

1

한국인의 영구 하악 제2대구치의 C형 근관 빈도와 형태 : Cone-Beam CT 자료 분석

부산대학교 치의학전문대학원 구강해부학교실¹⁾, 치과보존학교실²⁾, 부산대학교 통계학과³⁾
문정본¹⁾, 장주경²⁾, 손성애²⁾, 이효진³⁾, 박봉수¹⁾, 김현철²⁾ *

ABSTRACT

The incidence and types of C-shaped canal of permanent mandibular second molar in Korean sub-population: Cone-Beam CT data analysis

Dept. of Oral Anatomy¹⁾, Department of Conservative Dentistry²⁾, School of Dentistry, Pusan National University, Yangsan, Korea, Department of Statistics³⁾, Pusan National University, Busan, Korea
Jung-Bon Moon¹⁾, Ju-Kyong Jang²⁾, Sung-Ae Son²⁾, Bong-Soo Park¹⁾, Hyojin Lee³⁾, Hyeon-Cheol Kim²⁾

Objective : The aim of this study was to investigate the incidence of the C-shaped canal of permanent mandibular second molar (PMSM) in Korean sub-population using Cone-Beam CT (CBCT) data and analyze the types of C-shaped canal.

Materials & Methods : The protocol for this study was approved by the Institutional Review Board at the Pusan National University Hospital (E-2011039). Among the CBCT images taken of patients who visited the St. Benedict Dental Hospital (Busan, Korea) from May 2008 to April 2011 for implant surgery and surgical removal of impacted teeth, high-quality CBCTs from 705 patients (361 male and 342 female) were screened and 607 PMSMs of 383 patients were evaluated retrospectively. All PMSMs were anatomically analyzed in detail by using image viewer software (EasyDent; Vatech). PMSMs were evaluated in the axial plane to investigate the shape of root and canals. The C-shaped canals were classified into five types. The total incidence, gender ratio, bilateral and unilateral appearance, and the correlation between right-side and left-side occurrences of C-shaped PMSMs were computed and compared statistically using the chi-square test.

Results : Among the 607 PMSMs of 383 CBCTs of 187 females and 196 males, 198 PMSMs (32.6%) had C-shaped root and 158 PMSMs (26.0%) had C-shaped canals. The shape of C-shaped root canals at the furcation level did not have significant change at the level of mid root ($P < 0.0001$). Female had more prevalence of C-shaped root canals than male ($P < 0.0001$). The prevalence of bilateral occurrence of C-shaped root canals was higher than unilateral occurrence.

Conclusions : The occurrence of C-shaped PMSMs among a Korean population was 32.6% and was higher than other countries and ethnicities. Understanding the prevalence of PMSMs with a C-shaped root and/or canal in a Korean population may be useful for successful endodontic treatments.

Key words : C-shaped canal, C-shaped root, mandibular second molar; Cone-Beam CT; Korean

* Corresponding author : Hyeon-Cheol Kim, DDS, MS, PhD, Associate Professor
Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University, Beomeo-Ri, Mulgeum, Yangsan, Gyeongnam, 626-810, Korea
e-mail: golddent@pusan.ac.kr, Tel: +82-55-360-5222, Fax: +82-55-360-5214

I. 서론

C형 근관은 상하악의 소구치나 대구치에서도 드물게 나타나는 형태적 변이이지만, 하악 제2대구치(PMSM)에서는 상대적으로 흔히 나타나는 특이 형태이다.²⁾ C형 근관의 주요한 형태적 특성은 각각의 신경관을 연결하는 fin 또는 web이 존재하는 것이다. 이때 근관 입구는 두 개 혹은 세 개의 근관을 연결하는 180도 혹은 그 이상의 호를 이루는 하나의 리본 형태의 입구로 주로 나타난다³⁾. 전형적으로, 이러한 근관 형태는 협측이나 설측에서 치근의 융합이 있는 치아에서 나타난다. 일반적인 치과용 표준 필름에서는 치근이 모여 있는 삼각형 모양 혹은 사각형에 가까운 치근 외형을 갖는 경우가 많다. 이런 치아에서 치수강저는 보통 깊게 위치하고, 특이한 형태를 나타내기도 한다.

