley⁵⁸⁾는 file의 끝에서 진동폭이 가장 크기 때문이라고 하였으며 Lim과 Webber⁶⁾는 근관의 만곡도가 클수록 부적당한 근관형태의 형성율이 높다고 보고하였다.

또한 임⁴⁸⁾은 수동, 음파 및 초음파기기를 이용하여 근관형성한 결과 근관의 원형도의 차이는 부위에 관계없이 유의할 만한 차이가 인정되지 않았다고 보고한 바 있고 Pedicord 등⁴⁵⁾은 수동식 K-flex file과 초음파기기인 Cavi-Endo로 근관확대후 근관형태에 관한 비교연구에서 근첨부 $\frac{1}{3}$ 근관에서는 유의한 차이가 없었다고 하였고 Yahya 등⁴²⁾도 근첨부 $\frac{1}{3}$ 과 중앙부 $\frac{1}{3}$ 에서 수동식, 음파 및 초음파기기에서 유의한 차이를 발견하지 못하였다고 보고하였으며, 또 Walsh 등⁴³⁾은 수동식과 초음파기기를 근첨부 $\frac{1}{3}$, 중앙부 $\frac{1}{3}$, 치관부 $\frac{1}{3}$ 에서 근관형태를 비교하여 유의한 차이를 발견하지 못하였다고 보고하였다.

또한, Bower⁵⁸⁾는 하악 구치부 근심치근의 furcation 부위 부터 2mm하방부에 함요(concave)된 것이 100%였다고 보고하였고 근심치근의 함요부분이 평균 0.7mm로 원심치근의 0.5mm보다 크다고 하였으며 또한 백악질이 침착된 곳에서 더 큰 함요부분이 존재하였다고 보고하였는데 이것은 치근의 본래 모습이 아니고 손상받은 치근면이 백악질로 회복된 것으로 보고하였다.

Lim과 Stock⁵⁹⁾는 치질의 잔여두께가 0.2mm~0.3mm일 경우 근관충전시 상아질의 저항력을 넘어서 천공이나, 파절을 야기시킨다고 보고하였다.

본 실험 결과에서 (Table 2) Sonic Air MM 3000군이 8.250°로 가장 적은 만곡 변형율을 보였고 K-type file군이 9.900°로 가장 큰 변형율을 나타내었는데 이는 Yahya 등⁴²⁾의 보고에서 Sonic Air MM 3000군이 7.6°로 가장 적은 변형율을 보인 것과 kielt와 Montgomery⁶⁰⁾의 연구에서 30° 만곡된 인공근관을 이용하여 실험한 결과, Sonic Air MM 3000군이 근관의 변위가 적었다는 보고와 일치하였으며 K-type file군이 9.900°로써 Suprason Piezo P₂군의 8.915°에 비해 만곡 변형율이 다소 크게 나타났으나 Walsh 등⁴³⁾은 K-file군의 6.6°로 초음파기기보다 적은 만곡 변형율을 보고 하였는데 이는 초음파기기의 진동

에 의한 것으로 본 실험의 결과와 차이를 보였으나 각 구간간의 유의성은 인정되지 않았다.

본 실험에서 ledge나 작업길이의 감소는 보이지 않았으며 근첨부쪽으로 힘을 가하지 않는 한 치근단의 천공이나 file의 파절이 일어나지 않았는데 이는 초음파기기가 만곡근관에서 근관을 천공시키지 않았다는 Chenail과 Teplitsky³⁶⁾, Walsh 등⁶¹⁾의 보고와 일치하고 있으나 Goodman 등⁶²⁾은 초음파기기가 근관의 변위와 치근단 천공을 일으킨다고 보고하고 있어 이들 기구사용시 보다 정확한 지식을 갖고 세심한 주의를 기울여 사용하여야 할 것이다. 또한, Martin 등⁶³⁾은 초음파기기로 근관형성시 작은 file을 이용하여 큰 크기의 file 뒤편까지 근관형성하기 때문에 ledge를 형성할 가능성이 적다고 하여 음파기기와 초음파기기가 근관의 천공, 기구파절등을 야기시킬 수 있기 때문에 주의하여 사용할 필요가 있으며^{19,39)}, Martin⁶⁴⁾과 Henmi 등⁶⁵⁾은 근관의 상부만 초음파기기를 사용하고 근첨부위는 수동식방법으로 근관형성하여야 한다고 하였다.

