

만곡근관의 확대시 기구에 따른 형태변화에 관한 연구

이석종 · 신영근 · 황호길

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

TRANSPORTATION OF CURVED CANAL AFTER CANAL ENLARGEMENT ACCORDING TO FILING INSTRUMENTS

Seok-Jong Lee, D.D.S., Young-Guen Shin, D.D.S., M.S.D., Ho-Keel Hwang, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the amount of transportation of original canal, zip formation, permanent deformation and fracture of instruments after canal enlargement.

In this study, the 60 resin blocks that have curved canals were randomly divided into 3 experimental groups with 20 teeth each according to instrument types and filing methods for canal enlargement. The curved canals of each experimental groups were enlarged to No. 40 ISO size with the K-flexo stainless steel file(Group 1), Engine-driven Ni-Ti Profile new series(Group 2) and Engine-driven Ni-Ti Quantec 2000 series(Group 3) according to the manufacturer's recommendation.

Pre- and postoperative X-rays were taken at same position and the films were scanned and the canal images were traced to determine the canal curvature according to the method of Schneider.

The amount of reduction in canal curvature were calculated between pre- and postoperative X-rays. In addition to zip formation, permanent deformation and fracture of instruments were examined after canal enlargement.

The results were as follows :

1. All experimental groups showed some loss of canal curvature after instrumentation. There was a significant change in curvature between before and after instrumentation in each group($p < 0.001$).
2. Engine-driven Ni-Ti instrumentations resulted in an average loss of curvature of 2.36 degrees for Profile new series, 3.43 degrees for Quantec series, and hand instrumentation showed an average loss of curvature of 6.48 degrees for K-flexo file. There was a statistical significant difference between hand instrumentation and engine-driven Ni-Ti instrumentations($p < 0.05$) But there was no statistical difference between Profile new series and Quantec series.
3. There were many apical zip formations in group 1(Hand instrumentation). But there were no apical zip formations in group 2,3(Engine-driven Ni-Ti instrumentation)
4. The instrument deformation occurred 9 cases in group 1(K-flexo file), 2 cases in group 2(Profile new series) and 3 cases in group 3(Quantec) after instrumentation. And the instrument fracture occurred 1 case in each group.

The results showed that the engine-driven Ni-Ti instruments, if we use carefully according to manufacturer's recommendations, can be use effectively for instrumenting the curved root canals in case of the MAF was over size 40.

I. 서 론

근관의 cleaning과 shaping은 근관치료의 성공에 있어서 가장 기본적인 작업으로서 근관치료에서 Cleaning은 근관계의 모든 내용물 제거하는 것이고 shaping은 근관충전재가 완전하게 근관계를 채울 수 있도록 근관의 형태를 만들어 주는 것에 목적을 두고 있다²²⁾. 대부분의 근관충진시 문제점은 부적절한 근관의 cleaning과 shaping에서 기인한 것이며 따라서 이들은 3차원적인 근관충전과 밀접한 관련성을 가지고 있다⁴⁴⁾.

Kasahara 등³⁰⁾은 치아의 투명표본 중 60%에서 기계적으로 cleaning이 불가능한 부근관을 발견하였으며 45%에서 근단공의 위치가 치근단과는 떨어져서 나타났다고 보고하였다. 뿐만 아니라 Vertucci 등⁴⁹⁾은 인간의 발거된 영구치를 탈회시켜 투명표본을 만든 다음 근관계에 색소를 침투시켜 근관계의 형태 및 해부학적인 복잡성을 보고한 바 있다. 이 외에도 임상에서 근관치료시 isthmus, c-shaped canal, ribbon-shaped canal, hook-shaped canal 등의 해부학적 형태이상은 정상형태 보다 훨씬 많은 빈도를 보여 정상과 비정상의 개념이 뒤바뀌고 있는 실정이다⁴⁴⁾.

이러한 근관계의 해부학적 복잡성 때문에 특히 좁고 심하게 만곡된 근관의 경우에 현재 사용되고 있는 스테인레스강으로 제작된 근관확대 기구나 형성방법으로는 ledge, zipping, 치근천공, 기구과절 등²⁴⁾의 문제점이 흔히 발생되며 이러한 문제의 방지 및 해결을 위해 많은 임상가들이 보다 나은 기구개발 등을 위해 많은 연구를 하고 있다.

최근 금속합금의 과학적이고 기술적인 진보는 스테인레스강 근관치료용 기구의 유연성 및 강도를 향상시킨 새로운 세대의 니켈-티타늄 기구의 개발을 가져와 근관치료시 정확성과 정밀성의 유지는 물론 근관치료의 속도와 효과를 향상시키는 가능성을 제공하였다^{34, 43)}. 기존의 스테인레스강 파일이 25번 이상의 크기에서 유연성이 작아 만곡된 근관의

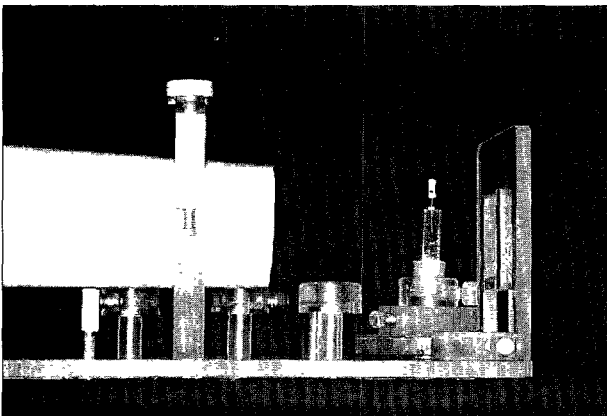


Fig. 1 The device for taking a standard radiograph at same position

원래 형태를 변형시키는 반면 최근에 소개되는 니켈-티타늄 파일은 유연성이 커서 심하게 만곡된 근관의 근단공까지 따라 들어갈 수 있을 뿐만 아니라 치근단 전이, ledge, 치근천공 등의 위험성이 적다고 많은 제조회사나 연구자들이 주장하고 있다⁵⁰⁾.