인종에 따라 치근과 근관의 모양 및 수가 다양하게 나타난다는 많은 보고가 있으며^{3, 4)}, 이러한 다양성은 유전적으로 결정이 되거나 종의 기원에서 유래하는 것으로 알려진다³⁾. 이전 연구에 따르면, PMSM에서 C형 근관의 빈도는 중국인에서 31.5%로 알려지고⁵⁾, 다른 인종에서보다 확연히 높다.⁴⁾

이러한 C형 근관은 치근의 형태에 의해 결정되는데, Hertwig's epithelial root sheath가 협측이나 설측 치근면으로 연결되지 못한 것이 C형 근관을 갖게 되는 C-shaped root의 주된 요인이라고 알려져 있다⁶⁾. 또한 C-shaped root는 시간의 흐름에 따른 백악질의 퇴적으로 융합되어 만들어지기도 한다⁶⁾. C형 근관계는 형태적으로 많은 다양성을 가지는 것으로 보인다. Melton 등⁷⁾은 C형 근관의 분류가 그들의 횡단면 형태에 따른다고 주장했다. 그러나 이 형태는 치근장축의 위치에 따라 다양하게 변화할 수 있어, 근관 형태 혹은 canal orifice의 모양이 실제 근관 형태의 정보를 제공하는 데는 한계가 있다⁸⁾. 특히, C-shaped orifice가 치수강저에서 치근단까지 지속적으로 이어질지 아닐지는 불분명하다⁹⁾.

최근 몇 년간, micro-computed tomography(CBCT)가 치아의 횡단면 연구뿐만 아니라, periradicular lesions의 위치나 크기의 진단, 평가에도 사용되어 왔다^{9, 10)}. 이러한 CBCT는 치근이나 근관의 형태에 대한 정밀한 연구에도 적합하다¹¹⁻¹³⁾. 이 연구의 목적은 CBCT 스캔 자료를 이용하여 한국인의 PMSM의 C형 치근이나 C형 근관의 발현 빈도를 조사하고, 그 형태가 치근의 위치에 따라 변화하는지 분석하는 것이다.

II. 재료 및 방법

이 연구 방법은 부산대학교병원 Institutional Review Board에서 승인을 받았다(E-2011039). 부산 성분도 치과병원에 내원한 한국인 환자 중, 2008년 5월에서 2011년 4월까지 임플란트 시술이나 외과적 발치(매복 제3대구치 발거 혹은 과잉치 발거)를 위해 촬영한 703명(여성 342명, 남성 361명)의 환자의 CBCT를 조사하였다.

CBCT는 Implagraphy system(Vatech, Seoul, Korea)으로 촬영된 것이며, 이 영상은 200 μ m(Pixel size) 해상도와 144mm(width) X 121mm(height)의 관찰범위를 갖는다. 본 연구 조사에서는 완전히 맹출하여 치근이 완성된 PMSM을 가진 환자만을 선택하였으며, 총 383명(여성 187명, 남성 196명)의 환자 자료를 평가에 사용하였다.

CT 영상은 전용 이미지 프로그램(EasyDent; Vatech, Seoul, Korea)을 사용하여, 세가지 평면(sagittal, coronal 및 axial)과 3차원 영상으로 재구성하여 평가하였다. 조사 대상의 모든 PMSM은 sagittal plane의 치수강에서 치근점 부위까지 높이 조정을 하면서 axial plane에서 치근과 근관의 형태에 대해 평가하였다. 이 과정에서 근원심 치근이 연결되어 있는 치아를 치근이개부 높이에서 평가하여 다음

