[UCI]I804:24011-200000241920

2011년 8월
석사학위논문

단근 소구치의 근관계 형태에 따른 치근단부 확대기구의 크기

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 미 곤

2011년 8월 석사학위논문 단근 소구치의 근관계 형태에 따른 치근단부 확대기구의 크기 박 미 곤

단근 소구치의 근관계 형태에 따른 치근단부 확대기구의 크기

The Apical File Size according to the Root Canal System of Premolars with Single Root

2011년 8월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 미 곤

단근 소구치의 근관계 형태에 따른 치근단부 확대기구의 크기

지도교수 황 호 길

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2011년 4월

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 미 곤

박미곤의 석사학위논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 윤 정 훈 인

위 원 조선대학교 교수 황 호 길 인

위 원 조선대학교 교수 민 정 범 인

2011년 5월 31일

조선대학교 대학원

목 차

영문초록 ····· iv

Ⅰ. 서 론 ····· 1

Ⅱ. 실험재료 및 방법 ····· 3

Ⅲ. 실험성적 ····· 5

Ⅳ. 총괄 및 고안 ····· 8

Ⅴ. 결 론 ····· 12

참고 문헌 ····· 13

표 목 차

Table 1. The ratio of IAF area to apical foramen at the cutting surface ····· 5

Table 2. The number of contact samples at the cutting surface (%) ····· 7

도 목 차

Fig. 1. Classification of root canal types on radiographs ····· 3

Fig. 2. Microscopic image of each root canal system at the cutting surface ····· 5

Fig. 3. Criteria for contact/isolate file to the apical root canal ····· 6

ABSTRACT

The Apical File Size according to the Root Canal System of Premolars with Single Root

Park, Mi-Gon, D.D.S.
Advisor : Prof. Hwang, Ho-Keel, D.D.S., Ph.D.
Department of Dentistry,
Graduate School of Chosun University

An exact determination of the apical root canal diameter is crucial for correct cleaning and shaping of a root canal. The aim of this study was to investigate the discrepancies between the apical root canal diameter and initial apical file according to the shape of apical foramen. Sixty extracted premolars were assigned to three groups according to the root canal system (type 1, 2, 3) of 20 teeth each. After chamber opening, the initial apical file (IAF) was inserted into root canal until the file tip was just visible through apical foramen under the microscope and fixed with methaacrylate in the root canal. The root tip was cut horizontally 1 mm from the anatomical apex and the apical cross-section was visualized using microscope (BX60MF, OLYMPUS OPTICAL Co., LTD. Japan) at ×50 magnification.

The results were as follows :

1. Mean diameter of IAF was 0.36 mm in type 1, 0.34 mm in type 2, and 0.29 mm in type 3. There were no significant differences among groups.
2. The ratio between the area of apical root canal and IAF was 40.05% in type 1, 27.05% in type 2, and 34.63% in type 3. There was a significant difference between group 1 and 2 ($p<0.05$).

In conclusion, the IAF of premolar was more than size 30 regardless the root canal system, and it was much smaller than real apical canal size in view of the ratio between the area of apical root canal and IAF.