또한 수작업에 의존하기보다는 손쉽고 신속한 근관치료를 위해 64:1의 감속용 기어를 이용한 핸드피스 장착형인 NSK, ATHENA 등과 NT(Acepto Inc., U.S.A.), Quantec E(Tycom Co. U.S.A.), TC Motor 3,000(Maillefer Co., Swiss) 등의 전기엔진에 사용가능한 회전식의 니켈-티타늄의 파일도 개발되어 Profile new series(Maillefer Co., Swiss)⁴⁶⁾, Quantec series(Tycom Co., U.S.A.), Light-Speed(LightSpeed Inc. U.S.A.) 등 많은 종류의 파일들이 시판되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 일정한 만곡 근관형태를 가진 레진블록에 기존의 수작업에 의한 스테인레스강의 파일과 최근 개발되어 시판 중인 엔진 구동형 니켈-티타늄 파일을 이용하여 일정한 크기로 근관을 형성한 다음 근관확대 전후 근관의 만곡도 변화 및 치근단 변형, 기구의 영구변형, 기구과절의 빈도를 비교 평가하여 임상치료에 도움이 되는 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서는 만곡근관형태를 가진 총 60개의 레진모형(Richard W. Pecina & Associates Inc.-001)을 실험대상으로 이용하였다. 근관확대 전후 동일한 위치 및 동일한 조건의 방사선 사진 채득을 위해 원주각이 표기된 표준방사선 촬영장치(Fig. 1)를 고안하였으며 동일한 필름의 현상을 위해 구내필름용 자동현상기(Durr Dental Co. Germany)를 이용하였다. 실험용 파일로는 수동형 스테인레스강 K-flexo 파일(Maillefer Co., Swiss)과 엔진구동형 니켈-티타늄 Profile new series(Maillefer Co., Swiss)와 LX형 Quantec series(Tycom Co. U.S.A.)를 사용하였으며 전기엔진으로는 회전속도 조절이 가능한 NT engine(Aseptico Inc., U.S.A.)과 contra-angle을 이용하였다. 근관확대후 방사선 사진의 채득을 위해 조영제가 포함되어

Table 1. Group classification according to instruments and filing methods

Group	No. of Sample	Instrument	Filing Method
1	20	K-flexo file	Step-back(#40)
2	20	Profile new series	Crown-down
3	20	Quantec series (LX type)	Flaring technique

있는 Vitapex(Neodontal Chemical Co., Japan)를 임시 근관충전재로 사용하였다.

2. 실험방법

만곡근관 형태를 가진 총 60개의 레진모형을 무작위로 20개씩 선택한 다음 근관확대 기구 및 방법에 따라 3군으로 분류하였다(Table 1).

근관확대 전과 후의 변화된 근관형태를 평가하기 위하여 근관확대 전후 동일한 위치에서 방사선 채득이 가능하도록 원주각이 표기된 방사선 표준촬영장치에 레진모형을 고정하여 가장 만곡도가 심한 근관확대 전의 방사선 사진을 채득을 위해 레진모형 내에 15번 K 파일을 이용하여 초기 근관장을 근단공보다 0.5mm 짧게 설정하여 삽입하고 방사선 조사각을 변화시키면서 만곡근관내의 파일이 직선으로 나타나는 위치를 기록한 다음 레진모형의 위치를 90도 회전시켜 다시 방사선 사진을 동일한 조건에서 촬영하였다. 실험 1군은 K-flexo 파일을 이용하여 수작업으로 근관을 확대한 군으로 근관내에 기구를 삽입 전에 근관의 만곡도에 알맞게 pre-curved 된 파일을 이용하여⁵²⁾ 만곡의 외측으로 힘을 가하는 anticurvature법⁵⁾을 적용하였다. 작업장까지 순차적으로 확대하여 40번 파일을 MAF로 설정한 다음 작업장을 1mm씩 줄여가며 60번까지 Step-back법으로 근관확대를 완성하였다. 실험 2군은 엔진 구동형 니켈-티타늄 Profile new series를 사용한 군으로 crown-down Pressureless법³⁵⁾을 이용하여 먼저 Orifice Shaper로 근관의 입구를 개방한 다음 .06 taper의 파일로 근관의 중간부위까지 진행하고 다음으로 .04 taper의 파일로 근단부 작업장까지 도달하였다. 동일한 조건을 위해 MAF는 ISO 40번 크기로 설정하고 .04 taper를 가진 파일로 다시 40번까지 근관확대를 완성하였다. 실험 3군은 엔진구동형 니켈-티타늄 Quantec series를 사용한 군으로 1번 파일(25mm tip, .06 taper, 17mm)로 근관의 입구를 개방한 다음 2번부터 4번(.02 taper, 25mm)까지 파일의 tip 크기를 증가시켜 25mm tip 크기까지 진행하고(근단부 형성) 다시 동일한 tip 크기를 가진 5번부터 8번까지 flare를 증가시켜 .06 taper까지 진행한 다음 동일한 조건의 부여를 위해 MAF는 9번(40mm tip, .02 taper, 25mm)으로 근관확대를 완성하였다. 근관확대 중 근관세척제로는 5% 차아염소산 나트륨

용액을 사용하였으며 매 단계마다 recapitulation을 시행하였다. 근관확대 완성 후 방사선 사진의 채득을 위해 근관내에 Vitapex를 주입한 후 근관확대 전과 동일한 위치에 레진모형을 고정한 다음 동일한 조건하에서 방사선 사진을 채득하고 방사선 자동현상기를 이용하여 동일한 조건으로 현상하였다. 현상된 방사선 사진을 필름 스캐너로 인식한 다음 NIH 프로그램을 이용하여 근관의 만곡도 및 각 부위에서 변위량을 판독하였다. 이때 근관의 만곡도 측정은 Schneider법⁴¹⁾을 사용하였으며 근관확대 전 만곡정도를 초기 만곡도, 근관확대 후 만곡정도를 최종 만곡도로 정하고 최종 만곡도에서 초기 만곡도를 뺀 값을 만곡도 변화량으로 설정하였다. 판독은 선입견을 배제하기 위해 본 실험과 무관한 방사선과에 의뢰하였고 근단부 변형, 기구의 영구변형, 기구파절 등도 함께 평가하였다. 각 군의 근관확대 전후 근관의 만곡도 변화에 관한 비교로는 paired T-test를 이용하였고, 각 군간의 비교시 통계처리는 one-way ANOVA test를 사용하였으며 Tukey test를 이용하여 사후검정하였다