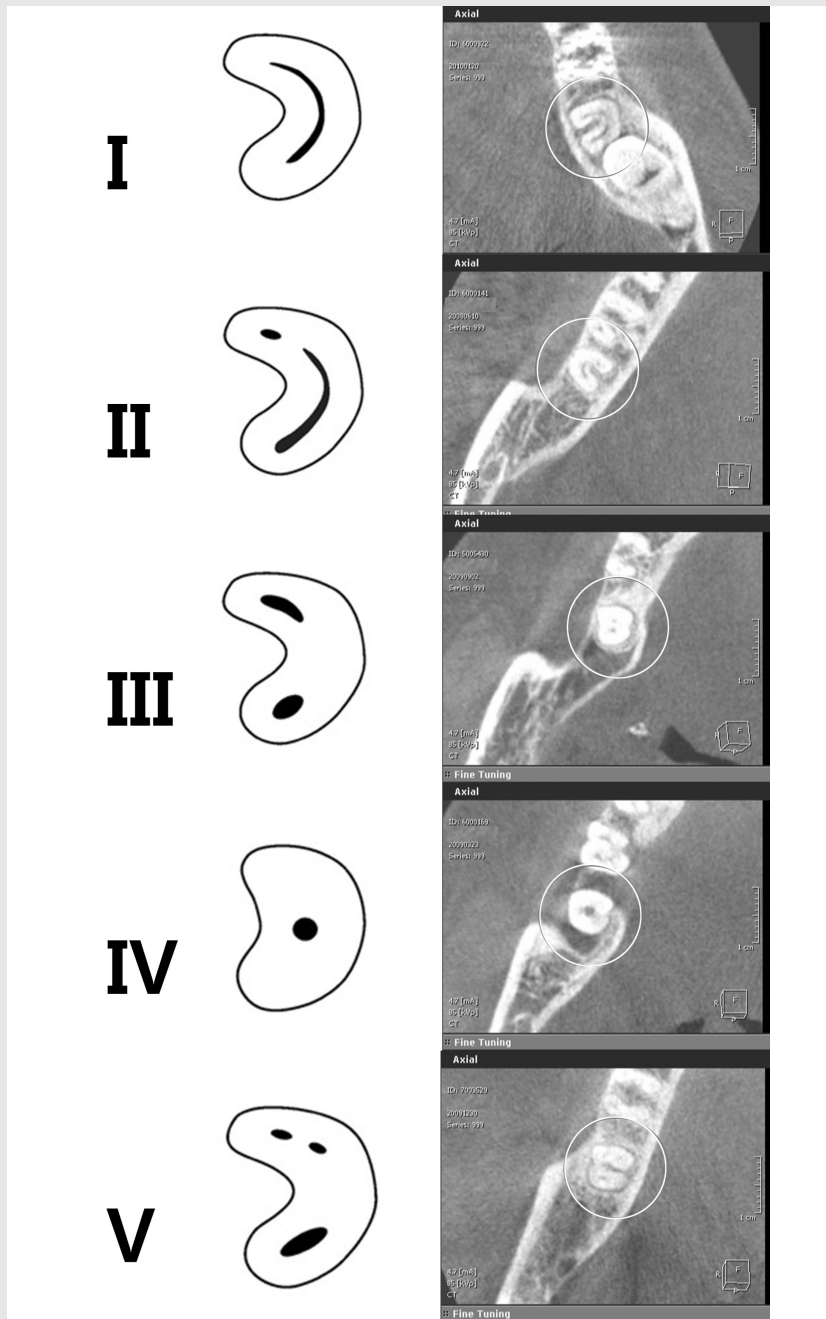


Fig. 1. Representative samples and types of C-shaped canal classified in this study.

의 기준으로 형태를 구분하였다(Figure 1): Type I: 끊어지거나 갈라지지 않은 연속된 “C” 형태, Type II: 근심협측에서 원심으로 길게 이어지는 리본형 근관과 분리된 근심 설측 근관을 갖는 “semicolon” 형태, Type III: 근심근관과 원심근관이 분리되어 보이는 “colon” 형태, Type IV: 횡단면이 하나의 원형 혹은 타원형 근관, Type V: 분리된 근심측 2근관과 원심측 1근관.

