

한국인의 하악 구치의 근관 형태에 관한 후향성 연구

연세대학교 치과대학 치과보존학교실

정일영 · 금기연 · 이승종 · 이찬영

Abstract

A RETROSPECTIVE STUDY OF ENDODONTICALLY TREATED MANDIBULAR MOLARS IN A KOREAN POPULATION

Il-Young Jung, Kee-Yeon Kum, Seung-Jong Lee, Chan-Young Lee

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

A retrospective in vivo study of endodontically treated mandibular molars was conducted. The radiographs and clinical records of mandibular molars that had been treated endodontically in the Dental hospital of Yonsei University from 1986 to July 1997 were reviewed and categorized. A total of 1751 cases were studied and following results were obtained.

1. The number of root canals in mandibular first permanent molar in a Korean population revealed three in 53.2%, four in 23.0%, two in 18.4%, C-shaped canal in 5.0%, and one in 0.4%.
2. In mandibular second molar, three canals was observed in 53.2%, four in 22.2%, two in 14.9%, C-shaped canal in 9.1%, and one in 0.6%.
3. In the results of the percentage of 4 canals of mandibular first molars at various age, before age 20, 37.7% was obtained whereas 19.3% after 30.
4. 7.94% of mandibular first molars examined were found to have three roots.
5. The mandibular second molar had C-shaped canals in 9.1%.

I. 서 론

근관치료의 목적은 근관내의 모든 자극원을 제거하고 이를 3차원적으로 완전히 밀폐하는 것이다. 이를 통해 치근 주위 조직과 구강내의

교통을 차단하여 건강한 치주 조직을 보존할 수 있다. 이러한 근관 치료의 목적을 얻기 위한 첫 번째 단계는 치아 내부의 근관계의 정확한 형태를 파악하여 치수 조직이나 기타 치근단 부위의 자극원이 모두 제거될 수 있게 하는

작업이며 이를 위해 치아의 근관 형태에 관한 기본적인 자료를 숙지하고 있어야 함은 필수적이다.

근관형태에 관한 기본적인 연구는 이미 오래전부터 여러 연구자들에 의해 시행되어 왔다.^{2, 12, 13, 14, 21, 24} 그러나 최근의 근관실패 원인과 근관 형태와의 상관성에 대한 연구^{4, 19, 28}와 근관 치료시 미세 현미경의 사용은 이전의 근관형태에 대한 자료의 재검토를 필요로 하고 있다. 특히 상악 제1대구치의 근심협축 치근에서 2근관의 가능성에 대해 Chopra등³은 81.3%, Neaverth등¹⁹은 77.2%, Fogel등⁹은 71.2%를 각각 보고하여 이전의 연구^{14, 20}에 비해 크게 증가된 빈도를 보여주었다. 또한 하악 제1대구치에서도 이전의 보고와는 다른 결과를 보여주는 연구들이 나오고 있는데 Goel등¹⁰은 원심 치근에 2근관이 나타나는 빈도에 대해 40%로 보고하였으며 Caliskan등²도 51.92%로 보고하고 있다. Christie 등⁴은 하악 제1대구치에서 원심축 치근에 2근관이 높은 빈도로 나타나므로 전통적인 방법의 근관개방은 근관을 찾는데 실수를 하게 된다고 하였다. 또한 Fabra-Campos⁸는 760개의 하악 구치의 근심 치근을 조사하여 근관이 3개일 경우를 2.6%라고 보고하였는데 이 또한 이전의 보고와는 차이가 있다. 이러한 근관수에 대한 지식의 변화는 임상가들에게 근관치료의 새로운 기준을 제시하고 있다. 한편 Hess¹³는 치아는 나이가 들어감에 따라 이차 상아질이 침착하여 처음의 하나의 근관이 분리되거나 다양한 형태의 협부로 연결된 복잡한 모양의 근관을 만들어 낸다고 하였고 Thomas등²³은 이렇게 하나의 근관이 복잡한 형태로 변화하는 것은 치근에 구(groove)를 갖고 있는 치근에서 자주 나타난다고 하였다. 이러한 변화를 치료 전에 미리 이해하고 있는 것은 술자로 하여금 다양한 나이의 환자를 올바르게 치료하는데 큰 도움을 준다. 또한 치근형태 및 근관형태에 관하여 인종간의 차이를 보여주는 연구들도 많이 나오고 있는데 이들의 연구는 특히 하악 구치에서 뚜렷한 차이를 보여주고 있다. 예를 들면 Walkers등²⁶은 홍콩내 중국인의 하악 제1대구치가 치근이 3개일 경우가 14.6%라고 보고하였는데