Ⅰ. 서 론

일반적으로 치근단 부위는 형태학적 다양성으로 인해 크기나 형태를 예측하기 어렵다. 근관치료 시 초기 근관장 파일의 크기를 결정하는 것은 최종 건축물의 설계과정과 유사하며 결국 근관확대를 완성하는 최종 근관장 파일의 크기를 결정하는데 매우 중요한 지침이 된다. 그러나 이러한 방법은 난원형 근관의 치근단 근관 직경을 정확하게 측정할 수 없으며 결과적으로 이 점은 치과의사들이 치근단 근관의 직경을 측정하고 이를 토대로 치근단 확대의 크기를 결정하는데 주로 사용되는 초기 근관장 파일을 신뢰할 수 없다. 기존의 연구[1)]에서 치근단 근관의 직경과 모양을 조사한 바 근관은 치근단 5 mm 지점에서 긴 난원형의 리본형태를 가지며 이러한 근관의 형태는 연구된 표본의 25%에서 발견되었고 대부분 근관의 협설폭경은 근원심 폭경보다 컸다고 보고하였다. 이는 치근단부의 근관형성이 기존에 추전된 크기보다 더 크게 이루어져야 함을 의미한다. 그러나 긴 난원형의 근관이 협설방향으로 길게 이루어진 경우 확대기구만으로는 근관 내 모든 내용물을 제거하기 어렵기 때문[2)]에 근관의 세정과 살균을 위한 더 좋은 방법이 연구되고 있다. 여러 연구[3,4)] 결과 전통적으로 추천되는 치근단 크기 이상으로 확대한 근관이 세균을 제거하는 유일한 방법이다. 그러나 최근까지도 근관의 직경이나 형태 등과 같은 주요 요소에 관한 관심보다 근관의 길이가 강조되고 있다. 한 치근에 포함된 근관계 형태는 매우 다양하다. Weine[5)]에 의하면 한 치근에 위치한 근관의 형태에 관해 제1형은 치수실에서 근첨까지 1개의 근관인 경우, 제2형은 치수실에서 2개의 근관으로 시작하여 근첨부위에서 합쳐져 1개의 근관이 되는 경우, 제3형은 치수실에서 근첨까지 2개의 근관인 경우, 제4형은 치수실에서 1개의 근관으로 시작하여 근첨부위에서 갈라져 2개의 근관이 되는 경우로 분류하고 있다. 근관계의 형태 중 제 2형과 4형은 근관이 치근단에서 합쳐지거나 분리되는 형태로서 근관의 세척과 성형 및 충전을 어렵게 하여 결국 근

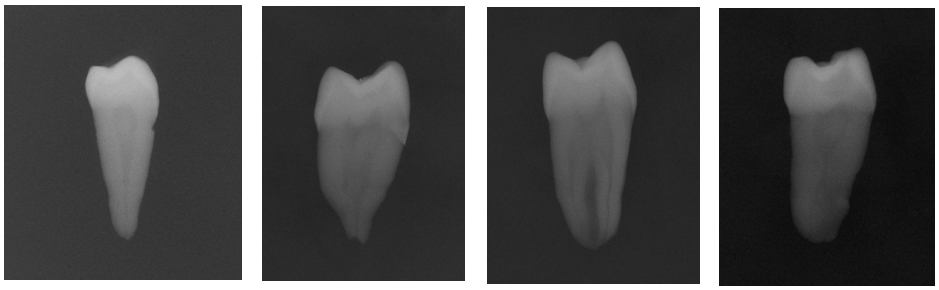
관치료의 실패를 일으킨다.

따라서 이 연구에서는 단근 소구치의 근관계 형태에 따라 근관에 알맞은 초기 근관장 파일을 삽입하고 현미경을 이용하여 실제 치근단측 근관의 단면과 파일의 단면 사진을 촬영한 후 근관계 형태에 따라 초기 근관장 파일과 치근단측 근관 사이에 차이가 있는지를 평가하고자 하였다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

교정적 원인으로 발거된 상, 하악 소구치 중 융합형태의 치근을 가진 치아를 선별하여 치과방사선 사진을 촬영하고 Weine의 근관계 형태분류 기준[5)]에 따라 제1형, 2형, 3형으로 분류한 후 각각 20개씩 총 60개의 치아를 선택하였고 제4형의 근관계 형태는 방사선 사진 상 명확히 판정하기 어려워 이 연구에서는 배제하였다 (Fig. 1).