근원심 치근이 C형으로 연결되어 있는 융합 치근(Type I ~ Type V)의 다섯 분류 중, Type IV와 Type V처럼 실제 형태가 C 형과는 관련이 없는 것을 제외하고 순수한 C형 근관(Type I ~ Type III)을 가진 집단으로도 그 빈도를 분석하였다.

이러한 근관의 형태가 치근단으로 진행하며 얼마나 변화하는 지 파악하기 위해 치근이개부에서 근침부까지의 치근 길이 1/2 부위에서 다시 그 형태를 구분하고, 치근이개부에서의 C형 근관의 형태가 치근 중앙부에서 변화하는지를 χ^2 -test로 검증하였다. 아울러 C형 치근과 치근 이개부에서의 C형 근관의 빈도 비율이 남녀 성별에 따른 차이가 있는지 χ^2 -test 검증하

고, 좌우측 모두 PMSM를 가진 경우에서 C형 근관의 좌우측 발현 빈도 차이도 χ^2 -test로 평가하였다. 모든 통계학적 검증은 5% 유의 수준에서 시행하였다.

III. 결과

총 383명(여성 187명, 남성 196명)의 환자 자료에서 총 607개(여 303개, 남 304개)의 PMSM을 평가하였다. CBCT를 통해 평가한 607개의 PMSM 중에서 C형 융합 치근 및 C형 근관을 가진 경우(Type I ~ Type V)의 빈도를 Table 1에 나타냈다.

전체 PMSM에서 C형 융합 치근을 가진 전체(Type I ~ Type V)의 빈도는 32.6%(198/607)이고 C형 근관(Type I ~ Type III)으로 한정된 경우의 그 출현 빈도는 26.0%(158/607)이었다.

치근이개부에서 구분한 근관의 형태(Type I ~ Type V)는 치근 중앙부에까지 내려가면서도 유의한 변화를 보이지 않는 것으로 나타났고($P < 0.0001$), 치근 중앙부까지 Type I ~ Type III를 유지하는 C형

Table 1. Incidence and classification of the C-shaped root and canals

	Total N	Classification of the root						
		non-C			C			
		M1D1*	M2D1*	M1D2*	Type	at furcation	at mid root	
Female	303	182	1	1	Type I	44	32	119
					Type II	45	38	
					Type III	5	16	
					Type IV	9	13	
					Type V	16	20	
Male	304	224	0	1	Type I	25	20	79
					Type II	34	32	
					Type III	5	11	
					Type IV	2	2	
					Type V	13	14	
Total	607	406	1	2		198		

* Number of roots (M; mesial, D; distal), M1D1 (1 mesial root and 1 distal root), M2D1 (2 mesial roots and 1 distal root), M1D2 (1 mesial root and 2 distal roots)

Table 2. Bilateral occurrence (number of patients) of C-shaped root and root canals

	non C-shape		C-shaped root		C-shaped canal	
	bilateral		Unilateral	Bilateral	Unilateral	bilateral
Female (118)	63		Left 9 Right 4	42	Left 6 Right 2	27
Male (108)	75		Left 6 Right 4	23	Left 5 Right 3	16
total (226)	138		Left 15 Right 8	65	Left 11 Right 5	43

근관은 24%(146/607)이었다.

남녀 성별에 따라서는 여성이 더 많은 C형 융합 치근과 C형 근관을 가진 것으로 나타났다(Table 1, $P < 0.0001$).

제2 대구치를 좌우측 모두 가진 226명(여성 118명, 남성 108명)의 경우에서만 평가하였을 때, C형 융합 치근과 C형 근관의 양측 및 편측 발현 빈도는 Table 2와 같다. 좌측의 C형 근관과 우측의 C형 근관은 유의한 상관($P < 0.0001$)이 있고, 이들의 빈도로 보아 한 쪽에 C형 근관인 경우 다른 쪽도 C형 근관일 확률이 높다.