또한, Canal Master file군이 9.165°로 K-type file군의 9.900°, Heliapical file군의 9.540°보다 만곡변형은 적었는데 이는 근관내에서 삭제되는 file의 작업길이를 16mm에서 2.5~4.0mm로 감소시켜 cutting head가 최소의 삭제면을 가지면서 최대의 효과를 발휘하게 하였으며 기구의 Smooth round shaft의 직경을 일정하게 형성하여 flexibility를 증가시킨 결과라고 생각된다.

또한, 본 실험에서 (Table. 3) 세 부분 모두에서 Canal Master file군이 가장 우수한 근관형태를 보였으며(P<0.005) 수동식 file을 사용한 군들의 치관부 $\frac{1}{3}$ 에서 불규칙한 형태가 없었는데 이는 Gates Glidden drill을 사용한 결과로 사료된다.

본 실험에서 (Table 5) 근관의 최대 폭경이 근첨부 $\frac{1}{3}$ 에서 K-type file군과 Sonic Air MM 3000군이 각각 0.51mm, 0.51mm로 Yahya 등⁴²⁾이 보고한 0.53mm, 0.55mm와 유사한 양상을 보였으며 Suprason Piezo P₂군에서는 0.52mm로

Martin 등^{26,27)}이 보고한 초음파기기의 상아질 삭제능력이 우수하다고 보고한 것과 일치했다. 그러나, Reynolds 등⁶⁶⁾은 15~30° 만곡된 근관에서 수동식에 의한 Step-back 방법으로 근관 확대 시킨것이 음파, 초음파기기 보다 근관확대, 세정면에서 우수하다고 보고하였고, 노 등⁶⁷⁾은 15번 file로 30초간 근관내 기구조작시 30번 file 뭉까지는 확대될 수 없으므로 초음파기기의 효율이 미약하다고 보고하여 본 실험결과와 차이를 보였다. 또한, 본 실험 (Table 4, 5)에서 수동식 기기중 Heliapical file군이 Sonic Air MM 3000 군과 Suprasson Piezo P₂군보다 삭제능력이 우수하였다.

한편, 치관부^{1/3}에서는 수동식을 사용한 군들이 Sonic Air MM 3000군과 Suprasson Piezo P₂군 보다 근관 최대 폭경이 크고 잔존 치질량이 적게 남은 것으로 나타나 삭제량이 많은 것으로 관찰되었는데 이것은 수동식을 사용한 군들은 치관부^{1/3}에서 Gates Glidden drill을 사용한 결과로 사료된다.

본 연구는 발거한 치아를 대상으로 실행하였기 때문에 환자의 구강내에서 시술하는 결과와는 차이가 있을 것으로 추측되는데 앞으로 이에 대한 평가가 이루어져야 하겠으며 만곡근관을 보다 효율적으로 근관조작하는 방법과 근관확대기기에 관한 더 많은 연구와 개발이 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

최근에 발거한 하악 제1 또는 제 2대구치의 근심치근 60개, 120근관을 이용하여 K-type file, Canal Master file, Heliapical file, Sonic Air MM 3000 및 Suprasson Piezo P₂를 사용하여 근관확대 전과 후의 방사선 촬영을 비교하여 만곡도 측정을 하였고, 근관확대한 실험군들과 근관조작을 하지않은 대조군을 치근단 2mm(근첨부^{1/3}), 5mm(중양부^{1/3}), 8mm(치관부^{1/3})에서 최근에 수직이 되도록 절단하여 근관형태 및 잔존치질 후경을 비교 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근관 형성시 만곡도의 변화는 Sonic Air MM 3000군에서 8.250°(P<0.005)로 가장 적게, K-type file군이 9.900°(P<0.005)로 가장 큰 변화를 나타내었다.
2. 근관 형성후 근관 형태는 근관의 세부위 모두에서 Canal Master file군이 가장 우수하게 나타났다 (P<0.005).
3. 근심부위의 잔존치질 후경은 근첨부^{1/3}에서는 Heliapical file군, 중앙부^{1/3}에서는 Sonic Air MM 3000군, 치관부^{1/3}에서는 Heliapical file군이 적게 나타났다 (P<0.005).
4. 원심부위의 잔존치질 후경은 근첨부^{1/3}에서는 Sonic Air MM 3000군(P<0.05), 중앙부^{1/3}에서는 Heliapical file군 (P<0.005), 치관부^{1/3}에서는 Canal Master file군 (P<0.005)이 적게 나타났다.
5. 근관 형성후 근관폭의 변화는 Heliapical file군에서 가장 크게 나타났다 (P<0.005).