Type 1 Type 2 Type 3 Type 4

Fig. 1. Classification of root canal types on radiographs

2. 실험방법

1) 시편제작

치과방사선 사진과 치근의 형태를 참조하여 근관계에 형태에 따라 제 1형에서 3형까지 각각 20개씩 3개의 실험군으로 분류한 다음 치관부의 백악-법랑 경계부에서 근관의 입구를 확인할 수 있도록 절단하였다. 근관의 입구를 확인한 후 동일한 술자가 초기 근관장 파일이라고 생각되는 K형 파일을 현미경 하에서 기구의 끝이 치근단공을 통해 내비치는 시점까지 삽입하고 근관의 입구에서 강력접착제로 고정하였다. 교정용 투명레진을 이용하여 초기근관장 파일이 삽입된 치아를

매몰하고 해부학적 근첨의 1 mm 상방을 diamond saw (Isomet, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA)로 절단하였다. 절단면을 2,000 grid 연마지를 이용하여 연마한 다음 EDTA 제재 (PREP EDTA Gel, Vision, Seoul, Korea)로 5분간 전처리 후 물로 세척 건조하였다. Methylene blue를 이용하여 근첨부 절단면을 염색하였고 물로 세척 건조하였다.

2) 현미경 관찰

현미경 (BX60MF, OLYMPUS OPTICAL Co., LTD. Japan)을 이용하여 50배의 배율로 치근단공 단면과 파일 절단면의 형태를 확인한 후 영상을 채득하고 Image J (Toronto Western Research Institute, University Health Network) 프로그램을 이용하여 치근단공 단면에서 파일 단면의 면적이 차지하는 비율을 산출하였다. 근관계 형태 중 제3형은 50배의 배율로 현미경 관찰 시 두 치근단공 단면을 한꺼번에 관찰할 수 없어 따로 관찰하였으며 시편 제작 중 파절 및 석회화로 인해 치근단공을 정확하게 재현할 수 없는 2개 시편의 한쪽 치근단부 근관은 실험 대상에서 제외하였다. 또한 초기 근관장 파일의 치근단측 절단면과 치근단공 단면이 서로 접촉되는지를 평가하였다.

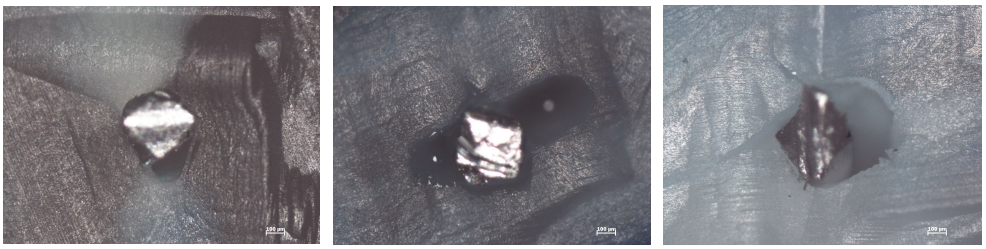
3) 통계처리

통계처리는 $p=0.05$ 유의수준에서 SPSS version 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 각 근관계의 형태에 따른 치근단공 단면에서 파일의 절단면이 차지하는 면적 비율에 대한 비교와 초기 근관장 파일의 크기에 관한 비교는 one way ANOVA를 시행하였으며 유의한 결과의 사후분석 방법으로는 Scheffe 검정을 수행하였다.

Ⅲ. 실험 성적

1. 치근단공 단면에서 파일단면의 면적이 차지하는 비율

이 실험에서 50배의 현미경으로 관찰한 치근단공 내에 삽입된 파일의 절단면 사진은 Fig. 2과 같다.