IV. 고찰

근관 형태의 변이에 관한 정보는 성공적인 근관치료에 있어서 필수적이다. 이는 근관을 찾지 못하고 남겨두는 것은 근관 내 미생물의 잔존에 의해 치료 실패로 귀결되기 때문이다¹⁴⁻¹⁷. 이 연구의 목적은 이러한 임상 상황을 최소화하기 위해 한국인의 하악 제 2대구치에서 C형 치근이나 근관의 발현 빈도와 그 형태의 변화에 관한 정보를 제공하기 위한 것이다.

C형 근관은 근관치료 과정에 있어 적절한 성형과 세정을 하는데 어려움을 만들수 있는 해부학적인 변이 요소이다. C형 근관에 대한 연구는 그 발현 빈도에 있

어서 인종적 특성에 따라 연구 범위가 국한되어 있고, 연구 내용 또한 제한적이다. 아시아권의 국가들을 포함하여 다양한 인종을 대상으로 한 연구에서 C형 근관의 발현 빈도는 대략 보고된 바가 있으나^{3-5, 8, 18}, 기존 연구 결과들은 대부분 발거 치아를 이용하였으며^{6, 7}, CBCT를 이용한 연구는 비교적 근래에 시작되었다^{8, 13, 19}.

본 연구에서는 내원환 환자의 기존 촬영된 CBCT 자료를 활용함으로써 추가의 방사선 노출없이 양질의 데이터를 얻을 수 있었으며 발거 치아나 방사선 사진을 이용하였던 기존 연구²⁰에서 포함한 치아의 수를 증가하는 표본을 포함하였다.

Al-Fouzan¹⁸은 분리된 근관 혹은 근관 입구가 관찰되더라도, 융합치근을 갖고 있으면서 근관의 전체적인 윤곽이 “C”이고, 치근면에 세로의 groove가 설측이나 협측에 존재하는 것을 C형 근관이라고 하였다.

이 연구에서는, 특징적으로, 이러한 구분의 차이에 따른 발현 빈도의 차이를 확인할 수 있도록 C형 치근과 C형 근관을 분리하여 평가하고, 그 형태가 치근의 위치에 따라 변화하는지에 대한 평가도 하였다. 연구 결과에 따르면, C형 치근 혹은 근관의 발현 빈도는 기존에 발표되었던 중국인에서의 발현 빈도와 비교할만하다. 즉, 본 연구에서 C형 치근의 빈도는 32.6%였으며 중국인의 발거 치아를 조사한 과거 연구⁵의

31.5% 발현 빈도와 한국인의 발거치 연구²⁰⁾로부터의 31.3% 발현 빈도와 유사하였다. 그러나 본 연구 결과에서는 실질적인 C형 근관이 아닌 C형 치근을 제외하였을 경우 그 빈도는 26%이었다. 이는 앞서 이루어진 연구들이 본 연구에서 구분한 것처럼 실제 C형과 유사한 근관만을 구분하여 포함하지 않고, C형 치근을 가진 type I에서 type V까지를 모두 포함하였기 때문이다.

근관 입구의 형태는 대부분이 연속된 “C”모양 혹은 세미콜론 형태 즉, type I과 type II가 우세하였다. 남녀 구분 없이 C형 치근에서는 148/198(74.75%), C형 근관에서는 136/146(93.15%)로 Type I과 Type II가 C형 치근/근관에서 차지하는 비율이 높았다. 본 연구에서 치근의 형태와 근관의 형태로 구분하여 그 빈도를 평가한 것은 치근의 모양보다는 근관의 모양이 임상적으로 더 중요하기 때문이다. 즉, 근관이 나 치근의 해부학적 형태 변이를 알고자 하는 것은 근관치료의 성공률을 높이고자 함이 목적인데, 본 연구에서 구분한 것처럼 type IV와 type V는 실제 C형 근관을 치료할 때 겪게 되는 성형과 세정의 어려움이 그다지 크지 않은 일반적인 하악 대구치와 유사한 분리형 근관(type IV)이나 원통형 단일 근관(type V)이기 때문이다.

