

단근 소구치의 근관계 형태에 따른 치근단 부위의 근관 형태

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

박민수, 황호길, 조형훈*

ABSTRACT

The apical root canal shape according to the root canal system of premolars with single root

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chosun University
Min-Soo Park, Ho-Keel Hwang, Hyoung-Hoon Jo*

Materials and methods: Sixty extracted premolars were assigned to three groups according to the root canal system (Weine's classification; type I, II and III) of 20 teeth each using radiographic examination. The root tip was cut horizontally 1 mm from the anatomical apex and the apical cross-section was visualized using microscope at x50 magnification and photographed. Minimum and maximum apical root canal diameter of each tooth was measured and classified into three types by canal morphology (round, oval and flattened shape). Statistical analysis was performed to compare the apical root canal diameter and morphology according to the root canal system.

Results: In apical root canal morphology at cross-sectional view, the most common shape was round in type I, flat in type II, and oval in type III. In apical root canal diameters at cross-sectional view, there was a significant difference between the minimum and maximum diameter in all types ($p < 0.05$). The maximum diameter was 0.331 mm in type I, 0.519 mm in type II, and 0.310 mm in type III. There was a significant difference among type I, III and type II ($p < 0.05$).

Conclusion: The morphology and diameter of apical root canal was different according to the root canal system. Therefore, clinicians should consider the apical file size in view of the apical root canal shape according to the root canal system.

Key words : Apical, Root canal morphology, Root canal system, Premolar

Corresponding Author

Hyoung-Hoon Jo

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chosun University, 309 Pilmun-daero, Dong-gu, Gwang-ju, 61452, Korea.

Tel : +82-62-220-3840, Fax : +82-62-223-9064, E-mail : joyendo@hanmail.net

이 논문은 2016년도 조선대학교 치과병원 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

I. 서론

치근단 협착부(apical constriction)는 근관에서 가장 직경이 작은 부위로 근관치료 시 성형, 세척 및 충전의 치근단 한계로 가장 많이 사용되는 기준점이다. Kuttler¹⁾에 의하면 근관은 근관의 입구에서 치근단 협착부까지 점점 좁아지고 치근단 협착부는 치근단 공(apical foramen) 안쪽으로 0.5-1mm에 위치한다고 알려져 있다. 치근단 협착부로 간주되는 백악-상아 경계부는 백악질과 상아질이 접촉되는 부위로, 치수조직이 끝나고 치주조직이 시작되는 지점으로 근관 내 백악-상아 경계부위 위치는 다양하며 일반적으로 치근단공으로부터 약 1mm 떨어져서 위치한다²⁾. 백악-상아 경계부에서 근관의 직경은 중절치에서 353.2, 측절치에서 292.25, 견치에서 298.16 μ m로 보고되었으며 이와 같은 결과는 30번에서 35번 근관 파일의 크기와 유사하다³⁾. Mizutani 등⁴⁾에 의하면 모든 상악 전치부에서 치근단 협착부의 협설 직경은 근원심 직경보다 0.05mm 정도 크다고 보고되었으며, 실제 임상에서 방사선 사진 상으로는 근원심 직경만 확인할 수 있기 때문에 이러한 차이로 인해 근관 직경을 정확하게 평가하기 어렵고 근관 성형과 세척과정에서 문제를 일으킬 수 있다.

상악 제2소구치 및 하악 제1소구치는 대개 하나의 치근을 가지며 치근의 외형은 단순하지만 내부의 근관계가 복잡하여 근관치료가 어려운 치아로 알려져 있다. 이들의 해부학적 형태를 살펴보면 치근은 협설측으로는 넓은 반면, 근원심측으로는 좁고 치근의 함몰부가 존재한다. 또한, 1개의 치근에 2개 이상의 근관이 존재하는 경우를 임상에서 종종 마주칠 수 있다. 1개의 치근에 포함된 근관의 형태는 여러 가지 변형이 많지만 Weine⁵⁾의 분류에 따르면 제 I형은 치수실에서 근첨까지 1개의 근관인 경우, 제 II형은 치수실에서 2개의 근관으로 시작하여 근첨부위에서 합쳐져 1개의 근관이 되는 경우, 제 III형은 치수실에서 근첨까

