

## 3차원 재구성법에 의한 C-shaped root의 형태분석

정은희 · 신동훈

단국대학교 치과대학 보존학교실

### ABSTRACT

#### MORPHOLOGIC ANALYSIS OF C-SHAPED ROOT USING 3-D RECONSTRUCTION

Eun-Hee Jung, Dong-Hoon Shin

*Department of Conservative Dentistry College of Dentistry, Dankook University*

C-shaped canal configuration is very difficult to treat because that clues about preoperative canal anatomy cannot be ascertained from clinical crown morphology and limited information can be derived from radiographic examination.

This study was done to get more informations about the root and canal configuration of C-shape root by 3-dimensionally reconstructing for the purpose of enhancing success rate of endodontic treatment.

30 mandibular molars with C-shaped root were selected. Six photo images from occlusal, apical, mesial, distal, buccal, lingual directions and radiographic view were taken as preoperative ones to compare them with 3-D image. After crown reduction to the level of 1-2mm over pulpal floor was performed, teeth were stored in 5.25% sodium hypochlorite solution for the removal of pulp tissue and debris. They were cleaned under running water, allowed to bench dry and embedded in a self-curing resin. This resin block was serially ground with a microtome (Accutom-50, Struers, Denmark) and the image of each level was recorded by digital camera (FinePix S1-pro, Fuji Co., Japan). The thickness of each section was 0.25mm. Photographs of serial sections through all root canal were digitized using Adobe Photoshop 5.0 and then minimum thickness of open and closed sites were measured (open site is the surface containing occluso-apical groove : closed site is oppsite). After dizitization using 3-D Doctor (Able software Corp, USA), 3D reconstruction of the outer surface of tooth and the inner surface of pulp space was made. Canal classsification of C-shaped roots was performed from this 3-D reconstructed image.

The results were as follows:

1. Most C-shape rooted teeth showed lingual groove (28/30).
2. According to Vertuccis' calssification, type I, II, III, IV, VII were observed, but also new canal types such as 2-3-2, 1-2-3-2, 2-3-2-1, 2-3-2-3 were shown.
3. There was little difference in minimum thickness on coronal and apical portions, but open site were thinner than closed site on mid portion.

Conclusively, 3D reconstruction method could make the exact configurations of C-shape root possible to be visualized and analyzed from multi-directions. Data from minimum thickness recommend cleaning and shaping be more carefully done on dangerous mid portion.

※ "이 연구는 2000학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음".

## I. 서 론

1979년 Cooke와 Cox<sup>1)</sup>에 의해 단일 치근의 하악 제 2 대구치 근관이 continuous slit으로 연결된 C자형 근관 형태가 근관치료학 분야에 처음으로 소개된 이후 이 형태의 근관에 대한 연구가 계속되고 있다. 전 근관을 통한 근관들의 수와 형태가 다양하여 임상가들이 근관치료를 행하는데 어려움을 주고 있을 뿐만 아니라 이러한 근관형태는 임상적인 치관형태로는 판단이 불가능하며, 방사선 사진상으로도 제한적인 정보만을 얻을 수 있다.

실제로 C자형 치근과 근관에 대한 정의를 살펴보면 C자형 치근은 taurodent의 분류에 속하며 병풍처럼 둘러싸인 형태를 가진 융합된 치근으로 정의되며 백악질의 침착으로 인해 형성되거나 Hertwig's epithelial sheath의 이개부로의 융합 실패로 초래된다고 하였다<sup>2)</sup>. 협측으로의 융합 실패의 결과로 설측에 구(groove)가 형성되고 반대의 경우도 있으며, 협, 설측 양쪽으로의 융합 실패의 결과로 conical이나 prime-shaped root를 형성하게 된다. C자형 근관은 치수강 개방시 근관 입구가 구별되어 나뉘어진 형태가 아닌 치수강저에 C-shaped trough형태로 있으며, 모든 근관이 continuous slit으로 연결되어 치근의 수평단면이 'C'자 형태이다<sup>3)</sup>.

이러한 형태의 하악 대구치에 대한 연구가 없었던 때에는 치료 후 방사선 사진상에서 이개부에 충전물질이 채워져 있는 것을 보고 천공으로 진단하여 의도적 재식술을 계획하기도 하였다<sup>4)</sup>.

C자형 치근/근관의 빈도에 대해 백인계 인구를 대상으로 한 연구에서는 2.7-8%로 나타난 반면, 일본과 중국인의 경우는 31.5%의 높은 빈도를 보여 아시아계에서 많이 발견되는 형태임을 알 수 있다<sup>5)</sup>. 한편 레바논에서는 19.14%의 빈도를 보이는데 이는 Cooke & Cox<sup>1)</sup>에 의한 8%와 Yang 등<sup>6)</sup>에 의한 31.5%의 중간값으로 레바논의 일부와 중동의 대부분을 차지하는 지역적인 위치와 관련지어 생각해 볼 때 극동부와 북아프리카의 중간적 위치라는 점을 보면 빈도가 지역적인 영향이 있음을 알 수 있다<sup>7)</sup>. 이처럼 빈도가 인종적, 지역적인 영향을 받는 것을 볼 때 아시아계에 속하는 우리도 흔하게 접할 수 있는 치아 형태이므로 이에 대한 연구는 가치가 있을 것으로 사료된다.