Ⅲ. 실험성적

근관형성 후 각 실험 군에서 정도의 차이는 있었으나 모두 만곡도의 소실을 나타냈다. 수작업에 의한 K-flexo 파일을 이용한 실험 1군의 경우 초기 근관만곡도가 29.04±2.16에서 최종만곡도가 22.56±3.22로 변해 평균 6.48±3.79의 변화량을 보였으며 엔진구동형 니켈-티타늄 Profile new series를 이용한 실험 2군의 경우 초기 근관만곡도가 28.70±2.35에서 최종만곡도가 26.34±2.59로 변해 평균 2.36±1.20의 변화량을 보였고, 엔진구동형 니켈-티타늄 Quantec series를 이용한 실험 3군의 경우 초기 근관만곡도가 29.73±1.74에서 최종만곡도가 26.31±2.09로 변해 평균 3.43±1.58의 변화량을 보였다. 근관확대 후 초기 만곡도의 변화량은 수작업에 의한 K-flexo 파일을 이용한 실험 1군에서 가장 큰 변화량을 나타냈으며 엔진구동형 니켈-티타늄 파일인 Profile new series를 사용한 실험 2군에서 가장 적은 변화량을 나타냈다. 각 군의 초기만곡도와 최종만곡도의 비교시 모든 군에서 근관확대 전후 매우 유의한 차이를 나타냈으며(p<0.001), 각 군간의 변화량에 대한 비교시 수작업에 의해 K-flexo 파일을 사용한 실험 1군과 엔

Table 2. Average loss of Curvature in each group(Mean±S.D.)

Group	No. of Sample	Initial Curvature	Final Curvature	Loss of Curvature
1	20	29.04±2.16	22.56±3.22	6.48±3.79*
2	20	28.70±2.35	26.34±2.59	2.36±1.20*
3	20	29.73±1.74	26.31±2.09	3.43±1.58*

@ one-way ANOVA test (p<0.05) * paired T-test (p<0.001)

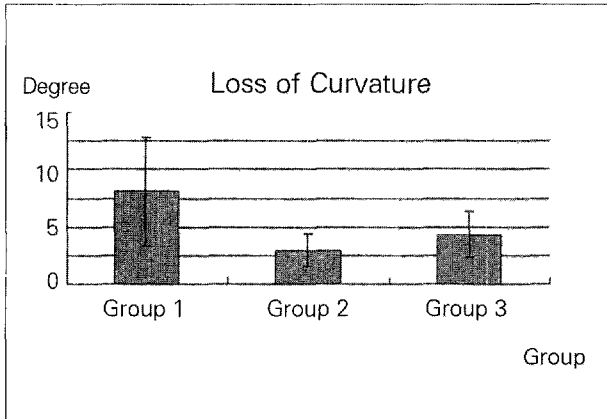


Fig. 2. Average loss of Curvature in each group(Mean± S D)

진구동형 니켈-티타늄 파일을 사용한 실험 2, 3군 간에는 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$)(Table 2).

실험중 각 기구의 영구변형과 파절빈도 및 근관형태의 변화양상을 평가시 수작업에 의한 스테인레스 강 K-flexo 파일을 20개의 레진모형에서 사용한 경우 근단부 형태변형인 zipping이 7개, blade의 영구변형이 9개, 기구파절이 1개로 모든 군에서 가장 높게 나타났으며 엔진구동형 니켈-티타늄 파일인 Profile new series를 사용한 경우 근단부 zipping이 없이 나타났고, blade의 영구변형이 2개 기구파절이 근단부에서 1개로 나타나 모든 군에서 가장 양호한 결과를 보였다.

반면, 엔진구동형 니켈-티타늄 파일인 Quantec series를 사용한 경우 근단부의 zipping은 보이지 않았으며 특히하게 파일의 head와 shaft의 연결부가 3개 분리되었고 이러한 양상은 주로 .06 taper를 가진 1번과 8번 파일에서 주로 나타났으며 기구파절이 1개로 Profile new series와 동일한 결과를 나타냈다(Table 3).

Table 3. The number of permanent deformation, Fracture and zipping

Group	No. of Sample	Zipping	Deformation	Fracture
1	20	7	9	1
2	20	0	2	1
3	20	0	3	1

IV. 총괄 및 고안

최근 새로운 개념의 cleaning이란 근관의 shaping을 통해 근관계 내의 모든 내용물을 완전하게 제거하는 작업을 말하는 것으로 기계적인 제거와 화학적인 제거를 모두 포함한다²⁷⁾.

발전된 shaping의 개념은 근관계 내에 plugger, spreader 또는 충전시 각종 기구의 접근이 가능하고 충전압에 견딜 수 있도록 근관의 형태를 만들어 주는 것으로 적절한 근관계의 shaping은 각종 파일, 리머, 회전식 삭제기구 그리고 세척용액이 근단부에 직접 도달될 수 있는 3차원적인 cleaning을 손쉽게 할 수 있도록 형성되어야 한다¹⁴⁾. 결국 부적절한 근관계의 shaping은 부적절한 근관계의 폐쇄를 가져와 생물학적으로 부정확한 근단부 폐쇄로 인해 근관치료의 주된 실패원인이 된다²²⁾. 즉 근관계의 shaping은 파일, 리머, Gate-Glidden drill, 저속의 bur, 고속의 다이아몬드 tip을 가진 drill, sonic, ultrasonic 그리고 각종 taper와 디자인을 가진 니켈-티타늄 기구 작업을 동반한 기계적인 과정이라 할 수 있다¹⁴⁾. Cleaning과 shaping은 근관치료의 성공에 있어서 가장 기본적인 작업이며 대부분의 근관충전시 문제점은 부적절한 근관의 cleaning과 shaping에 기인한 것이다²⁴⁾. 따라서 본 연구에서는 일정한 만곡근관의 형태를 가진 레진모형에서 각종 근관확대 기구 및 방법을 사용하여 근관확대를 완성하고 서로의 비교를 통해 만곡근관에서도 근관의 형태변형이 가장 적으며 기구조작 중 우