지 2개의 근관인 경우, 제 IV형은 치수실에서 1개의 근관으로 시작하여 근첨부위에서 갈라져 2개의 근관이 되는 경우로 분류하고 있다. 근관계의 형태 중 제 II형과 IV형은 근관이 치근단에서 합쳐지거나 분리되는 형태로서 근관의 세척과 성형 및 충전을 어렵게 하여 결국 근관치료의 실패 가능성을 높인다. 이러한 근관계의 형태는 치수실부터 납작한 리본형의 근관을 가지며 치근단 근처까지 그 형태가 유지되며, 치근단으로부터 5 mm 근처에서도 긴 난원형 리본형태를 갖는 경우가 많다고 보고되었다⁶⁾. 이러한 보고들로 인해 그동안 주로 근관의 작업장에 주안점을 두고 근관치료 술식과정을 시행하였으나 최근에는 근관의 작업장 뿐만 아니라 근첨부의 직경에도 또한 관심을 기울이게 되었다.

따라서 본 연구에서는 치과 방사선 사진을 참조하여 단근 소구치에서 근관계 형태를 분류한 후 각 근관계 형태에 따른 치근단부 근관의 모양과 크기를 평가해보고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

성별이나 연령에 관계없이 교정적 원인으로 발거된 한국인의 상, 하악 소구치 중 융합형태의 단일 치근을 가진 치아를 실험치아로 선별하여 치과방사선 사진을 채득하여 Weine의 근관계 형태 분류 기준⁶⁾에 따라 제 I형, II형, III형으로 분류한 후 각각 20개씩 총 60개의 치아를 선택하였으며 제 IV형의 근관계 형태는 방사선 사진상 명확히 판정하기 어려워 이 연구에서는 배제하였다(Fig. 1).

2. 실험방법

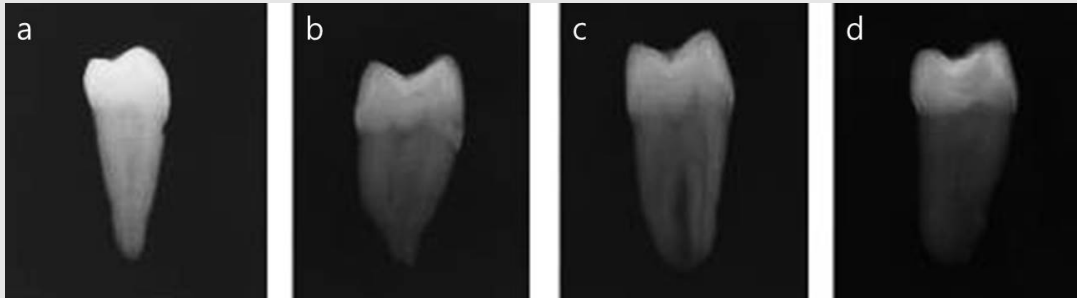


Fig. 1. Classification of root canal configurations on radiographs.
(a) Type I, (b) Type II, (c) Type III, (d) Type IV.

1) 시편제작

60개의 준비된 치아를 교정용 투명레진 (Ortho-Jet; Lang Dental, Wheeling, IL, USA) 에 포매한 후 치관부의 백악-법랑 경계부에서 근관의 입구를 확인할 수 있도록 절단하였다. 해부학적 근침의 1 mm 상방에서 diamond saw(IsoMet; Buehler, Lake Bluff, , IL, USA)로 치근의 장축에 수직으로 수평 절단하여 근침을 제거하고 절단면을 연마한 후 도말층을 제거하기 위해 EDTA 제재(PREP EDTA Gel; Vision, Seoul, Korea)로 5분간 처리하였다⁷⁾. 근침부 절단면을 1.5% methylene blue를 이용하여 염색한 후 수세하고 건조하였다.

2) 치근단 부위 근관의 현미경 관찰

현미경(BX60MF; Olympus, Tokyo, Japan)을 이용하여 50배의 배율로 치근단 부위 근관의 절단면 형태를 평가하고 촬영한 후 Photoshop CS4 (Adobe systems, San Jose, CA, USA) 프로그램을 이용하여 근관의 최대 폭경과 최소 폭경을 측정하였다. 제 III 형으로 분류된 치아는 50배의 배율로 절단면 관찰 시 두 근단을 동시에 관찰할 수 없어 따로 관찰하고 각각 촬영하였다. 2개 시편에서 각각 한쪽 근관이 시편 제작 중 파절 및 석회화로 인해 근관 형태를 정확하게 평가할 수 없어 실험 대상에서 제외하였다. 근단부 근관의

형태는 Jou 등⁸⁾이 제안한 근관 형태의 분류방법을 변형하여 원형(round), 타원형(oval), 편평형(flat)으로 분류하였다. 최대 폭경과 최소 폭경의 차이가 0.03mm 이하로 유사한 경우를 원형, 최대 폭경이 최소 폭경보다 크고 최소 폭경의 2배보다 작은 경우를 타원형, 최대 폭경이 최소 폭경보다 2배 이상이 되는 경우를 편평형으로 분류하였다(Fig. 2).