근관치료의 성공을 위해서는 근관 형태의 올바른 인지가 절대적인데 기존의 연구에서는 연마<sup>8-10)</sup>와 외면 형태나 방사선 사진 상에서의 근관장 측정<sup>11)</sup>, 충전된 형태에 대한 임상적인 연구<sup>12)</sup>, polyester resin cast replica와 3개의 조직학적 단면<sup>13)</sup>, 투명표본을 이용한 분석<sup>14,15)</sup>에 그치고 있다. 연마를 통한 근관 형태의 연구<sup>8-10)</sup>는 disc나 stone을 사용해서 근관의 윤곽이 나타날 때까지 발견된 치아의 주변치질을 갈아내는 방법으로 대부분이 수직적 방향으로 행해지며, 수평적

연마도 가능하다. 이 방법은 상당한 시간이 소요되고 좁은 근관을 지나쳐 연마할 수 있기 때문에 어려움이 있다. 방사선 사진을 이용한 방법<sup>11)</sup>은 치근 내 주 근관의 식별은 가능하지만 근관계의 복잡성을 보여주기 어려운 2차원적인 사진이며, polyester resin cast replica는 협소한 부위로 레진이 들어갈 경우 찢어질 가능성이 있고 모든 근관의 분지부로 흘러 들어가지 않을 수 있다<sup>10)</sup>. 조직학적 단면의 연구는 복잡하고 시간이 소모되며 진행과정 중 해부학적인 변화를 겪을 수 있고 다양한 artifact가 최종 분석을 방해할 수 있는 단점이 있다<sup>13)</sup>. 치근 전체가 아닌 단지 다른 세 부분에서의 단면을 이용한 연구는 전체 근관의 형태를 알 수 없다<sup>10)</sup>. 한편 투명표본은 전체 근관계를 보여주는 가장 믿을 만한 기술로 lateral canal, transverse anastomoses, apical deltas 등 다른 복잡한 형태를 보여줄 수 있다고 알려져 있다.

C자형 근관은 lateral canal, transverse anastomoses, apical deltas의 존재로 충분한 근관 성형과 밀폐가 어려워 근관 치료시 임상가들에게 하나의 도전이 될 수 있다. 근관 성형된 치아의 조직학적 연구<sup>10)</sup>에서 가장 놀랄만한 모습은 치근단, 중간부 1/3부위에서 잔사와 기구 조작되지 않은 근관의 관찰이다. 치아 외면과 근관 사이의 상아질이 1mm 이하인 부위가 관찰되어 근관 성형과 post 제작시 stripping perforation의 위험이 있어 시술시 주의가 필요하다<sup>10)</sup>. Weine(1998)<sup>9)</sup>은 근관전체로의 기구도달과 완전한 잔사 제거에 있어서 C자형 치아의 치료는 일반적인 하악 제 2 대구치보다 어렵다고 하였으며 slit의 근관 입구부위가 치료초기에 천공 가능성이 있어 이를 방지하기 위해서는 치료 초기에 치아의 상태에 대한 고려가 있어야 치명적인 손상을 방지할 수 있다고 하였다.

C자형 치근의 형태를 분석하기 위해 한계가 있는 이전의 방법과는 다른 진보된 연구를 위해 3차원적 재구성법을 시도하였으며, 3차원적 재구성법은 C자형 치아의 근관 형태<sup>14)</sup>나 형태학적 기형치에 대한 연구<sup>15)</sup>에 유용하고 흥미 있는 방법이다. 이 방법은 다른 각도에서 치아 내부의 해부학적 형태를 관찰할 수 있으며 그 분석이 매우 정확하고 유용한 교육자료로도 사용될 수 있는 장점을 가진다<sup>13,15)</sup>.

C자형 치근은 아시아계 인구의 경우 하악 대구치에서 비교적 흔하게 관찰이 되나 그 형태를 정확히 알기가 어려워 진단이 내려진 후에도 성공적인 치료를 위한 하나의 도전으로 남는다.

이에 본 연구는 근관 치료의 난이도가 높은 C자형 치근을 가진 치아의 치료 성공률을 높이기 위해 정확한 치근 및 근관 형태를 얻고자 3차원으로 재구성하였고 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

발거된 하악 대구치 중 C자형 치근을 가진 치아를 30개 선별하였다. 치주적인 원인으로 발거되어 치관, 치근형태가 온전한 치아이거나, 충치에 의한 병소가 치관부에 있으나 치근은 본래의 외형을 유지하고 있는 치아를 선택하였다.