REFERENCES

1. 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.
2. Langeland, K., Liao, K., and Pascon, E.A.: Work-saving device in endodontics; efficacy of sonic and ultrasonic technique. J. Endod., 11:499-510, 1985.
3. Ingle, J.I., and Taintor, J.F.: Endodontic, 3rd ed., Philadelphia, Lea & Febiger. 26-37, 1985.
4. Ingel, J.I.: Root canal obturation. J.A.-D.A., 53:47-55, 1956.

5. Ingle, J.I.: A standardized endodontic technique utilizing newly designed instrument and filling material. *Oral Surg.*, 14: 83-91, 1961.
6. Johnson, W.T.: Instrumentation of the fine curved canals found in the mesial roots of maxillary and mandibular molars. *Quintessence International*. 17:309-312, 1986.
7. Gutirrer, J.H., and Garcia, J.: Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg.*, 25:108-116, 1968.
8. Lim, K.C., and Webber, J.: The effect of root canal preparation on the shape of the curved root canal. *Intl. J. Endod.*, 18:233-239, 1985.
9. Jungmann, C.L., Uchin, R.A., and Bucher, J.F.: Effect of instrumentation on the shape of root canal. *J. Endod.*, 1:66-69, 1975.
10. Kessler, J.R., Peters, D.D., and Lorton, L.: Comparison of the relative risk of molar root perforation using various endodontic instrumentation techniques. *J. Endod.*, 9:439-447, 1984.
11. Weine, F.S.: *Endodontic therapy*, 3rd., St. Louis, C.V. Mosby Co., 256-317, 1976.
12. Green, D.: A streomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. *Oral Surg.*, 9:1224, 1956.
13. Green, D.: Streomicroscopic study of posterior 700 root apices of maxillary and mandibular teeth. *Oral Surg.*, 13:728-733, 1960.
14. Kuttler, Y.: Microscopic investigation of root apices. *J.A.D.A.*, 50:544-552, 1955.
15. Mueller, A.H.: Anatomy of the root canals of the incisors, cuspids, bicuspid of the permanent teeth. *J.A.D.A.*, 20:1361-1386, 1933.
16. 이정식 : 하악 제1대구치 치근단부위의 근관형태 및 크기의 관한연구. 대한치과보존학회지, 14(2) : 99-102, 1989.
17. Weine, F.S., Kelly, R.F., and Bray, L.: Effect of preparation with endodontic handpiece on original canal shape. *J. Endod.*, 2:298-303, 1976.
18. Weine, F.S., Kelly, R.F., and Lio, P.J.: The effect of preparation procedure on original canal shape and on apical foramen shape. *J. Endod.*, 1:255-262, 1975.
19. Turek, T., and Langeland, K.: A light microscopic study of the efficacy of the telescopic and giromatic preparation of the root canals. *J. Endod.*, 8:437-443, 1982.
20. Harty, F.J., and Stock, C.J.K.: The giromatic system compared with hand instrumentation in endodontics. *Br. Dent. J.*, 137:239-244, 1974.
21. 김성교 : 수동 리머와 전동 리머의 근관형성 효과. 대한치과보존학회지, 10(1) : 55-62, 1984.
22. 홍찬의 : 각종 근관확대기구에 의한 근관형성 후 치근단 근관면의 형태에 관한 실험적 연구. 대한치과보존학회지, 7(1) : 17-24, 1981.
23. Frank, A.L.: An evaluation of the giromatic endodontic handpieces. *Oral Surg.*, 24: 149-158, 1967.
24. Richman, M.J.: The use of ultrasonic in root canal therapy and root resection. *J. Dent. Med.*, 12:12-18, 1957.
25. Martin, H., Cunningham, W., and Norris, J.P.: A comparison of the ability of diamond and K-type files to remove dentin. *Oral Surg.*, 50:566-568, 1980.
26. Martin, H., Cunningham, W., Norris, J.P., and Cotton, W.: Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. *Oral Surg.*, 49:79-81, 1980.