3) 통계처리

유의성 검정을 위해 통계처리는 $p=0.05$ 유의수준에서 SPSS 17.0 software(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 각 근관계의 형태에 따른 치근단부 근관의 최대 폭경과 최소 폭경의 비교를 위해 Student T test를 시행하였고, 각 군간의 비교를 위해 one way ANOVA를 시행하였고 유의한 결과의 사후분석 방법으로는 Scheffe 검정을 수행하였다.

III. 결과

1. 치근단 부위 근관의 형태

각 근관계 형태에 따른 치근단부 근관의 단면 형태를

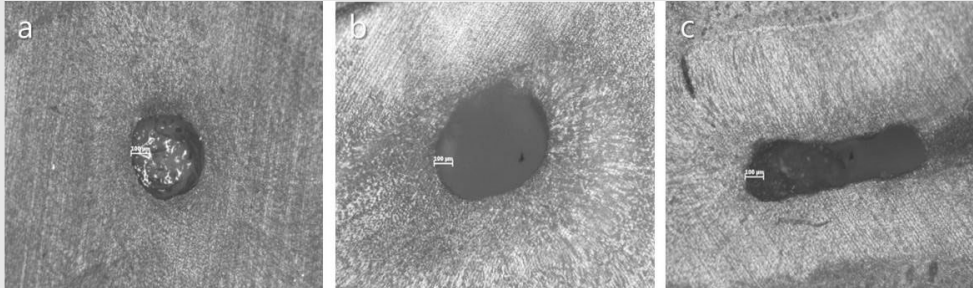


Fig 2. Representative microscopic images of apical foramen shape. (50X magnification)
 (a) Round shape: the maximum and minimum diameters were similar ($d < 0.03\text{mm}$).
 (b) Oval shape: the maximum diameter was up to two times greater than the minimum diameter.
 (c) Flat shape: the maximum diameter was more than two times greater than the minimum diameter.

현미경을 통해 평가한 결과는 아래와 같으며, 제 III형 근관 형태의 경우 두 개의 근관을 임의로 각각 a와 b로 표기하였다(Table 1). 제 I형 근관 형태에서는 원형이, 제 II형 근관 형태에서는 편평형이, 제 III형 근관 형태에서는 타원형이 가장 많은 빈도로 나타났다.

2. 치근단 부위 근관의 크기

각 근관계 형태에 따른 치근단부 근관의 절단면 크기를 최대 폭경과 최소 폭경으로 구분하여 측정 및 환산한 평균 값은 아래와 같다(Table 2). 각 근관계 형

Table 1. The apical root canal shape according to the root canal configuration (%)

	round	oval	flat	Sum
Type I	17 (85)	3 (15)	0 (0)	20
Type II	3 (15)	5 (25)	12 (60)	20
Type III-a	7 (37)	11 (58)	1 (5)	19
Type III-b	8 (42)	10 (53)	1 (5)	19
Total	35(45)	29(37)	14(18)	78(100)

Table 2. Mean and standard deviation of the maximum and minimum diameters of apical root canal according to the root canal configuration (μm)

		Number	Mean	S.D.
Type I	Max	20	* [331.11 ^a 218.68	106.45
	Min	20		53.13
Type II	Max	20	* [518.95 ^b 182.89	209.28
	Min	20		71.45
Type III	Max	38	* [309.57 ^a 186.14	128.56
	Min	38		68.22

* means intragroup differences (significant difference between Min and Max diameters in each group at $p < 0.05$)
 Different superscript letters means intergroup differences (significant difference between Max diameters of 3 groups at $p < 0.05$)
 Max: Maximum; Min: Minimum

태에서 근단부 근단공의 절단면상 최대 폭경과 최소 폭경의 차이는 제 II형 근관에서 가장 크게 나타났으며 제 I형과 제 III형에서도 최대 폭경과 최소 폭경간 차이를 보였으며 모든 근관계 형태에서 치근단부 근관의 절단면 상 최대 폭경과 최소 폭경간에는 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$).