이는 Souza-Freitus등²²이 코카시안들을 대상으로 조사한 4.3%에 비해 거의 3배나 그 빈도가 높은 것이다. 또한 Curzon^{6, 7}은 에스키모와 영국계 코카시안들의 하악 대구치에서 치근이 3개인 경우를 조사하였는데 에스키모의 19%에 비해 영국계 코카시안들은 3.4%로 그 빈도에서 뚜렷한 차이를 보였다.

한편 하악 대구치에서 흔히 볼 수 있는 독특한 형태의 근관으로 'C-shaped canal'이 있다. 이는 1908년 Keith¹⁷에 의해 네안데르탈인의 형태를 연구하면서 처음으로 언급되었고 이러한 형태의 치근을 근거로 네안데르탈인이 현 인류의 조상인지에 대한 논란이 있어왔다. Cooke등⁵은 이러한 'C-shaped canal'을 기술하면서 정확한 자료 제시 없이 'C-shaped canal'의 빈도를 8%라고 보고하였으며 Weine등²⁵은 75개의 발치된 제2대구치를 연구하여 2.7%의 빈도를 보고하였다. Yang등²⁹과 Walker²⁷, 그리고 Manning¹⁷도 'C-shaped canal'을 조사하여 이러한 형태의 치아는 Mongoloid 집단에서 더 많이 볼 수 있다고 하였다.

따라서 본 연구의 목적은 한국인의 하악 구치의 치근과 근관형태에 관한 유용한 자료를 제시하고 특히 하악 제1대구치에서 제3치근을 갖는 경우와 하악 제2대구치에서 'C-shaped canal'이 나타나는 빈도를 알아보아 다른 인종 집단과 그 차이를 알아보려는데 있다.

II. 연구재료 및 방법

1. 자료 수집

본 연구에서 사용한 자료는 1986년부터 1997년 6월까지 연세대학교 치과병원 보존과에 내원하여 하악구치의 근관치료를 받은 1532명의 환자의 1751개의 치아에 대한 근관치료 기록부에서 추출한 것이다. 이들 근관치료 기록부에는 환자 이름, 나이, 성별, 치아, 근관장 측정 방사선 사진, 근관장 측정 내용, 최종 근관장 측정 사진, 그리고 충전 후 사진이 포함되어 있다. 이들 자료 일부에는 환자의 나이와 성별 같은 일부 기록이 빠져있는 것도 있으나 기본적인 근관 형태에 관한 분석에는 이들 자료를

모두 사용하였으며 환자 나이에 따른 분석을 하였을 때 나이가 기록이 안되어 있는 자료는 제외하고 분석하였다.

2. 자료 분석

근관치료 기록부에 기록되어 있는 치근수와 근관수를 그대로 인용하여 분석하여 다음과 같은 항목을 평가하였다.

(1) 모든 하악 구치

근관수(2 근관, 3근관, 4근관, 'C-shaped canal', 기타)

(2) 하악 제 1대구치

근관수가 4개인 경우를 나이에 따라 분석하고 치근수가 3개인 경우 인종에 따른 차이를 비교하였다.