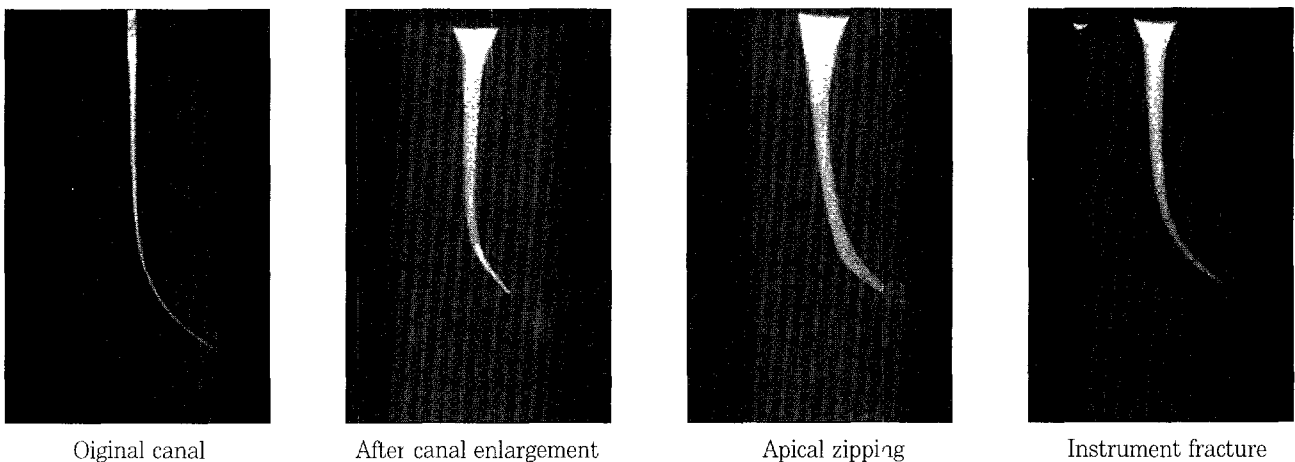


Fig. 3 Evaluation of post-operative X-rays

발적인 사고를 줄일 수 있는 근관확대 기구 및 방법을 알아 보고자 본 실험을 계획하였다.

근관계의 해부학적 복잡성, 특히 좁고 심하게 만곡된 근관의 경우에 현재 사용되고 있는 스테인레스 강으로 제작된 근관확대 기구나 형성방법 등에 의해서는 ledge, zip, 치근천공, 기구과절 등의 문제점이 흔히 발생되며 이러한 문제의 방지 및 해결을 위해 많은 임상가들이 보다 나은 근관확대 방법 및 기구개발 등을 위해 많은 연구를 하고 있다²⁴⁾.

1988년 Walia 등⁵⁰⁾이 니켈-티타늄으로 제작된 근관내 파일을 처음으로 사용하여 여러 가지 물리적인 장점을 보고한 이래 최근 금속합금의 과학적이고 기술적인 진보는 스테인레스 강 근관치료용 기구 보다 유연성 및 원래형태로 복원되려는 성질이 강한 고탄력성 형상기억합금인 새로운 세대의 니켈-티타늄 기구의 개발을 가져와 근관치료시 정확성과 정밀성의 유지는 물론 근관치료의 속도와 효과를 향상시키는 가능성을 제공하였다^{9,11,12,43)}. 기존의 스테인레스 강 파일이 25번 이상의 크기에서 유연성이 작아 만곡된 근관의 원래 형태를 변형시키는 반면 최근에 소개되는 니켈-티타늄 파일은 유연성이 커서 심하게 만곡된 근관의 근단공까지 따라 들어갈 수 있을 뿐만 아니라 치근단 변형, ledge, 치근천공 등의 위험성이 적고 초기 만곡도를 잘 유지한다고 많은 제조회사나 연구자들이 주장하고 있다^{1,5,7,9,10,13,16)}.

Dummer 등¹⁵⁾, Roane 등³⁶⁾, Sabala 등³⁸⁾, Sepic 등⁴²⁾은 날카로운 근관확대용 기구의 끝을 날이 없이 둥글게 다듬어 Balanced force법을 이용하여 만곡된 근관을 확대하므로써 치근단 변형과 zip 형성을 최소화 할 수 있고 원래의 근관형태를 유지할 수 있다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구에서도 근단부 형태변화를 줄이기 위해 현재 시판되어 가장 많이 사용되고 있는 non-cutting tip을 가진 엔진구동형 니켈-티타늄 파일인 Profile과 LX형 Quantec을 선택하여 사용하였다.

Haller 등²⁶⁾은 엔진구동형 니켈-티타늄 파일과 수작업용 니켈-티타늄 파일의 비교연구에서 엔진구동형 니켈-티타늄 파일이 수작업용 니켈-티타늄 파일보다 작업속도 및 근관의 만곡형태 유지에 있어 우수했다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구에서도 non cutting tip을 가진 엔진구동형 니켈-티타늄 파일을 사용하였으며 엔진구동형 니켈-티타늄 파일을 사용한 실험 2, 3군에 비해 수작업에 의한 실험 1군에서 근관확대시 가장 큰 근관만곡도의 변화를 나타냈는데 이러한 결과는 실험 1군에서 파일은 cutting tip을 가진 K-flexo 파일을, 근관확대 방법으로는 step-back법을 이용하였기 때문이 아닌가 생각되며, 향후 연구 시에 non cutting tip을 가진 Flex-R 파일과 Balanced force법을 사용하면 이러한 오차를 많이 줄일 수 있을 것으로 사료된다

Lim 등³¹⁾, Weine 등^{51,52)}이 레진모형을 사용하여 만곡근관의 형태변화에 관해 연구한 바, 인간의 발거한 치아를 시

편으로 이용할 경우 개개의 치아마다 근관계의 해부학적 형태 및 만곡의 정도가 다르며 인종, 성별, 나이 등에 따른 치아조직의 생화학적 구성은 배제할 수 없는 변수로 작용한다. 반면, 레진모형을 실험에서 이용하는 경우 일정한 크기, 모양, 근관의 만곡도를 표준화시킬 수 있고 동일한 조건에서 서로 다른 기구의 근관확대 전후의 비교평가가 용이하다는 장점이 있어 본 실험에서는 일정한 형태의 만곡형 근관을 가진 레진모형을 실험대상으로 이용하였다. 본 실험에 사용된 레진모형은 30도 정도의 만곡도를 가진 표준화 된 모형으로 2차원적인 근원심 방향의 만곡도 만을 재현한 것으로서 3차원적인 만곡도를 고려할 때 바라보는 관점에 따라 만곡도가 변화될 수 있으므로 본 실험에서는 원주각이 표시된 표준방사선 촬영기를 고안하여 먼저 레진모형의 근원심 방향에서 방사선 사진을 촬영하여 일직선으로 나타나는 원주각을 찾은 다음 이 각에서 90도를 더한 원주각에 일치되도록 레진모형을 회전시켜 또 다른 방사선 사진 즉 가장 만곡도가 정확히 재현된 방사선 사진을 채득하였다.