근관계 형태 간 치근단부 절단면의 크기를 비교 시 최대폭경의 평균에서 차이가 존재하였으며 Scheffe 검정을 통한 사후분석에서 제2형 근관계 형태는 제1형과 3형 근관계 형태와 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 반면, 치근단부 근관의 절단면상 최소 폭경에서는 근관계 형태 간 유의한 차이를 나타내지 않았다.

IV. 고찰

일반적으로 생리학적 근단공 또는 치근단 협착부는 근관의 직경이 가장 좁은 부위로서 백악-상아 경계부에 위치한다³⁾. 이 부위는 근관의 최종 완성부위이며 보통 해부학적 근단공은 치근의 표면에 위치하는 반면, 생리학적 근단공은 치근 표면으로부터 0.5-1 mm 떨어져서 위치하며 근관내 기구조작 및 충전의 치근단 한계로서 가장 많이 사용되는 기준점이다^{9, 10)}. 따라서 본 연구에서도 치근단부 근관의 단면 형태 및 크기를 관찰하기 위해 실험치아의 해부학적 근침에서 1 mm 상방을 절단하였다.

단근치의 경우 근관의 수는 치근의 수와 일치하는 경우가 많으나 상, 하악 소구치와 같이 치근의 형태가 협설측으로 넓고 치근 함몰을 가진 반면 근원심으로는 좁은 경우, 한 치근에 두 개 이상의 근관이 있는 경우를 임상에서 종종 볼 수 있다. 본 연구에서는 Weine⁵⁾의 분류에 의한 근관계의 형태 중 제 II형과 IV형은 근관이 치근단에서 합쳐지거나 분리되는 형태로서 근관의 세척과 성형 및 충전을 어렵게 하며 결국 근관치

료의 실패를 일으킬 수 있다는 점을 착안하여 근관계의 형태에 따른 치근단 부위의 근관의 형태 및 크기를 서로 비교해 보고자 하였다. 그러나 제 IV형의 근관계 형태는 방사선 사진 상 명확히 판정하기 어려워 본 연구에서는 배제하였고, 비교적 판정이 쉬운 제 I형, II형, III형으로 구분하여 평가하였다.

근관의 형태를 평가하는데 있어 일정한 기준이 요구되어 Jou 등⁹⁾이 제안한 기준을 차용하여 최대 폭경과 최소 폭경이 유사한 경우를 원형, 최대 폭경이 최소 폭경보다 큰 경우를 타원형, 최대 폭경이 최소 폭경의 두 배를 넘는 경우 편평형으로 가정하였다. 본 실험 결과 치근단공의 주형태는 제 I형 근관계 형태에서는 원형이었던 반면, 제 II형 근관계 형태에서는 편평형, 제 III형 근관계 형태에서 타원형으로 나타났다(Fig. 2, Table 1). Martos 등¹⁰⁾은 인간의 치아에서 치근단의 형태학적 분석을 통해 치근단공의 주된 형태는 원형(52.9%) 또는 타원형(25.2%)이었다고 보고하였고 본 실험 결과에서도 치근단공의 주된 형태는 원형(44.9%) 또는 타원형(37.2%)으로 나타나 유사한 결과를 보였다. 본 실험 결과 중 제 II형 근관계 형태의 경우, 편평형(60%), 난원형(25%)이 주된 형태로 나타났다으며, 이는 치수실에서부터 납작한 리본형의 근관형태를 가지며 이러한 형태는 치근단 근처까지 유지되어 치근단으로부터 5mm 근처에서도 긴 난원형 리본형태를 갖는다는 보고와 유사하였다⁶⁾. 반면, Marroquin 등¹²⁾과 정 등¹³⁾은 상, 하악 대구치에서 생리학적 치근단공의 주된 형태는 타원형(70%)이라고 보고하여 본 연구와 상이한 결과를 보였으나 이는 원형 이외의 편평형 형태를 모두 타원형으로 간주한 평가 기준의 차이에 기인한 것으로 사료된다.