(3) 하악 제 2대구치에서 'C-shaped canal' 이 양측성으로 나타나는 경우

근관기록부를 통해 'C-shaped canal' 로 확인된 환자의 반대측 제 2대구치의 근관치료 기록부 및 치근단 방사선 사진이 유용한 경우 양측성으로 나타나는 경우를 조사하였다.

III. 결 과

1. 하악 구치

본 연구에서 하악 구치들의 근관 형태를 관찰한 결과 1치근-1근관, 1치근-2근관, 1치근-3근관, 2치근-2근관, 2치근-3근관, 2치근-4근관, 3치근-3근관, 3치근-4근관, 'C-shaped canal' 들이 관찰되었으며 이를 치근수와 근관수에 따라 표 1과 2에 정리하였다.

2. 하악 제 1대구치

근관 기록부에서 나이를 확인할 수 있으면서 하악 제1대구치인 654개의 치아를 대상으로 4 근관을 갖는 경우를 분석하여 표 3에 나타내었다.

3. 하악 제 2대구치에서 양측성 'C-shaped canal'에 대한 분석

여기에 해당되어 반대측 제 2대구치를 분석할 수 있는 경우는 모두 23명의 환자였으며 이중 11명의 환자(47.8%)가 양측성으로 'C-shaped canal' 을 갖는 것으로 분석되었다.

Table 1. 하악구치의 치근수에 따른 분류 (%)

	표본수	1치근	2치근	3치근	4치근	C-shaped
하악 제 1대구치	945	2.8	84.1	7.9	0.2	5.0
하악 제 2대구치	806	1.5	79.0	10.2	0.2	9.1

Table 2. 하악구치의 근관수에 따른 분류 (%)

	표본수	1근관	2근관	3근관	4근관	C-shaped
하악 제 1대구치	945	0.4	18.4	53.2	23.0	5.0
하악 제 2대구치	806	0.6	14.9	53.2	22.2	9.1

Table 3. 4근관을 갖는 하악 제1대구치의 나이에 따른 분류 (%)

나이	표본수	4근관
20세 이하	69	37.7
21 - 30	259	23.2
31 - 40	130	14.6
41 - 50	92	25.0
51 이상	104	20.2

IV. 총괄 및 고찰

치아의 근관과 치근의 형태를 연구하는 방법으로는 크게 발치된 치아를 이용하여 시행하는 *in vitro* 연구와 근관 치료를 하면서 얻은 정보를 이용하여 시행하는 *in vivo* 연구^{5, 12, 19, 30)} 들로 나누어 볼 수 있다. 발치된 치아를 이용하는 방법에도 염색약을 투여하여 투명 표본을 제작하여 분석하는 방법^{2, 16, 29)}, file이나 다른 방사선 불투과 물질을 근관내에 삽입한 후 방사선 사진을 촬영하여 분석하는 방법^{20, 25)}, 그리고 레진 등으로 근관의 형태를 복제하여 분석하는 방법^{13, 21)}이 이용되어 왔다. 이러한 *in vitro* 연구는 실제 임상에서 근관을 분석하는 방법에

비해 보다 정확한 분석이 가능하다. 그러나 실제 임상 상황과 유사하면서 많은 수의 표본을 가지고 분석할 수 있다는 장점 때문에 근관치료 기록에 의한 방법을 본 연구에서 사용하였다.

하악 구치의 해부학적 형태에 대해서는 이미 많은 연구자들^{11, 12, 13, 14, 21, 30)}에 의해 연구되었는데 이를 표 4에 정리하였다.