특이하게도 이전의 다른 연구¹³⁾에서는 성별에 따른 C형 근관의 발현 빈도가 큰 차이가 없다고 하였음에 반해, 이 연구에서는 한국인 여성(119/303; 39%)에서 남성(79/304; 26%)보다 더 큰 빈도로 C형 근관이 호발하였다. 이 결과는 근관치료 과정에 임상적인 어려움을 더 많이 겪을 수 있는 C형 근관의 발현 가능성이 여성에서 더 높다는 것을 염두에 두고 하악 제2대구치의 근관치료를 임하여야 한다는 것을 의미한다. 그러나 이러한 성별에 의한 차이는 더 많은 표본수에 의해 변화될 수도 있으므로 추가 연구를 진행할 가치가 있다고 하겠다.

또 본 연구에서 특이하게 평가한 것은 C형 근관의

발현 및 그 형태가 근관 입구(치근 이개부 높이)에서 평가한 것과 달리 치근 중앙부에서도 여전히 형태가 유지되는지에 대한 것이다. Fan 등²¹⁾은 고해상도 micro CT를 이용한 연구에서 C형 근관이 그 평가 위치에 따라 모양이 변화한다는 것을 주장하면서 C형 근관의 모양이 전체 길이까지 계속될 것이라고 단정할 수 없다고 하였다. 그러나, 본 연구 결과에서는, 대부분 근관 입구에서의 형태가 치근 중앙부까지 유지되는 것으로 나타났으며, 이는 근관 성형 및 세정 과정에 참고할만한 자료가 될 수 있다. 그러나 치근 중앙부로 가까워질수록 근관이 좁아지고 CBCT의 해상도 한계 (Pixel size: 200 μ m)로 그 형태를 더욱 명확히 판단하기는 어려웠다. 장비의 발전과 함께 해상도가 더 좋아지면 근관의 형태 변화 여부에 관한 추가 연구가 더욱 가치 있을 것으로 예상된다.

고도의 치주염을 가진 치아의 경우, 원심 설측 치근을 갖는 하악 제1대구치나 제2대구치에서 C형 치근의 존재는 치근에 깊은 설측구를 갖게 하여 국소적인 치주조직의 파괴에 대한 기여 요소가 될 수 있다^{22, 23)}. 따라서 발거치를 이용한 연구는 여러가지 임상 병리적으로 발치 가능성이 높은 C형 근관의 치아가 실제보다 더 높은 빈도를 보이게 하는 원인이 될 수도 있다는 점을 고려할 필요가 있다. 임상 상황에서는, 근관치료를 위한 CT 스캔의 활용이 쉽지 않고, CBCT의 일반화된 사용은 명확히 금기이다. 그렇지만, 적응증이 되는 경우에 있어서는, 정확하면서도 비파괴적인 검사 수단인 CBCT가 되어, 근관계의 형태를 검사하는데 도움이 될 뿐만 아니라 근관치료 과정 중에 근관을 빠트리는 실수를 피하는 데 큰 도움이 된다²⁴⁻²⁷⁾. 전통적인 방사선 사진의 판독이나 수평각을 변화한 부가 촬영 등이 중요하지만, 현존하는 CBCTs로부터 얻은 정보의 비교는 하악 제2대구치의 C형 치근이나 C형 근관의 발현 빈도를 제공하고, 이는 성공적인 근관치료를 위한 유용한 정보가 될 수 있을 것이다.

V. 결론

본 연구 조건하에서의 연구 결과, 다음의 결론을 얻을 수 있었다:

- 한국인에서 C형 융합 치근을 가진 경우는 전체의 32.6%이고, C형 근관의 출현 빈도는 26.0%이

었다.

- 치근이개부에서의 근관 입구 형태는 치근 중앙부 에까지 내려가면서도 유의한 변화를 하지 않는다.
- 여성이 남성에 비해 더 많은 C형 융합 치근과 C형 근관을 빈도를 나타냈다.
- 한 쪽에 C형 근관인 경우 다른 쪽도 C형 근관으로 양측성 발현 확률이 높다.