Type 1 Type 2 Type 3

Fig. 2. Microscopic image of each root canal system at the cutting surface

각 근관계 형태에 따른 초기근관장 파일 크기의 평균값 및 치근단공 단면의 평균면적에서 파일단면의 평균면적이 차지하는 비율을 산출한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. The ratio of IAF area to apical foramen at the cutting surface

	Number	IAF size	Ratio(%)
Type 1	20	0.36	40.05 ┐*
Type 2	20	0.34	27.05 ┘
Type 3	38	0.29	34.63
Sum	78	0.32	34.08

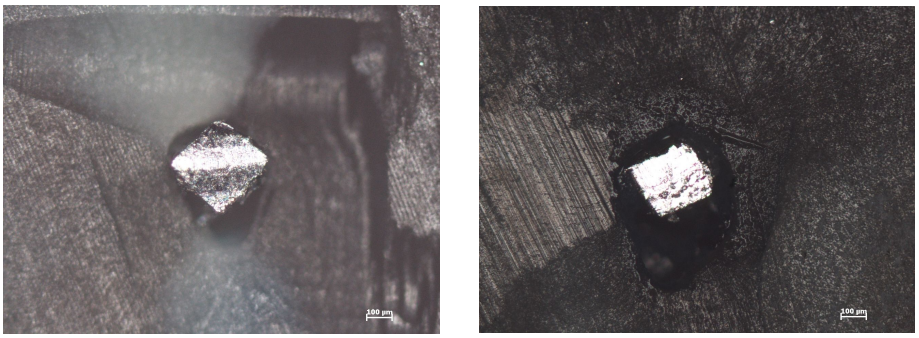
*: $p<0.05$

IAF: Initial Apical File

각 근관계의 형태에 따른 초기근관장 파일의 크기는 제1형에서 0.36 mm로 가장 크게 나타났으며 제3형에서 0.29 mm로 가장 작게 나타났으나 근관계 형태에 따른 초기 근관장 파일의 크기를 비교 시 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 각 근관계 형태에 있어 치근단공 단면에서 초기 근관장 파일의 단면이 차지하는 비율은 제1형에서 40.05%로 가장 크게 나타난 반면 제2형에서는 27.05%로 가장 작게 나타났으며 제1형과 2형 간에 통계학적으로 유의성이 있었다 ($p<0.05$).

2. 치근단공 단면의 근관벽과 초기근관장 파일 단면의 접촉여부

각 근관계 형태에 있어서 절단된 치근단공 단면의 근관벽과 초기근관장 파일 단면의 접촉여부를 평가한 평가기준은 Fig. 3에, 평가된 시편의 수는 Table 2에 표시하였다.



Contact file　　Isolate file

Fig. 3. Criteria for contact/isolate file to the apical root canal

Contact file: at least 2 contact points in diagonal line
Isolated file: Only one point contact or no contact

Table 2. The number of contact samples at the cutting surface (%)

	Number of sample	Contact sample	Isolate sample
Type 1	20	7(35)	13(65)
Type 2	20	9(45)	11(55)
Type 3	38	20(53)	18(47)
Sum	78(100)	36(46)	42(54)

각 근관계 형태에서 절단된 치근단공의 근관벽에 초기근관장 파일 단면이 대각선으로 두 모서리 이상 접촉되지 않는 시편의 수는 제1형에서 13개 (65%), 제2형에서 11개 (55%), 제3형에서 18개 (47%)로 나타났으며 전체 78개의 시편에서 접촉되지 않은 시편의 수는 42개 (54%)로 나타나 많은 경우 초기근관장 파일이 치근단부에서 근관벽에 접촉되지 않는 양상을 보였다.

Ⅳ. 총괄 및 고안

근관치료는 근관계의 해부학적 구조, 근관의 직경, 확대기구의 최종크기에 의해 영향을 받는다. 근관계의 해부학적 구조 상 치아의 치수강과 치근의 형태, 특히 근단부 1/3에 대한 근관의 해부학적 형태는 다양하고 예측하기 어렵기 때문에 성공적인 근관치료를 위해서는 해부학적 지식이 필수적이다.