본 연구에서 하악 제1대구치와 제2대구치의 근관 형태를 분석한 결과 이 전의 연구에 비해 4근관을 갖는 비율이 적었다. 이러한 차이에 대해서는 몇가지 설명이 가능하다. 본 연구에 사용된 표본은 상당수가 수련과정을 받는 전공의들에 의해 근관 치료를 받은 치아들이다. 따라서 아직 근관형태의 다양성에 익숙치 않은

Table 4. 하악 구치의 근관 형태에 관한 이전의 연구들

연구자	치아	연구방법	표본수	2근관	3근관	4근관
Hess	하악 구치	vulcanite casts	512	17.7%	78.0%	4.0%
Griffin 등	하악 제1대구치	근관치료	203	0	72.5%	27.5%
Skidmore 등	하악 제1대구치	plastic casts	45	6.7%	64.4%	28.9%
Yew 등	하악 제1대구치 (Chinese)	근관치료	832	6.0%	62.5%	31.5%
Hartwell 등	하악 제1대구치	근관치료	846		64.8%	35.1%
Ingle 등	하악 제1대구치	?	?	6.7%	64.4%	28.9%

상태에서 미세한 근관은 찾지 못했을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 또한 근관 형태의 정의가 제대로 이루어지고 시행된 것이 아닌 후향성 연구라는 한계도 이러한 차이를 설명할 수 있다. 예를 들어 본 연구에서 사용되었던 표본의 경우 하나의 치근에서 2개 근관의 존재로 판정할 때 좁은 isthmus로 연결된 근관들을 판정하는 기준이 일률적이지 않았을 가능성이 있다. 이러한 경우 단지 치근단공이 하나라는 이유로 1근관으로 판정되었다면 그 비율이 감소되었을 수 있다. 마지막으로 인종에 따른 차이를 생각해 볼 수 있다. 그러나 중국인 집단³⁰⁾에서 31.5%에서 4근관을 보이고, 터키인 집단²⁾의 경우 원심측 치근에서 무려 50% 이상에서 2근관을 보이며 대부분의 연구에서 30% 정도의 비율을 보인다는 사실을 감안하면 본 연구에서 나온 결과는 인종적 차이로만 보기에는 다소 어려움이 있다. 나이에 따른 4근관을 갖는 비율은 20세 이하인 경우 37.7%를 보인데 반해 30세 이상인 경우 19.3%의 빈도를 보였다. 216개의 상악 제1대구치의 근심 협측 근관의 나이에 따른 형태 변화를 연구한 Thomas등²³⁾은 10세 이하에서 1근관이 42.4%로 나타났으나 이후의 연령중에서는 1근관의 비율이 유의성 있게 감소하여 30세 이상에서는 21.4%를 보였다고 하였다. 이에 대한 설명으로 이차 상아질이 침착하여 처음의 1근관이 2근관 1치근단공으로 분리되며

계속되는 상아질 침착은 2근관 2 치근단공을 이룬다고 주장하였다.

본 연구는 Thomas등의 연구와는 근본적으로 연구하는 치아와 근관이 다르고 10대 이하의 표본수가 작아 나이에 따른 분류가 달랐기 때문에 직접 비교는 할 수 없었다. 그러나 4근관의 빈도가 30대 이후에서 20세 이하에 비해 반으로 줄어든 사실은 Thomas등의 연구와는 반대의 결과로 볼 수 있다. 이에 대해서는 분명한 설명을 할 수는 없으나 나이의 증가와 비례하여 이차 상아질의 침착으로 실제 임상에서 작아진 근관을 찾지 못한 경우도 일부 있으리라 생각된다. 본 연구와 비슷한 방법으로 근관 치료를 받은 상악 제1대구치의 근심협측 치근에서 2개의 근관과 나이의 상관관계를 연구한 Neaverth등¹⁹⁾도 환자의 나이가 들어감에 따라 찾아낼 수 있는 근관수가 줄어든다고 하였다. 따라서 Thomas 등이 사용한 방법이 in vitro 였다는 것을 감안하면 본 연구와의 차이는 이러한 관점에서 해석되어야 할 것이며 향 후 이에 대해 보다 세밀한 연구가 필요하리라 생각된다.

본 연구에서는 또한 제1대구치에서 치근이 3개인 경우를 분석하였는데 이를 이전의 연구들^{6, 7, 14, 22, 26, 30)}과 비교하여 표 5에 나타내었다.