특징적으로 치근단 isthmus를 complete isthmus와 partial isthmus로 구분하여 근관계의 형태에 따라 관찰한 결과 제 II형 근관계의 치근단부 근관의 절단면 형태에서는 주로 complete isthmus가 많이 나타난 반면, 제 III형 근관계의 치근단부 근

관의 절단면 형태에서는 partial isthmus가 월등하게 많이 나타났다(Fig. 3). 이는 치근단공의 형태가 근관계의 형태를 반영한다는 것을 뒷받침하는 결과로서 제 II형 근관계의 형태가 두 근관이 치근단에서 하나로 합쳐져 하나의 근단공으로 끝나는 연결형태인 반면, 제3형 근관계의 형태는 두 근관이 치근단까지 따로 주행하여 두 개의 근단공을 갖는 형태로서 한 치근에서 두 근관이 합쳐지지 못하고 인접하여 진행하기 때문에 결국 기구조작과 충전이 어려운 연결형태를 가지는 것으로 사료된다.

치근단공의 크기에 대한 기존의 연구^{13, 14)}에서 각 치아에 따른 치근단공의 크기는 상악 소구치의 210 μ m에서 하악 대구치 원심치근의 375 μ m까지 다양하게 보고되었으나 이 결과는 치근단공의 평균 크기를 조사한 것으로 최대 폭경과 최소 폭경을 함께 조사한 본 연구 결과와 직접적인 비교가 곤란하였다. Wu 등⁶⁾의 연구에서도 근관계의 형태는 고려하지 않고 상, 하악 소구치에서 하나의 근관과 두 개의 근관으로 구분하여 치근단부 근관의 절단면 상 협설, 근원심 폭경을 측정하여 본 연구의 결과와는 직접적인 비교가 곤란하였다. 본 실험에서 모든 근관계 형태에서 치근단부 근관의 절단면 상 최대 폭경과 최소 폭경 간에는 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 또한, 근관계 형

태 간 비교 시 최대 폭경에서 차이가 나타나 Scheffe 검정을 통한 사후분석에서 제2형 근관계 형태는 제1형과 3형 근관계 형태와 통계학적으로 유의한 차이를 보인 반면, 최소 폭경에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다. Grande 등¹⁵⁾은 편평형 형태의 근관을 가진 소구치의 치근 및 근관의 형태를 마이크로 CT로 분석한 결과 치근의 형태와 근관계 형태 간에는 밀접한 상관관계가 있으며 협설 폭경이 근원심 폭경보다 크다고 보고하였고, 이는 본 연구의 결과와 유사하였고 이 때 편평형 형태의 근관을 가진 소구치는 제2형 근관계의 형태를 가진 경우로 간주할 수 있다. 본 연구에서 대부분의 소구치 치근단부에서 근관계 형태에 관계없이 협설 폭경이 근원심 폭경보다 컸고, 특히 제 II형 근관계의 형태에서는 협설 폭경이 근원심 폭경보다 2배 이상 크게 나타났다. 비록 근관계의 형태에 관계없이 치근단부 근관의 최소 폭경인 근원심 폭경은 비슷한 크기를 가지나 최대 폭경인 협설 폭경에 있어서는 많은 차이를 보이기 때문에 치근단부 근관 성형시 근관계의 형태에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다.

협설방향으로 길고 근원심 방향으로 좁은 긴 난원형의 근관의 경우 근관의 직경 측정 방법이 애매하기 때문에 그 크기를 정확히 측정하기 어렵다. Wu 등¹⁶⁾의 연구에서와 같이 근관의 직경을 파일로 측정하는 방법

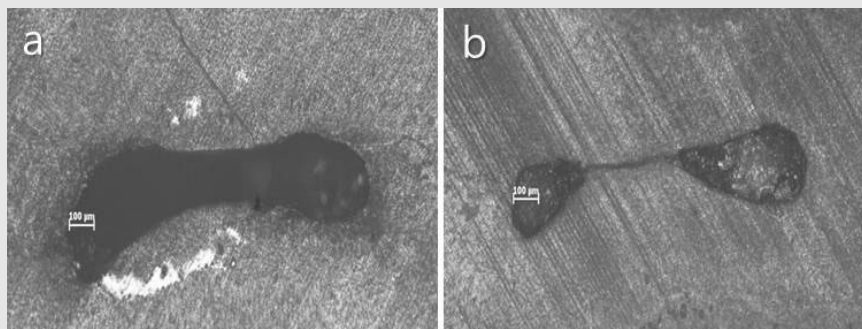


Fig. 3. Representative microscopic images of isthmuses. (50X magnification)
 (a) Type II root canal configuration, complete isthmus, (b) Type III root canal configuration, partial isthmus.