근관의 만곡도를 측정하는 방법으로는 그동안 Schneider 법⁴¹⁾, Weine 법⁵¹⁾ 및 long axis 법²⁵⁾ 등이 있으나 Weine이 주장한 방법⁵¹⁾은 근관의 치관부 2/3의 장축으로 일차적인 선을 긋고 치근단과 근단부 1/3을 통해 이차적인 선을 그은 다음 두 선이 만나는 각을 근관의 만곡도로 설정한 바 근단공의 변위 발생 시에도 치근단은 일정하여 근단부 변위를 재현하기가 곤란한 바, 본 실험에서는 근관의 만곡도를 측정하는 방법으로 근관의 장축에 평행하게 일차적인 선을 그은 다음 이 선이 치아장축을 벗어나며 근관벽과 만나는 점에서 근단공의 중심에 선을 그어 이루어지는 각을 만곡도로 설정한 Schneider 법을 이용하였다. Schafer 등⁴⁰⁾은 만곡근관의 기구조작 후 근관의 변형을 조사한 결과 만곡근관의 외측면의 대부분이 기구에 의해 삭제되었다고 보고한 바, 본 실험에서 근관확대 후 만곡도의 변화량을 위한 계측은 확대된 근관의 외측만곡선 상에서 Schneider 법을 적용하여 만곡도를 측정하였다.

Svec 등⁴⁴⁾, Weine 등⁵²⁾은 만곡근관의 형태를 가진 레진 모형에서 기구를 precurve시켰을 때 근관의 형태변형에 미치는 효과에 관한 연구에서 파일을 미리 근관의 만곡도에 일맞게 구부린 다음 근관내에 삽입하고 근관을 확대하는 것이 근관의 형태변형을 최소화시킬 수 있다고 주장하였다. 본 실험에서도 스테인레스 강의 K-flexo 파일을 사용한 실험 1군의 경우 근관의 형태변형을 최소화시키기 위해 미리 근관의 만곡도에 맞게 파일을 구부린 다음 근관내에 삽입하고 Abou-Rass 등⁸⁾이 주장한 anticurvature 법으로 근관을 확대하였다.

또한 Svec 등⁴⁰⁾은 레진모형 내의 만곡근관을 니켈-티타늄 파일로 확대한 후 근관의 형태변화에 관한 연구에서 스테인레스 강의 K-파일과 니켈-티타늄 파일을 30번 크기 이하로

한정한다면 근단공의 변형이나 만곡도의 변화에는 별 차이가 없다고 보고한 바 있다. 그러나 Weine 등⁵³⁾은 근관내 기구조작시 발생하는 근관형태와 근단공 형태의 변형에 관한 연구에서 만곡된 근관을 기구조작시 기구의 직선화 경향으로 인해 만곡근관 내에서 스테인레스 강 파일을 25번 이상으로 사용하는 경우 기구의 선택적인 삭제로 인해 근관의 zipping이나 ledge 형성 등의 문제점이 발생한다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 수작업에 의한 K-flexo 파일을 사용한 경우 만곡도에 있어서도 변화량이 크게 나타났고 근단부 zipping의 빈도가 높게 나타난 바 이러한 이유는 본 실험에서 MAF 크기를 40번으로 설정한 결과에 기인한 것으로 사료된다. 엔진구동형 니켈-티타늄 파일인 Profile new series를 사용한 경우에는 Morgan 등³⁵⁾이 만곡근관의 이상적인 형성법이라고 주장하는 crown-down pressureless 법을 적용하였다. 또한 Swindle 등⁴⁷⁾이 만곡된 근관에서 미리 근관부를 flaring시키는 경우가 나머지 근관의 기구조작을 훨씬 쉽게 만들어 준다고 주장한 대로 다른 엔진구동형 니켈-티타늄 파일인 Quantec series는 flaring법을 이용하였다. 최근 Glosson 등²³⁾은 Light-Speed의 경우 45번 이상의 크기까지 안전하게 사용할 수 있다고 하였으며 최근 여러 연구에서 니켈-티타늄 파일은 유연성이 뛰어나 만곡된 근관을 최소한 40번 크기까지 확대할 수 있다고 주장하고 있다. 따라서 본 연구에서는 3가지 서로 다른 기구를 사용하여 근관을 확대한 바 MAF를 일정하게 하여 근단부 변형을 동일한 조건에서 평가하고자 스테인레스 강 40번 K-flexo 파일, 40번 tip 크기의 .04 taper Profile 그리고 40번 tip 크기를 가진 Quantec 9번 파일을 사용하였다.

임 등⁵⁾은 니켈-티타늄 파일이 근관만곡도 변화에 미치는 영향에 관한 최근 연구에서 수작업에 의해 K-flexo 파일을 사용한 경우가 가장 큰 만곡도의 소실을 나타냈고 다음으로 Quantec series 파일이었으며 가장 적은 만곡도의 소실을 보인 기구는 Profile 29 series 파일이었다고 보고한 바 있다. 본 연구와 비교시 전반적인 만곡도 소실량은 임 등의 연구에서보다는 다소 적게 나타났으나 전반적으로 비슷한 결과를 보였으며 만곡도 소실량에 있어 다소간의 차이는 본 실험에서 사용된 레진모형 상의 초기만곡도가 더 작았고 또한 치질과 레진 간의 경도차이에 의한 것으로 사료된다.

니켈-티타늄 파일과 기존의 스테인레스 강 파일의 비교에 관해 국내에서는 엔진구동형 니켈-티타늄 파일이 수작업에 의한 스테인레스 강 파일보다 초기만곡을 더 잘 유지했다고 보고하고 있으며¹⁷⁾, 이러한 보고는 본 연구의 결과와 일치하였고 특히 허 등⁷⁾은 근관형성 기구 및 방법에 따른 근관형태의 변화에 관한 연구에서 crown-down pressureless 법을 이용한 군에서 기존의 step-back법을 이용한 군보다 근관만곡도의 변화량, zip, 치근단공 전이 등이 적게 나타났다고 보고한 바 본 연구에서도 crown-down pressureless

법을 이용한 Profile 군에서 가장 적게 나타나 이 전의 연구 결과와 일치하였다.