위의 결과를 살펴보면 코카시안들에 대해 행해진 대부분의 연구에서 4% 미만을 보인데 한국인들에서는 다소 높은 비율을 보였다. 그

Table 5. 하악 제1대구치에서 3개의 치근을 갖는 빈도의 인종간 비교 (%)

연구자	인종	제 3치근
Souzo-Freitus 등	Caucasoids	4.3
Curzon	Eskimo	19
Curzon	English Caucasians	3.4
Walkers 등	Chinese	14.6
Ingle 등	*N-S	2.2
Yew 등	Chinese	21.5
정 등 (본 연구)	한국인	7.9

*N-S ; 특정 집단을 표기하지 않음

러나 중국인들과 에스키모인들에 대해서 행해진 연구결과에 비해서는 크게 차이를 보였다. 본 연구에서는 모두 945개의 하악 제 1대구치를 검사하였기 때문에 여기서 분석된 7.9%는 이전의 연구에 비해 상대적으로 많은 표본수에서 나온 수치라는 점에서 중국인들과 차이를 앞으로 다시 평가해보는 것도 필요한 일이라고 생각된다. 또한 Manning¹⁶⁾은 하악 제2대구치를 분석하여 치근이 3개인 경우는 2%라고 하였는데 본 연구의 10.2%와는 큰 차이를 보였으나 이에 대한 이전의 기록들이 부족하여 어떠한 결론을 이끌어 낼 수는 없었다.

‘C-shaped canal’은 하악 제2대구치에서 자주 나타나는 해부학적 변형으로 몽골 계통의 인종과 아시아권 사람에게 많이 나타난다고 보고되어 졌다^{17, 27, 29)}. Manning¹⁷⁾은 이를 근거로 네안데르탈인이 아시아인을 포함한 몽골 계통의 인종의 조상으로 생각되고 있다고 하였다. 이러한 ‘C-shaped canal’은 근관 확대시 많은 어려움을 야기하며 따라서 이러한 형태의 근관의 빈도를 예측하고 술전에 미리 파악하여 가능한 경우 보다 보존적인 치료를 시행하는 것이 현명한 치료 방법이라고 볼 수 있다. 본 연구에서 행해진 ‘C-shaped canal’에 대한 분석 결과 그 빈도는 9.1%로 조사되었는데 이는 이전의 Cooke⁵⁾과 Weine²⁵⁾의 결과보다는 높은 수치이나 99명의 코카시안들과 14명의 아시아인, 그리고 10명의 다른 인종들로 구성된 표본에서 시행된 Manning¹⁷⁾의 12.8% 보다는 낮다. 같은 논문에서 Manning은 아시아인에서 유의성있게 높게 나타난다고 하였다. 그러나 이들 연구 모두 표본수가 작으며 현재까지 코카시안들에 대한 ‘C-shaped canal’의 정확한 자료가 없어 본 연구의 수치를 가지고 인종적 차이를 말 할 수는 없었다. Yang²⁹⁾은 중국인 집단을 대상으로 ‘C-shaped canal’에 대한 자세한 보고를 하였다. 그들은 발치된 581개의 하악 제2대구치의 투명 표본을 제작하여 분석한 결과 ‘C-shaped root’의 빈도를 31.5%라고 보고하였고 ‘C-shaped canal orifice’의 빈도는 21.5% 였으며 ‘True C-shaped root canal’은 13.9%를 보였다고 하였다. 본 연구에서는 ‘C-shaped root ca-