27. Cunningham, W., Martin, H., and Forrest, W.: Evaluation of root canal debridement by endosonic synergistic system. *Oral Surg.*, 53:401-404, 1982.
28. Martin, H., and Cunningham, W.: A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with endosonic synergistic system. *Oral Surg.*, 53:527-531, 1982.
29. Cunningham, W., and Joseph, S.: Effect of temperature on the bacteriocidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg.*, 50:569-571, 1980.
30. Cunningham, W., Martin, H., Pellen, G., and Stoops, D.: A comparison of antimicrobial effectiveness of endosonic and hand root canal therapy. *Oral Surg.*, 54:238-241, 1982.
31. Martin, H.: Ultrasonic disinfection of the root canals. *Oral Surg.*, 42:92-99, 1976.
32. Martin, H., and Cunningham, W.: An evaluation of postoperative pain incidence following endosonic and conventional root canal therapy. *Oral Surg.*, 54:74-76, 1982.
33. Martin, H., and Cunningham, W.: The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surg.*, 53:611-613, 1982.
34. Cameron, J.A.: The use of ultrasound in the cleaning of root canals: a clinical report. *J. Endod.*, 8:472-474, 1982.
35. Stamos, D.E., Sadeghi, E.M., Haasch, G.C., and Gerstein, H.: Use of ultrasonics in single visit endodontic therapy. *J. Endod.*, 13:245-249, 1987.
36. Chenail, B.L., and Teplitsky, P.E.: Endosonics in curved root canals. *J. Endod.*, 11:369-374, 1985.
37. Baker, M.C., Ashrafi, S.H., Van Cura, J.E., and Remeikis, N.A.: SEM comparison of ultrasonic vs hand instrumentation of root canals (Abstract). *J. Endod.*, 3:138, 1985.
38. Garcia, V.M., Ashrafi, S.H., Zelikow, R., and Remeikis, N.A.: SEM study of ultrasonically energized files with and without flutes (Abstract). *J. Endod.*, 3:138, 1985.
39. Tronstad, L., Barnett, F., Schwartzben, L., and Frasca, P.: Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod. Dent. Traumatol.*, 4:69-76, 1985.
40. Wildey, W.L., and Senia, E.S.: A new root canal instrument and instrumentation technique: A preliminary report. *Oral Surg.*, 67:198-207, 1989.
41. Ehrich, A.D., Boyer, T.J., Hicks, M.L., and Pellew, G.B.: Effects of sonic instrumentation on the apical preparation of curved canals. *J. Endod.*, 5:200-203, 1989.
42. Yahya, A.S., and Eldeeb, M.E.: Effect of sonic versus ultrasonic instrumentation on canal preparation. *J. Endod.*, 6:235-239, 1989.
43. Walsh, C.L., Messer, H.H., and Eldeeb, M.E.: Effect of varying the ultrasonic power setting on canal preparation. *J. Endod.*, 6:273-278, 1990.
44. Pedicord, D.W., Eldeeb, M.E., and Messer, H.H.: Endosonic versus hand instrumentation time (Abstract). *J. Endod.*, 3:138, 1985.
45. Pedicord, D.W., Eldeeb, M.E., and Messer, H.H.: Hand versus ultrasonic instrumentation: its effect on canal shape and instrumentation time. *J. Endod.*, 12:375-381, 1980.
46. Loushine, R.J., Weller, N.W., and Hartwell, G.R.: Stereomicroscopic evaluation of canal shape following hand, sonic, ultrasonic instrumentation. *J. Endod.*, 9:417-421, 1989.
47. Walsh, C.L.: A comparison of hand and ultrasonic endodontic instrumentation. Master's Thesis, University of Minnesota,