그동안 근관의 해부학적 형태를 분류하기 위해서는 방사선 사진[6,7], 치아의 투명표본[8,9], 치아의 횡절단면[10-12], 컴퓨터 단층촬영[13,14] 등이 이용되고 있다. 이러한 방법 중 임상에서 근관치료 시 가장 많이 이용되는 방사선 사진을 이용하는 방법은 간단하며 치아의 근원심 관계를 이차원적으로 잘 표현할 수 있다는 장점을 가지나 협설측 관계는 재현하기 곤란하다는 단점을 가지고 있다. Mizutani 등[15]은 모든 상악 전치부에서 근관의 협설 직경은 근원심직경보다 약 0.05 mm 크다고 보고하였다. 이러한 결과는 방사선 사진 상으로는 단지 근원심 직경만 확인할 수 있기 때문에 협설측 직경을 고려할 때 근관의 성형과 세척 과정에서 문제를 일으킬 수 있다는 점을 시사하고 있다.

초기 근관장 파일은 근관의 해부학적 특징과 치근단부 근관의 직경을 측정하기 위해 사용된다. 그러나 치근단 부위 근관의 형태가 원형이 아니고 난원형인 경우 치근단부 근관의 직경을 정확하게 측정할 수 없다. 이 연구에서는 근관계 형태에 따라 치근단 부위의 근관의 형태가 다르다는 것을 가정하여 융합형태의 치근을 가진 상, 하악 소구치의 협설방향의 방사선 사진을 촬영한 후 Weine의 근관계 형태분류 기준[5]에 따라 제1형, 2형, 3형으로 분류하였다. 초기 근관장 파일을 삽입한 후 1 mm를 절단한 치근단 근관의 단면 형태는 제1형에서는 원형, 제2형에서는 편평형, 그리고 제3형에서는 타원형이 많은 빈도를 보였다 (Fig. 2). 따라서 제2형과 3형 근관계 형태에서는 초기 근관장 파일을 이용하여 치근단부 근관의 직경을 정확하게 측정하기 어렵고 특히 제2형 근관계 형태를 가진 경우 최종 근관장 파일의 크기도 확대방법에 따라 차이를 보인다[16].

Wu 등[17]의 연구에 따르면 초기 근관장 파일이 근관벽에 끼이는 현상은 75%의 경우 치근단 근관벽에 오직 파일의 한쪽 부위만 접촉했을 때이고 나머지 25%에서는 치근단 근관벽에 아무 접촉이 없이도 발생할 수 있다고 하여, 근관의 90%에서 초기 근관장 파일의 직경은 근관의 좁은 부위 직경보다 작다고 보고하였다. 결국 초기 치근단 근관의 직경을 측정하고 최종 치근단 근관의 확대크기를 결정하는 초기 근관장 파일의 크기는 신뢰할 수 없다. 이 연구에서 초기 근관장 파일을 크기는 치근단 근관벽에 끼이면서 근관으로부터 파일을 제거 시 저항감이 있는 경우의 파일로 결정하였으며 술자 간 느낌의 차이로 인해 발생할 수 있는 오차를 줄이기 위해 교육받은 한 명의 술자가 이 실험을 수행하였다. Paque 등[14]은 근관의 상부를 미리 확대한 후 근관장에서 처음 끼이는 K형 파일의 근관벽에 대한 적합도를 컴퓨터 단층촬영을 통해 평가한 결과 파일의 끝으로부터 1 mm 상방에서 근관의 모든 형태에서 근관 점유율은 40% 미만이었으며 치근단 근관의 2 mm에서 파일이 차지하는 부피는 모든 근관에서 50% 미만으로 나타났다고 보고한 바, 이 연구 결과와 비교 시 각 근관계 형태에 따른 치근단 근관에서 초기 근관장 파일이 점유하는 비율은 제1형에서 40.05%로 가장 크게 나타난 반면, 제2형에서는 27.05%로 가장 작게 나타나 위와 유사한 결과를 보였다 (Table 1). 이러한 결과는 실제 치근단 근관의 단면보다 초기 근관장 파일이 차지하는 면적은 적으며 특히 편평형의 단면형태를 갖는 제2형 근관계에서는 훨씬 더 적은 비율을 보이기 때문에 초기 근관장 파일의 크기를 설정하기가 어렵다고 생각된다.