국외의 연구에서도 Esposito 등¹⁹⁾은 니켈-티타늄 파일과 스테인레스 강 파일의 근관확대시 비교에서 엔진구동형 니켈-티타늄 파일은 모든 시편에서 원래 근관의 만곡도를 잘 유지했고 스테인레스 강 파일의 경우 파일 크기가 증가할수록 특히 30번 이상에서는 근관의 만곡이 크게 변형되는 결과를 보였으며 니켈-티타늄 파일은 30번 이상으로 근관이 확대될 때 원래의 근관의 만곡을 유지하는데 더욱 효과적이라고 보고하였다. 본 실험에서도 MAF를 40번으로 설정한 바 엔진구동형 니켈-티타늄 파일의 경우 근관의 만곡도의 변화량이 스테인레스 강 파일 보다 훨씬 적게 나타나 이 결과와 유사하였으며 근단부의 형태변화에 있어서도 모든 시편에서 원래의 근관형태를 유지한 반면, 스테인레스 강 파일을 사용한 경우 7개의 zipping 현상을 보여 훨씬 근단부 형태변형이 크게 나타나 이들의 연구결과와 일치하였다. 뿐만 아니라 Coleman 등¹⁵⁾, Gambill 등²¹⁾도 수작업에 의한 니켈-티타늄 파일과 스테인레스 강 파일을 이용하여 근관확대 후 컴퓨터 프로그램으로 근관의 만곡도에 있어 변화량을 측정할 결과 니켈-티타늄 파일을 사용한 경우 K-flexo 파일보다 근관의 형태에 있어 변형, 근관내의 상아질 삭제량 및 소모시간이 적었고 보다 원래 근관의 위치에서 균일하게 확대된 상을 보였다고 보고한 바, 본 연구와 비교시 일치되는 결과를 나타내었으며 Glosson 등²³⁾은 엔진구동형 니켈-티타늄 파일과 수작업에 의한 K-flex 파일에 의한 근관확대 후 근관의 형태변화를 비교한 결과 엔진구동형 니켈-티타늄 파일이 수작업에 의한 K-flex 파일 보다 소모시간, 근관형태의 변화량 및 근관내 상아질 삭제량에 있어 적게 나타나 우수한 결과를 보였으며 이는 본 실험결과와 매우 유사하게 나타나 근관확대시 엔진구동형 니켈-티타늄 파일의 사용하는 것이 근관치료의 소요시간을 줄이고 근관의 형태변화를 최소화시키며^{17, 28, 29, 32, 33, 37, 39, 44, 45, 55-57)} 적은 근관내 상아질 삭제로 근관확대의 완성이 가능⁶⁾하여 임상에서 여러 가지 장점을 가지고 사용이 가능하다고 생각된다.

한편, Filho 등²⁰⁾은 근관확대 전후에 세 가지 근관확대 기구를 현미경 하에서 평가하여 작은 tip의 크기를 가진 니켈-티타늄 파일을 사용할 경우 5번 사용 후 버릴 것을 추천한 바 본 실험에서도 레진모형 5개를 근관확대한 후 새로운 파일로 교체하여 사용하였고 각 실험 군에서 20개의 레진모형 확대시 총 4조의 파일을 사용한 바 파일의 영구변형이 K-flexo 파일을 사용한 실험 1군에서 9개, Profile new series를 사용한 실험 2군에서 2개, Quantec series를 사용한 실험 3군에서 3개로 나타났고 모든 실험 군에서 1개씩 기구과절이 나타났다. 이러한 결과는 각 레진모형 마다 새로운 기구를 적용하지 않고 5개의 레진모형에 동일한 기구를 5회 사용하므로써 일어난 결과로 사료되며 매 레진모형

에 새로운 기구를 적용한다면 훨씬 좋은 결과를 보일 것으로 생각된다. 특히 엔진구동형 니켈-티타늄 파일인 Quantec series를 사용한 경우 3개에서 파일에서 head와 shaft 연결부의 분리가 일어난 바 이러한 이유는 연결부위의 전기용접에 있어서의 문제점으로 생각되며 개선할 필요가 있다고 사료되는 바이다.

본 연구결과와 이상의 연구보고들을 종합해 볼 때, 엔진구동형 니켈-티타늄 파일을 만곡된 근관에서 사용하는 경우 수작업에 의한 스테인레스 강 파일보다 작업시간이 짧고 원래의 근관형태에 대한 변형이 적게 나타나 치료 중에 나타나는 ledge, zip, 근단부 변형 등의 우발적인 사고를 줄일 수 있어 임상에서 적용가치가 있다고 사료되며, 이러한 엔진구동형 니켈-티타늄 파일을 사용할 때에는 제조회사의 지시에 따라 정확한 방법을 숙지하고 주의깊게 탈치한 치아에서 많은 연습을 통해 사용해야 할 것으로 여기지며 때때로 수작업에 의한 기구조작이 불가피하므로 수작업에 의한 기구조작과 겸하여 사용한다면 임상에서 근관치료가 훨씬 손쉽고 간편해 지리라 생각된다.

V. 결 론

근관의 만곡도의 변화, 근단부 형태변형, 기구의 영구변형 및 파절빈도를 평가하기 위하여 수작업에 의한 K-flexo 파일, 엔진구동형 니켈-티타늄 파일인 Profile new series, Quantec series를 이용하여 만곡근관을 가진 총 60개의 레진모형을 확대한 후 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험 각 군에서 근관확대 전후 근관의 만곡도를 측정된 결과 모든 군에서 만곡도의 소실을 보였다($p < 0.001$).
2. 실험 각 군간에 만곡도 변화량의 비교시 수작업으로 K-flexo 파일을 사용한 실험 1군> 엔진구동형 니켈-티타늄 Quantec series에 의한 실험 3군> 엔진구동형 니켈-티타늄 Profile new series에 의한 실험 2군 순으로 나타나 Profile을 사용한 경우 가장 적은 만곡도의 변화량을 보였으며 수작업에 의한 실험 1군과 엔진구동형 니켈-티타늄 파일을 이용한 실험 2, 3군 간에 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$).
3. 근관확대 후 근단부 형태변화를 관찰한 결과 수작업에 의한 K-flexo 파일을 사용한 실험 1군에서 많은 zipping의 빈도를 보였으나 엔진구동형 니켈-티타늄 파일을 사용한 실험 2, 3군에서는 zipping을 보이지 않았다.
4. 근관확대 후 기구의 영구변형 및 파절빈도를 관찰한 결과 영구변형은 K-flexo파일을 사용한 실험 1군에서 9개, Profile new series를 사용한 실험 2군에서 2개, Quantec series를 사용한 실험 3군에서 3개씩 나타났고, 기구파절은 모든 군에서 1개씩 나타났다.