- 1987.
48. 임성삼 : 수동, 음파 및 초음파기구를 이용한 근관 형성후의 근관 형태에 관한연구. 대한치과보존학회지. 14(1) : 189-196, 1989.
 49. Miserendino, L.J., Miserendino, C.A., Moser, J.B., and Heuer, M.A.: Cutting efficiency of endodontic instrument: Part 3. comparison of sonic and ultrasonic instrument system. *J. Endod.*, 1:24-30, 1988.
 50. McCann, J.T., Keller, D.L., and LaBounty, G.L.: Remaining dentin/cementum thickness after hand or ultrasonic instrumentation. *J. Endod.*, 3:109-113, 1990.
 51. Schneider, S.: A comparison of canal preparation in straight and curved root canals. *Oral Surg.*, 32:271-275, 1971.
 52. Schilder, H., and Yee, F.S.: Canal debridement and disinfection. In: Cohen, S., and Burns, R.C.: *Pathways of pulp*, 3rd ed., ST. Louis, C.V. Mosby Co., 175, 1984.
 53. Hega, C.S.: Microscopic measurement of root canal preparation following instrumentation. *J. Br. Endod. Soc.*, 2:41-46, 1968.
 54. Ahmad, M., Pittford, T.R., and Crum, L.A.: Ultrasonid debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J. Endod.*, 13:490-499, 1987.
 55. Ahmad, M., Pittford, T.R., and Crum, L.A.: Ultrasonic debridement of root canals: an insight in to the mechanisms involved. *J. Endod.*, 13:93-100, 1987.
 56. Walmsley, A.D.: Ultrasound and root canal treatment; the need for scientific evaluation. *Int'l. Endod. J.*, 20:105-111, 1987.
 57. Stamos, D.G., Haasch, G.C., Chenail, B., and Gerstein, H.: Endosonics; Clinical impressions. *J. Endod.*, 11:181-187, 1985.
 58. Bower, R.C.: Furcation morphology relative to periodontal therapy. *J. Peridontol.*, 50: 366-374, 1979.
 59. Lim, S.S., and Stock, C.J.R.: The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the step-back technique. *Int'l. Endod. J.*, 20:33-39, 1987.
 60. Kielt, L.W., and Montgomery, S.: The effect of endosonic instrumentation in simulated curved root canals. *J. Endod.*, 13:215-219, 1987.
 61. Walsh, C., Eldeeb, M.E., and Messer, H.H.: Effect of varying ultrasonic power on instrumentation time and prepared canal space. *J. Endod.*, 13:133-139, 1987.
 62. Goodman, A., Reader, A., Beak, M., Melfi, R., and Meyer, W.: An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus ultrasonic technique in human mandibular molars. *J. Endod.*, 11:249-256, 1985.
 63. Martin, H., and Cunningham, W.T.: Endosonic endodontics: the ultrasonic synergistic system. *Int'l. Dent. J.*, 34:198-203, 1984.
 64. Martin, H., and Cunningham, W.T.: Endodontics; the ultrasonic synergistic system of endodontics. *Endod. & Dent. Traumatology*. 1:201-206, 1985.
 65. Henmi, I., and Hirao, O.: Application of ultrasonic device for a root canal treatment - An advice in order to enlarge and prepare efficiently and safety. *Quintessence International*. 4:115-126, 1985.
 66. Reynolds, M.R., Madison, S., Walton, R.E., KEll, K.V., and Rittman, B.R.J.: An in vitro histological comparison of step-back, sonic and ultrasonic instrumentation techniques in small, curved root canals. *J. Endod.*, 13:307-314, 1987.
 67. 노병덕, 이승중, 박동수, 이정석 : 초음파 근관치료기기의 절삭 및 근관 형성능력에 관한 실험적연구. 대한치과보존학회지, 13(1) : 91-101, 1988.

– ABSTRACT –

A STUDY OF ROOT CANAL SHAPE FOLLOWING CANAL
PREPARATION OF VARIOUS CANAL ENLARGING INSTRUMENTS

Hyo Kie Min, D.D.S., M.D.S. Ho Young Choi, D.D.S., Ph.D
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University

The purpose of this study was to evaluate the resulting root canal angulation and shape change after using various enlarging instruments.

The mesial canals (120) of extracted human mandibular 1st and 2nd molars were randomly divided into 6 groups; Control, K-type file, Heliapical file, Canal Master file, sonic and ultrasonic instrumentation group.

Vertical angulation of each canal was determined by a straight line through the long axis of canal and another straight line through the apical foramen to intersect at the point where the canal began to leave the long axis of the tooth. By recording and comparing the measured angles of the each set of pre-and postinstrumentation. Then, the roots were sectioned horizontally in the apical, middle, coronal thirds and the canal shapes examined, as was the mesiodistal canal diameter as it relates to the external root surface.

The results were as follows:

1. Instrumentation using K-type file group resulted in the highest mean change in angulation (9.900°) ($P < 0.005$), while Sonic Air MM 3000 group resulted in the least degree of straightening canals (8.250°) ($P < 0.005$).
2. Canal Master file group resulted in the best canal shape at the three levels ($P < 0.005$).
3. Measured minimal mesial root width produced Heliapical file group at the apical 1/3 level, Sonic Air MM 3000 group at the middle 1/3 level, Heliapical file group at the coronal 1/3 level ($P < 0.005$).
4. Measured minimal distal root width produced Sonic Air MM 3000 group at the apical 1/3 level ($P < 0.05$), Heliapical file group at the middle 1/3 level ($P < 0.005$), Canal Master file group at the coronal 1/3 level ($P < 0.005$).
5. Heliapical file group produced more increased canal diameter than any other groups ($P < 0.005$).