nal’에 대한 자세한 분류를 할 수 없었기 때문에 이에 대한 직접 비교는 어렵다. 그러나 본 연구에서 조사된 ‘C-shaped canal’은 근관공 부위부터 치근단까지 연결되어 있는 경우가 대부분이기 때문에 Yang등의 ‘True C-shaped root canal’의 분류로 포함시킬 수 있다. 따라서 중국인들의 13.9%에 비해 다소 적은 결과를 보였다고 해석하는 것이 합리적일 것으로 생각된다. 한편 ‘C-shaped canal’은 제1대구치에서도 5.0%의 빈도를 보였다. 제 1대구치의 경우 예상치 못하게 높은 결과가 나왔는데 이를 비교할 이전 연구들의 유용한 자료가 없어 앞으로 계속 연구되어야 할 사항으로 생각된다. 또한 본 연구에서 시행된 하악 제 2대구치에서 ‘C-shaped canal’이 양측성으로 나타날 경우는 47.8%로 조사되었는데 표본수가 23명으로 그 수가 충분치 않아 이에 대한 보다 많은 수의 표본을 대상으로 한 연구가 필요하다. 이외는 조금 다르지만 Walkers²⁶⁾은 하악 제 1대구치에서 치근이 3개일 경우 양측성으로 나타나는 경우는 31명의 환자중 19명이라고 보고하였으며 Yew³⁰⁾도 양측성으로 나타날 경우가 67%라고 보고하여 이러한 해부학적 변형이 양측성으로 나타나는 경우가 보다 많다고 주장하였다. 따라서 방사선 사진만으로 ‘C-shaped canal’의 존재를 확인 못하는 경우를 감안하면 본 연구에서 조사된 빈도도 더욱 높아질 가능성이 있으므로 근관 치료시 이에 대한 고려를 하는 것이 바람직 하리라 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 1986년부터 1997년 6월사이 연세대학교 치과대학 병원 보존과에 내원하여 근관치료를 받은 1751명의 근관치료 기록부를 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 한국인의 하악 제1대구치에서 가장 자주 보이는 근관 형태는 3개의 근관(53.2%)을 갖는 경우였으며 4개의 근관(23.0%), 2근관(18.4%), ‘C-shaped canal’ (5.0%), 1근관(0.4%)의 순서로 그 빈도가 많았다.
2. 한국인의 하악 제2대구치에서 가장 자주 보

- 이는 근관 형태는 3개의 근관(53.2%)을 갖는 경우였으며 4개의 근관(22.2%), 2근관(14.9%), 'C-shaped canal'(9.1%), 1근관(0.6%)의 순서로 그 빈도가 많았다.
3. 한국인의 하악 제1대구치의 나이에 따른 4근관 갖는 비율을 조사한 결과에서는 20세 미만에서 37.7%로 나타나는데 반해 30세 이상에서는 19.3%의 비율을 보였다.
 4. 하악 제 1대구치에서 3개의 치근을 갖는 경우는 7.94%로 이전의 연구에서 보여진 코카시안들에 비해 2배정도의 높은 빈도를 보였으나 에스키모와 중국인들을 대상으로 시행된 연구에 비해서는 그 빈도가 작았다.
 5. 하악 제2대구치에서 'C-shaped canal'의 빈도는 9.1%였으며 양측성으로 나타날 경우는 47.8%였고 향후 보다 정확한 방법에 의한 연구가 필요하리라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Barnett F : Mandibular molar with C-shaped canal. *Endod Dent Traumatol* 1986 ; 2 : 79-81
2. Caliskan MK, Pehlivan Y, Sepetcioglu F et al : Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. *J Endodon* 1995 ; 21 : 200-4
3. Chopra P, Bal CS : Study of root canals and their configuration in buccal roots of maxillary first permanent molar. *Indian Journal of Dental Research*. 1989 ; 1 : 3-14.
4. Christie WH, Thompson GK : The importance of endodontic access in locating maxillary and mandibular molar. *J Can Dent Assoc* 1994 ; 60 : 526-32.
5. Cooke HG., Cox FL : C-shaped canal configurations in mandibular molars. *J Am Dent Assoc* ; 1979 : 99 : 836-9
6. Curzon MEJ. : Three-rooted mandibular molars in the Keewatin Eskimo. *Can Dent Assoc* 1971 ; 37 : 71-3
7. Curzon MEJ. : Three-rooted mandibular permanent molars in English Caucasians. *J Dent Res* 1973 ; 52 : 181
8. Fabra-Campos H. : Three canals in the mesial root of mandibular first permanent molars : a clinical study. *Int Endod J* 1989 ; 22 : 39-43.
9. Fogel HM, Peikoff MD, Christie WH : Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar : a clinical study. *J Endodon*. 1994 ; 20 : 135-7.
10. Goel NK, Gill KS, Taneja JR : Study of root canals configuration in mandibular first permanent molar. *Journal of the Indian Society of pedodontics & Preventive Dentistry*. 1991 ; 8 : 12-4.
11. Griffin, J.A., Skidmore, A.E., and Alberio, C. A. : The determination of the frequency of occurrence of four canals in maxillary and mandibular first molars, GRS, West Virginia University School of Dentistry, Morgantown, WEST Virginia, 1969. Unpublished study.
12. Hartwell G, Bellizzi R : Clinical investigation of in vivo endodontically treated mandibular and maxillary molars. *J Endodon* 1982 ; 8 : 555-7
13. Hess, W. : Anatomy of the root canals of the teeth of permanent dentition, Part I, Newyork, 1925, William Wood & Co., p 1-35
14. Ingle JI, Bakland LK, Peters DL et al. : *Endodontics* 4th Ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1994, p150-153
15. Kulid JC, Peters DD : Incidence and configuration of canal systems in the mesio-buccal root of maxillary first and second molars. *J Endodon* 1990 ; 16 : 311-7.
16. Manning SA. : Root canal anatomy of mandibular second molars. Part I. *Int Endod J*. 1990 ; 23 : 34-39.
17. Manning SA. : Root canal anatomy of ma-