이상으로 만곡된 근관에서 40번 이상의 크기로 근관을 확대할 경우에는 수작업에 의한 스테인레스 강 파일 보다는 엔진구동형 니켈-티타늄 파일이 근관의 만곡도의 변형 및 근단부의 변형을 최소화 할 수 있어 임상에서 적용가치가 있다고 사료되는 바이다.

참 고 문 헌

- 1 박관수, 임성섭, 배광식, 윤수환 "만곡 근관 형성시 니켈-티타늄 파일의 만곡 유지 능력과 그에 대한 유한요소법적 분석" 대한치과보존학회지, 22 220-227, 1997
- 2 조나섭, 임미경, 이진일, 이용근, 이수준 "Nickel-Titanium file 과 Stainless steel file을 이용한 근관형성시 컴퓨터 단층촬영사상상의 근관형태 변화에 관한 연구", 대한치과보존학회지, 22 654-669, 1997
- 3 신주희, 권오영, 윤수환 "만곡근관에서 수종의 File을 이용한 근관형성시 만곡도 변화에 대한 비교 연구", 대한치과보존학회지, 22 388-395, 1997
- 4 오현정, 홍친의, 조용범 "NiTi Rotary Instruments에 의한 근관형성이 치근단부 근관형태에 미치는 영향", 대한치과보존학회지, 22 241-253, 1997
- 5 안형태, 홍친의, 조용범 "NiTi Rotary Instrumentation이 근관만곡도 변화에 미치는 영향" 대한치과보존학회지, 23 257-266, 1998
- 6 성인영, 윤태철, 이승중 "만곡근관에서 수동식 기구와 엔진 구동식 기구의 근관형성 효과에 대한 비교 연구", 대한치과보존학회지, 22 648-653, 1997
- 7 박관수, 김성교 "근관형성 기구 및 방법에 따른 근관 형태의 변화" 대한치과보존학회지, 22 291-304, 1997
- 8 Abou-Rass M, Frank, A and Ghick, Ds "The anticurvature filing method to prepare the curved root canal", A.D.A 101 792-794, 1980
- 9 Bentkover, S and Wenckus, C "Digital Comparison of Three Instrumentation Techniques in Curved Root Canals" Abstract #67, J.O.E., 20 205, 1994
- 10 Bou Dagher, F and Yared, G "Comparison of Three Files to Prepare Curved Root Canals", J.O.E., 21 264-265, 1995
- 11 Caicedo, R, Linares, L and Sanabria, M "Effect of Two Rotary Instruments on Distal Root Walls of Lower First Molars" Poster Clinic #6, J.O.E., 22 208, 1996
- 12 Camps, J and Pertot, W J "Torsional and Stiffness Properties of Canal Master U Stainless Steel and Nitinol Instruments" J.O.E., 20 395-401, 1994
- 13 Chan, A and Cheung, G "A Comparison of Stainless Steel and Nickel Titanium K-Files in Curved Root Canals" Abstract #18, J.O.E., 22 192, 1996
- 14 Cohen S and Burns, R.C "Pathway of the pulp" 7th ed., St. Louis, Mosby, Inc., 203-257, 1998
- 15 Coleman, C and Svec, T "Analysis of Ni-Ti versus Stainless Steel Instrumentation in Resin Simulated Canals" J.O.E., 23 232-235, 1997
- 16 Coleman, C, Svec, T, Reiger, M, Wang, M, Suchma, J and Ghickman, C "Stainless Steel vs Nickel-Titanium K-Files in Curved canals", Abstract #23, J.O.E., 21 221, 1995
- 17 DiAndrieth M, Ellis, R and Fagundes D "The Effectiveness of Hand and Rotary Files to Maintain Canal Curvature: A Comparison", Poster Clinic #22 J.O.E., 21 236, 1995
- 18 Dummer, P.M.H., Al-Omani, M.A.O and Bryant S "Comparison of the Performance of Four Files with