참 고 문 헌

1. Cooke HG, Cox FL. C-shaped canal configurations in mandibular molars. *J Am Dent Assoc* 1979;99:836-839.
2. Sidow SJ, West LA, Liewehr FR, Loushine RJ. Root canal morphology of human maxillary and mandibular third molars. *J Endod* 2000;26:675-678.
3. Gulabivala K, Opananon A, Ng Y-L, Alavi A. Root and canal morphology of Thai mandibular molars. *Int Endod J* 2002;35:56-62.
4. Haddad GY, Nehme WB, Ounsi HF. Diagnosis, classification, and frequency of C-shaped canals in mandibular second molars in the Lebanese population. *J Endod* 1999;25:268-271.
5. Yang ZP, Yang SF, Lin YL. C-shaped root canals in mandibular second molars in Chinese population. *Endod Dent Traumatol* 1988;4:160-163.
6. Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars. Part II. C-shaped canals. *Int Endod J* 1990;23:40-45.
7. Melton DC, Krell KV, Fuller MW. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. *J Endod* 1991;17:384-388.
8. Fan B, Yang J, Gutmann JL, Fan M. Root canal systems in mandibular first premolars with C-shaped root configurations. Part I: Microcomputed tomography mapping of the radicular groove and associated root canal cross-sections. *J Endod* 2008;34(11):1337-1341.
9. Kim E, Kim KD, Roh BD, Cho YS, Lee SJ. Computed tomography as a diagnostic aid for extracanal invasive resorption. *J Endod* 2003;29:463-465.
10. Stechow DV, Balto K, Stashenko P, Miller R. Three-dimensional quantitation of periradicular bone destruction by micro-computed tomography. *J Endod* 2003;29:252-256.
11. Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry using high-resolution computed tomography. *J Dent Res* 2000;79:1405-1409.
12. Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster J. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *J Endod* 1995;21:561-568.
13. Zheng Q, Zhang L, Zhou X, Wang Q, Wang Y, Tang L, Song F, Huang D. C-shaped root canal system in mandibular second molars in a Chinese population evaluated by cone-beam computed tomography. *Int Endod J* 2011;44:857-862.
14. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* 1997;30:297-306.
15. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;85:86-93.
16. Siren EK, Haapasalo MP, Ranta K, Salmi P, Kerosuo EN. Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected

참 고 문 헌

- for microbiological investigation. *Int Endod J* 1997;30:91-95.
17. Molander A, Reit C, Dahlén G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* 1998;31:1-7.
 18. Al-Fouzan KS. C-shaped root canals in mandibular second molars in a Saudi Arabian population. *Int Endod J* 2002;35:499-504.
 19. Zhang R, Wang H, Tian YY, Yu X, Hu T, Dummer PM. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in Chinese individuals. *Int Endod J* 2011;44(11):990-999.
 20. Seo MS, Park DS. C-shaped root canals of mandibular second molars in a Korean population: clinical observation and in vitro analysis. *Int Endod J* 2004;37(2):139-144.
 21. Fan B, Cheung GS, Fan M, Gutmann JL, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I--Anatomical features. *J Endod* 2004;30(12):899-903.
 22. Santana RB, Uzel MI, Gusman H, Gunaydin Y, Jones JA, Leone CW. Morphometric analysis of the furcation anatomy of mandibular molars. *J Periodontol* 2004;75(6):824-829.
 23. Huang RY, Lin CD, Lee MS, Yen CL, Shen EC, Chiang CY, Chiu HC, Fu E. Mandibular disto-lingual root: a consideration in periodontal therapy. *J Periodontol* 2007;78:1485-1490.
 24. Matherne RP, Angelopoulos C, Kullid JC, Tira D. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *J Endod* 2008;34:87-89.
 25. Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. *J Endod* 2007;33:1-6.
 26. Peck JL, Sameshima GT, Miller A, Worth P, Hatcher DC. Mesiodistal root angulation using panoramic and cone beam CT. *Angle Orthodont* 2007;77:206-213.
 27. Taylor C, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schinler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 2007;33:1121-1132.