또한, 초기 근관장 파일이 근단부 단면 근관벽에 접촉하는지를 평가한 결과 각 근관계 형태에서 파일 단면이 대각선으로 두 모서리 이상 접촉되지 않는 시편의 수는 제1형에서 13개, 제2형에서 11개, 제3형에서 18개로 나타났으며 전체 78개의 시편에서 접촉되지 않은 시편의 수는 42개 (54%)로 나타나 많은 경우 초기 근관장 파일이 치근단부에서 근관벽에 접촉되지 않는 양상을 보였다. 이는 Wu 등[17]의 연구와 유사한 결과를 보였으나 (Table 2), 특이한 점은 근관계 형태 중 제2형에서 치근단 근관의 단면에서 초기 근관장 파일의 단면이 차지하는

비율은 가장 낮았으나 오히려 초기 근관장 파일이 접촉된 시편의 수는 가장 많게 나타났다. 이러한 이유는 주로 편평형 근관의 형태를 가진 제2형 근관의 가장 좁은 폭경에 파일의 모서리가 접촉되어 끼었기 때문에 근관으로부터 제거 시 저항감을 느꼈을 것으로 생각되며 실제 근관치료 시 많은 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

최근 연구에서 근관의 치경부와 중앙부를 미리 확대하여 간섭부위를 제거함으로서 치근단부 근관벽의 폭경과 초기 근관장 파일의 크기 간에 차이가 적게 나타났으며[18] 치근단 근관에 끼이는 초기 근관장 파일의 크기를 두 단계 이상 증가시킨다고 보고하였다[4, 19-21]. 이 연구에서는 치수강을 개방한 후 기구조작없이 초기 근관장 파일을 삽입한 경우로 치경부와 중앙부를 미리 확대하여 측정한 다른 연구[4,19]에 비해 다소 작게 나타났으며, 특히 두개의 근단공으로 끝나는 제3형 근관계 형태에서는 가장 작은 크기를 나타내었으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 1).

그동안 근관장에 관한 많은 연구[22,23]가 시행되었지만 근관의 폭경에 관한 연구[24]는 지극히 미미한 실정이다. 근관성형의 크기에 대한 일반화가 이루어지지는 않았지만, 원칙적으로 근관성형은 근관 내에서만 한정되면서도 충분히 넓어야 하며 근관의 횡단면을 모두 포함하여야 한다. 근단부가 30번 또는 35번 파일 크기 이상으로 확대되지 않으면 근관 세정액이 치근단부에 도달되기 어려우며 더 큰 근관의 성형은 적절한 근관 세정, 잔사 제거를 가능하게 하고 세균의 수를 확연히 감소시킨다. 그러나 최근에는 기존의 근단부 확대 크기에 관해 Paque 등[13]은 컴퓨터 단층촬영을 이용하여 파일의 크기에 따른 치근단 부위의 근관확대 효과를 비교한 연구에서 상악 대구치의 근심협측과 원심협측 근관을 40번 크기, 구개측 근관을 45번 크기로 확대하여 비교하였으나 여전히 근관벽에 접촉되지 않는 부분이 많이 존재한다고 보고하였다. 또한 다양한 형태의 치근단측 근관벽을 전체적으로 확대하려면 최소한 60번 크기 이상으로 확대해야 한다[25-27]는 주장까지 제기되고 있다.