- Rounded Tips during Shaping of Simulated Root Canals", *J O E.*, 24:364-371, 1998.
- 19 Esposito, P.T. and Cunningham, C.J. : "A Comparison of Canal Preparation with Nickel-Titanium and Stainless Steel Instruments", *J.O.E.*, 21:173-176, 1995.
 - 20 Filho, I B., Esberard, R M., Leonardo, R.T. and Rio, C E : "Microscopic Evaluation of Three Endodontic Files Pre- and Postinstrumentation", *J O.E.*, 24:461-464, 1998.
 - 21 Gambill, J.M., Alder, M. and Rio, C.E. : "Comparison of Nickel-Titanium and Stainless Steel Hand-File Instrumentation Using Computed Tomography", *J.O.E.*, 22:369-375, 1996.
 - 22 Glossman, L.I., Oliet, S. and Rio, C.E. "Endodontic Practice", 11th ed., Lea & Febiger, 179-227, 1988.
 - 23 Glosson, C.R., Haller, R.H., Dove, S.B. and Rio, C.E. : "A Comparison of Root Canal Preparations Using Ni-Ti Hand, Ni-Ti Engine-Driven, and K-Flex Endodontic Instruments", *J.O.E.*, 21:146-151, 1995.
 - 24 Gutmann, J.L., Dumsha, T.C., Lovdahl, P.E. and Hovland, E.J. : "Problem Solving in Endodontics", 3rd ed., St. Louis, Mosby-Year Book, Inc., 91-121, 1997.
 - 25 Hankins, P.J. and ElDeeb, M.E. : "An Evaluation of the Canal Master, Balanced-Force, and Step-Back Techniques", *J.O.E.*, 22:123-130, 1996.
 - 26 Haller, R., Glosson, C., Dove, S. and Del Rio, C. : "Nickel-Titanium Hand and Engine-Driven Root Canal Preparations A Comparison Study", *Poster Clinic #12, J O.E.*, 20:209, 1994
 - 27 Heuer, M. : "The Biomechanics of Endodontic Therapy", *Dent. Clin. North A.m.*, 341-359, 1963
 - 28 Himel, V., Ahmed, K., Wood, D. and Alhadaing, H. : "An Evaluation of Nitinol and Stainless Steel Files Used by Dental Students During a Laboratory Efficiency Exam", *Oral Surg. Oral Med. oral Path.*, 79:232-237, 1995.
 - 29 Hornberger, B., Wang, M., Svec, T., Reiger, M., Ludington, J. and Pinero, G. "A Comparative Assessment of Four Root Canal Preparation Techniques", *Abstract #26, J.O.E.*, 22:194, 1996
 - 30 Kasahara, E., Yasuda, E., Yamamoto, A. and Anzai, M. : "Root Canal System of the Maxillary Central Incisor", *J.O.E.*, 16:158-161, 1990.
 - 31 Lim, K C. and Webber, J. : "The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape", *Intl Endo. J.*, 18:240-246, 1985.
 - 32 Luiten, D., Morgan, L., Baumgartner, C. and Marshall, J. : "A Comparison of Four Instrumentation Techniques on Apical Canal Transportation", *J O.E.*, 22:26-32, 1995.
 - 33 Lyng, H. "An Evaluation of New Dimensional File Designs on Canal Preparation", *Master's Thesis Minnesota University, MN.* June 1995.
 - 34 McSpadden, J.T. : "Advanced Geometries in Endodontic Micro Files: The Rationale-The Development of a "Super File" From Concept to Reality"
 - 35 Morgan, L F. and Montgomery, S. : "An Evaluation of the Crown-down Pressureless Technique", *J.O.E.*, 10:491-498, 1984.
 - 36 Roane, J.B., Sabala, C.L. and Duncanson, M.G. : "The "Balanced Force" Concept for Instrumentation of Curved Canals", *J O E.*, 11:203-211, 1985.
 - 37 Royal, J. and Donnelly, J. : "A Comparison of Maintenance of Canal Curvature Using Balanced Forces Instrumentation with Three Different File Types", *J.O.E.*, 21:300-304, 1995.
 - 38 Sabala, C.L., Roane, J.B. and Southard, L.Z. "Instrumentation of Curved Canals Using a Modified Tipped Instrument", *J O E.*, 14:59-64, 1988.
 - 39 Samyn, J., Nicholls, J. and Steiner, J. : "A Comparison of Stainless Steel and Nickel-Titanium Instruments in Molar Root Canal Preparations", *Abstract #2, J.O.E.*, 21: 215, 1995
 - 40 Schafer, E., Tepel, J. and Hoppe, W. "Properties of Endodontic Hand Instruments Used in Rotary Motion Part 2. Instrumentation of Curved Canals", *J O E.*, 21:493-497, 1995.
 - 41 Schneider, S.W. : "A comparison of canal preparations in straight and curved root canals", *Oral Surg.*, 32:271-275, 1971.
 - 42 Sepic, A.O., Pantera, E.A., Neaverth, E.J. and Anderson, R.W. "A Comparison of Flex-R Files and K-type Files for Enlargement of Severely Curved Molar Root Canals", *J.O.E.*, 15:240-245, 1989
 - 43 Serene, T.P., Adams, J.D. and Saxena, A. : "Nickel-Titanium Instruments: Applications in Endodontics", 1995.
 - 44 Short, J., Morgan, L. and Baumgartner, J. : "A Comparison of Four Instrumentation Techniques on Canal Transportation", *Abstract #23, J.O.E.*, 22:194, 1996.
 - 45 Stone, R., Zuolo, M. and Walton, R. : "Apical Transportation Steel vs. NiTi Hand vs. NiTi Rotary", *Abstract #6, J.O.E.*, 21:216, 1995.
 - 46 Svec, T.A. and Wang, M.M. : "Precurving of Nickel-Titanium Files Affects Transportation in Simulated Canals", *J O.E.*, 24:23-25, 1998
 - 47 Swindle, R.B., Neaverth, E.J., Pantera, E.A. and Ringle, R.D. : "Effect of Coronal-Radicular Flaring on Apical Transportation", *J.O.E.*, 17:147-149, 1991
 48. *The Manual of ProFile new series from Maillefer Co., Switzerland, 1998.*
 49. Vertucci, F.J. and Gainesville, F. : "Root canal anatomy of the human permanent teeth", *Oral Surg.*, 58:589-599, 1984.
 50. Walia, H., Brantley, W.A. and Gerstein, H. : "An Initial Investigation of the Bending and Torsional Properties of Nitinol Root Canal Files", *J O E.*, 14:346-351, 1988.
 51. Weine, F.S. : "Endodontic Therapy", 5th ed., St. Louis, Mosby, Inc., 330-331, 1996.
 52. Weine, F.S., Healey, H.J., Gerstein, H. and Evanson, L. : "Pre-curved files and incremental instrumentation for root canal enlargement", *J. Canad. Dent. Assn.*, 155-157, 1970.
 53. 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 O E.*, 1:255-262, 1975.
 54. Zakariasen, K., Buerschen, G. and Bistan, M. : "Comparing Canals Shaped by Hand, Sonic, and Radical Taper File Techniques", *Poster Clinic #4, J.O.E.*, 22:208, 1996.
 55. Zakariasen, K., Frick, K., Deguzman, J. and Austin, B. : "Comparison of Hand Filing with Two Engine Driven Techniques", *Poster Clinic #30, J.O.E.*, 22:214, 1996
 56. Zmener, O., and Balbachan, L. : "Effectiveness of Nickel Titanium files for Preparing Curved Root Canals", *Endod. Dent. Traumatol.*, 11:121-123, 1995.
 57. Zuolo, M. and Walton, R. : "Stainless Steel and Nickel-Titanium Files: Their Wear with Usage", *Abstract #5, J O E.*, 21:216, 1995.