- ndibular second molars. Part II C-shaped canals. *Int Endod J.* 1990 ; 23 : 40–45.
18. Melton DC, Krell KV, Fuller MW : Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. *J Endodon* 1991 ; 17 : 384–8
 19. Neaverth EJ, Kotler LM, Kaltenbach RF : Clinical investigation (in vivo) of endodontically treated maxillary first molars. *J Endodon* 1987 ; 13 : 506–12.
 20. Pineda F, Kuttler Y : Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. *Oral Surg* 1972 ; 33 : 101–10
 21. Skidmore, AE, Bjorndal AM. : Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surg* 1971 ; 32 : 778–784
 22. Souza-Freitus JA, Lopes ES, Casati-Alvares L. : Anatomic variations of lower first permanent molar roots in two ethnic groups. *Oral Surg* 1971 ; 31 : 274–8
 23. Thomas RP, Moule AJ, Bryant R : Root canal morphology of maxillary first molar teeth at various ages. *Int Endod J.* 1993 ; 26 : 257–67.
 24. Vertucci FJ, Fla G : Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg* 1984 ; 58 : 589–99
 25. Weine FS, Pasiewicz RA, Ted rice R : Canal configuration of the mandibular second molar using a clinically oriented in vitro method. *J Endodon* 1988 ; 14 : 207–213
 26. Walker RT, Quackenbush LE : Three-rooted lower first permanent molars in Hong Kong Chinese. *Br Dent J.* 1985 ; 159 : 298–9
 27. Walkers RT : Root form and canal anatomy of mandibular second molars in a southern Chinese population. *J Endodon* 1988 ; 14 : 325–9.
 28. Weller RN, Niemczyk SP, Kim S. : Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesiobuccal root of the maxillary first molar. *J Endodon.* 1995 ; 21 : 380–3.
 29. Yang ZP, Yang SF, Lin YC et al. : C-shaped root canals in mandibular second molars in a Chinese population. *Endodon Dent Traumatol* 1988 ; 4 : 160–3.
 30. Yew S : A retrospective study of endodontically treated mandibular first molars in a chinese population *J Endodon* 1993 ; 19 : 471–3