Hecker 등[27]에 의하면 소구치의 치근단 부위의 확대크기에 관해 초기 근관장

파일의 크기로부터 최소한 6단계 이상 확대해야 전체적인 근관벽의 71-75% 정도 확대가 가능하다고 하여 한 개의 근관으로 끝나는 경우 60-70번 크기, 두 개의 근관으로 끝나는 경우 40-50번 크기로 확대해야 한다고 보고하였다. 따라서 이 연구 결과와 비교할 때 초기 근관장 파일의 크기가 하나의 근관으로 끝나는 제1형에서 36번 크기, 제2형에서 34번 크기인 반면 두개의 근관으로 끝나는 제3형에서 29번 크기를 보여 초기 근관장 파일은 비슷한 크기를 나타내었다 (Table 1). 더욱이 Card 등[3], Mickel 등[4]은 치근단부 근관확대의 크기를 증가시켜 근관 내 세균 수의 감소 효과를 비교한 결과 치근단부 근관확대 크기가 증가할수록 세균의 수는 감소한다고 보고한 바 있다. 그러나 근단부를 너무 크게 성형할 경우 근단부 zipping 및 변위를 초래하고 치질이 약화되어 치근단부 파절을 일으킬 수 있다. 따라서 최근에는 근관의 확대 시 근관의 상부와 치근단부를 구분하여 서로 다른 특징을 가진 기구를 병행해서 사용하는 방법이 소개[3]되고 있다. 근관치료의 성공적인 예후는 근단부의 해부학적 형태에 대한 임상가의 올바른 이해와 지식이 우선적이라는 관점에서 볼 때 이 연구결과와 더불어 근관 상부의 조기확대에 따른 초기 근관장 파일의 크기차이 및 치근단부 성형방법에 대한 후속 연구가 계속 진행되어야 할 것이다.

이상의 연구를 통해 치과의사는 근관치료 시 근관 세정, 잔사 제거는 물론 세균의 수를 확연히 감소시킬 수 있도록 근관계의 형태를 고려하여 적절한 크기의 초기 근관장 파일을 설정해야 할 것으로 사료되었다.

V. 결 론

단근 소구치의 근관계 형태에 따른 치근단측 근관의 폭경과 초기 근관장 파일의 크기 간에 차이가 있는지를 평가하고자 하였다. 치근 외형의 형태와 치과방사선 사진을 참고로 각각 20개씩 근관계의 형태에 따라 제1형, 2형, 3형으로 분류한 후 근관에 알맞은 초기 근관장 파일을 삽입하고 해부학적 근첨에서 1 mm 상방을 절단한 후 현미경을 이용하여 실제 치근단측 근관의 단면과 파일의 단면 사진을 촬영한 후 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 근관계의 형태에서 초기근관장 파일 크기의 평균 값은 제 1형에서는 0.036, 제 2형에서는 0.034, 제 3형에서는 0.029 mm로 나타났으며 근관의 형태에 따른 초기근관장 파일의 크기 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.
2. 치근단공 절단면에서 파일의 단면이 차지하는 비율은 제 1형에서는 40%, 제 2형에서는 27%, 제 3형에서는 29%로 나타났으며 제 1형과 2형 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($p<0.05$).
3. 전체 78개의 시편에서 절단된 치근단공의 근관벽에 초기근관장 파일 단면이 대각선으로 두 모서리 이상 접촉되지 않는 시편의 수는 42개 (54%)로 나타나 많은 경우 초기근관장 파일이 치근단부에서 근관벽에 접촉되지 않는 양상을 보였다.