은 근관의 실제 크기를 반영하기 어려우며 난원형 근관의 경우 실제 크기와 격차가 더 커질 것으로 사료된다. 따라서 근관계의 형태에 따라 현재 사용되고 있는 근관치료용 기구들이 근관벽에 접촉하지 못할 가능성에 대한 고려가 필요하며 근관의 성형과 세정을 위한 더 좋은 방법이 연구되어야 한다. 뿐만 아니라 단지 기구만을 이용한 근관 확대는 치근의 치질을 약하게 하여 치근과절의 가능성을 증가시키기 때문에 치질을 약화시키지 않으며 최대한 근관 내에 미생물이나 잔사를 제거할 수 있는 기구의 폭경에 관한 추가적인 연구가 진행되어야 하리라 사료된다.

V. 결론

단근 소구치의 근관계 형태를 치과 방사선 사진과 치근의 형태를 참조하여 각각 20개씩 제 I형, II형, III형으로 분류한 다음 각 근관계의 형태에 따른 치근단부 근관의 절단면 형태 및 크기를 현미경 하에서 서로 비교, 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근관계 형태에 따른 치근단부 근관의 절단면 모양은 제 I형에서는 원형, 제 II형에서는 편평형, 제 III형에서는 타원형이 많이 나타났다.

2. 모든 근관계의 형태에서 치근단부 근관의 절단면 상 크기는 최대 폭경과 최소 폭경의 평균 값 간에 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 치근단부 근관의 절단면 크기 중 최대 폭경의 평균 값은 제 I형에서는 0.331, 제 II형에서는 0.519, 제 III형에서는 0.310 mm로 나타났으며 제 I형과 III형은 제 II형과 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 또한, 최소 폭경의 평균 값은 제 I형에서는 0.219, 제 II형에서는 0.183, 제 III형에서는 0.186 mm로 나타났으며 각 근관계 형태 간에 유의한 차이가 없었다.

이상을 종합해 볼 때 단근 소구치의 근관계 형태에 따라 치근단 부위 근관의 모양 및 크기는 서로 다르다는 것을 알 수 있었다. 따라서 임상에서 초기근관장 파일의 크기 설정 시 근관계 형태에 따라 치근단부위 근관의 단면 형태 및 크기가 고려되어야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc* 1955;50(5):544-552.
2. Saad AY, Al-Yahya AS. The location of the cementodentinal junction in single-rooted mandibular first premolars from Egyptian and Saudi patients: a histological study. *Int Endod J* 2003;36(8):541-544.
3. Ponce EH, Vilar Fernandez JA. The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by optical microscopy. *J Endod* 2003;29(3):214-219.
4. Mizutani T, Ohno N, Nakamura H. Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth. *J Endod* 1992;18(7):344-347.
5. Weine FS. *Endodontic Therapy*, 3rd ed, Mosby, 210-211, 1982.
6. Wu MK, R'Oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89(6):739-743.
7. Shin JS, Cho YB. Removal patterns of smear layer according to application temperature and time of EDTA. *J Kor Acad Cons Dent* 2002;27(5):535-542.
8. Jou YT, Karabucak B, Levin J, Liu D. Endodontic working width: current concepts and techniques. *Dent Clin North Am* 2004;48(1):323-335.
9. Burch JG, Hulen S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;34(2):262-268.
10. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J* 1998;31(6):384-393.
11. Martos J, Lubian C, Silveira LF, Suita de Castro LA, Ferrer Luque CM. Morphologic analysis of the root apex in human teeth. *J Endod* 2010;36(4):664-667.
12. Marroquin BB, El-Sayed MA, Willershausen-Zonnchen B. Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and mandibular molars. *J Endod* 2004;30(5):321-328.
13. Jeong H, Park SJ, Park SH, Choi GW. Morphology of the apical root canal system in Korean mandibular first molar. *J Kor Acad Cons Dent* 2009;34(2):137-144.
14. Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994;77(2):172-176.
15. Grande NM, Plotino G, Pecci R, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Micro-computerized tomographic analysis of radicular and canal morphology of premolars with long oval canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106(3):e70-76.
16. 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 Endo J* 2002;35(3):264-267.