이상의 결과로 보아 단근 소구치의 근관계 형태에 상관없이 치근단측 근관벽과 초기 근관장 파일 간에 차이가 있었으며 그 크기는 매우 작고 대부분 근관벽과 접촉되지 않는 것을 알 수 있다. 따라서 치과의사는 단근 소구치의 근관치료 시 근관 세정, 잔사 제거를 가능하게 하고 세균의 수를 확연히 감소시키기 위해서는 근관계의 형태를 고려하여 적절한 크기의 초기근관장 파일을 설정하여야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Wu MK, Roris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevvalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 89:739-743, 2000.
2. Walton RE, Torabinejad M. Principles and Practice of Endodontics, 3rd ed, WB Saunders, Philadelphia, 1996.
3. Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod* 28(11):779-783, 2002.
4. Mickel AK, Chogle S, Liddle J, Huffaker K. The Role of Apical Size Determination and Enlargement in the Reduction of Intracal Bacteria. *J Endod* 33(1):21-23, 2007.
5. Weine FS. Endodontic Therapy, 3rd ed, Mosby, 210-211, 1982.
6. Lambrianidis T, Lyroudia K, Pandelidou O, Nicolaou A. Evaluation of periapical radiographs in the recognition of C-shaped mandibular second molars. *Int Endod J* 34:458-462, 2001.
7. Ricucci D, Pascon EA, Langeland K. Long-Term Follow-Up on C-Shaped Mandibular Molars, *J Endod* 22:185-187, 1996.
8. Yang ZP, Yang SF, Lin YL. C-shaped root canals in mandibular first molars in Chinese population. *Endod Dent Traumatol* 4:160-163, 1988.
9. Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars. Part II C-shaped canals. *Int Endod J* 23:40-45, 1990.
10. Melton DC, Krell KV, Fuller MW. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. *J*

Endod 17:384-388, 1991.

11. Chai WL, Thong YL. Cross-sectional Morphology and Minimum Canal Wall Widths in C-shaped Roots of Mandibular Molars. *J Endod* 30:509-512, 2004.
12. Lyroudia et al. 3D Reconstruction of Two C-Shape Mandibular Molars. *J Endod* 23:101-104, 1997.
13. Paque F, Ganahi D, Peter OA. Effects of Root Canal Preparation on Apical Geometry Assessed by Micro-Computed Tomography. *J Endod* 35(7):1056-1057, 2009.
14. Paque F, Zehnder M, Marending M. Apical fit of initial K-files in maxillary molars assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 43:328-335, 2010.
15. Mizutani T, Ohno N, Nakamura H. Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth. *J Endod* 18(7): 344-347, 1992.
16. Jeoong EJ, Lee DK, Baek SH, Hwang HK. A comparison of master apical file size according to instrumentation in type II root canal. *J Kor Acad Cons Dent* 33(5):435-442, 2008.
17. Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region?. *Int Endod J* 35(3):264-267, 2002.
18. Pecora JD, Capelli A, Guerisoli DMZ, Spano JCE, Estrela C. Influence of cervical preflaring on apical sile size determination. *Int Endod J* 38:430-435, 2005.
19. Contreras MA, Zinman EH, Kaplan SK. Comparison of the first file that fits at the apex before and after early flaring. *J Endod* 27(2):113-116, 2001.

20. Tennert C, herbert J, Altenburger MJ, Wrbas KT. The Efffect of Cervical Preflaring Using Different Rotary Nickel-Titanium Systems on the Accuracy of Apical File Size Determination. *J Endod* 36(10):1669-1672, 2010.
21. Hwang HK, Park CH, Bae SC. The analysis of initial apical file size before and after coronal flaring. *J Kor Acad Cons Dent* 28(1):64-71, 2003.
22. Wheeler RC. Dental Anatomy, Physiology and Occlusion, 5th ed, Saunders Co, 1974.
23. Ingle JI and Taintor JF. Endodontics, 3rd ed, Lea & Febiger, Philadelphia, 1985.
24. Peters OA. Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal System: A Review. *J Endod* 30(8):559-567, 2004.
25. Weiger R, Bartha T, Kalwitzki M, Lost C. A clinical method to determine the optimal apical preparation size. Part I. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 102:686-691, 2006.
26. Tan BT, Messer HH. The Quality of Apical Canal Preparation Using Hand and Rotary Instruments with Specific Criteria for Enlargement Based on Initial apical File Size. *J Endod* 28(9): 658-664, 2002.
27. Hecker H, Bartha T, Lost C, Weiger R. Determining the apical preparation size in premolars: part III. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 110:118-124, 2010.