자가 중합형 교정용 레진(Orthodontic resin\*, Dentsply/Caulk, U.S.A.)과 stainless steel mold를 이용하여 치관부를 제거한 치아를 매몰하였고 연마장비로는 Accutom-50(Struers, Denmark)을 사용하였으며, 연마용 wheel(Diamond cup wheel No.292GA, 40  $\mu$ m 조도, 100mm 지름, Struers, Denmark)을 장착하여 0.25mm 씩 삭제하였다. 각 단면의 상을 입력하기 위해 Fuji FinePix S1-Pro카메라(Fujifilm, Japan)를 사용하였으며 렌즈는 120mm Medical Nikkor lens(Nikkor, Japan)를 장착하였다. 단면의 최소두께 측정시 이용한 프로그램은 Adobe Photoshop 5.0(Adobe systems incorporated, U.S.A.)이었으며, 3차원 재구성을 위한 소프트웨어는 3D-DOCTOR(Able Software Corp., U.S.A.)를 이용하였다.

### 2. 실험방법

#### A. 연마 전 치아 정보 입력

##### 1) 실험 전 치아 처치

실험 치아는 실험 전에 Ultrasonic scaler를 이용하여 치근면에 부착된 치석과 착색을 제거하였다.

##### 2) 방사선 사진 촬영

술 전 방사선 사진에 해당하는 협설측 방향의 방사선 사진을 촬영하였다.

##### 3) 치아외형입력

Digital camera(SONY D-700, SONY Corp., Japan)로 교합면, 치근단, 근심면, 원심면, 협면, 설면의 외형의 상을 입력하였다.

#### B. 연마면 자료 입력

##### 1) 치수강저의 상 입력

치수강저에서 1-2mm 상방까지 치관부를 삭제하고 근관 내 유기 잔사를 제거하기 위해 24시간 동안 NaOCl 용액에 담가둔 후 흐르는 물에 씻어 내고 실온에서 건조시킨 다음 외형 상을 입력할 때와 같이 치수강저의 상을 입력하였

다(Fig. 1).

##### 2) 시편 제작

Stainless steel mold 내에 자가중합형 교정용 레진으로 치아를 포매하여 제작하였다.

##### 3) 횡단면의 상 입력

시편을 Accutom-50(Struers, Denmark)에 고정시켜 0.25mm 간격으로 연마되도록 조작한 뒤 각각의 상들을 일정한 위치에 고정된 Digital camera (Fuji FinePix S1-Pro, Fujifilm, Japan)로 입력하였다(Fig. 2, 3).

##### 4) 치아 단면의 외형 그리기

입력된 상을 Adobe Photoshop 5.0 프로그램에서 외형을 그린 후 단면의 최소두께를 측정하였다(Fig. 4). 이 때 개방부(open site)와 폐쇄부(closed site)를 나누어서 측정하였다(개방부는 occluso-apical groove를 포함하는 면이고 폐쇄부는 그 반대면이다).

##### 5) 3차원 재구성

입력된 상을 3D-Dotctor(Able Software Corp., U.S.A.)를 이용하여 외형을 그린 후 3차원으로 재구성하였다. 이러한 3차원 상을 보고 근관 형태를 분류하고 방사선 사진과 치근 외형 사진과 비교 확인하였다.

### 3. 평가 방법

#### 1) 치근 외형(occluso-apical groove)

Occluso-apical groove의 위치가 협측, 설측인지를 확인하였다.



Fig. 1. 치수강저에서 1-2 mm 상방까지 치관부를 삭제한 상의 입력

2) 근관 유형 분류

Vertucci<sup>16)</sup>에 의한 근관 유형 분류(Fig. 5)에 따라 분류하고 이 외에 분류와 다른 형태의 pattern을 조사하였다.

3) 각 단면의 최소두께 평가

개방부, 폐쇄부의 최소 두께를 측정하였다.

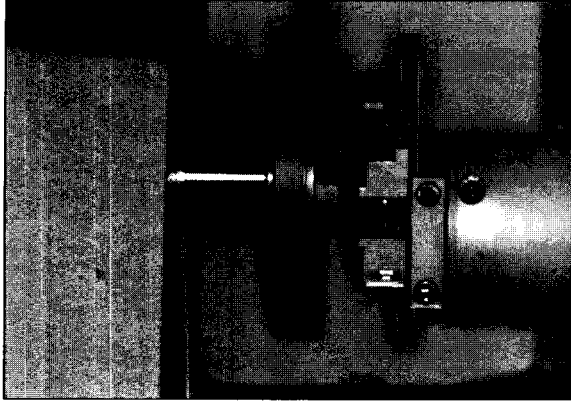


Fig. 2. 시편을 연마하기 위해 연마용 wheel (Diamond cup wheel No.292GA<sup>®</sup>, Struers, Denmark)

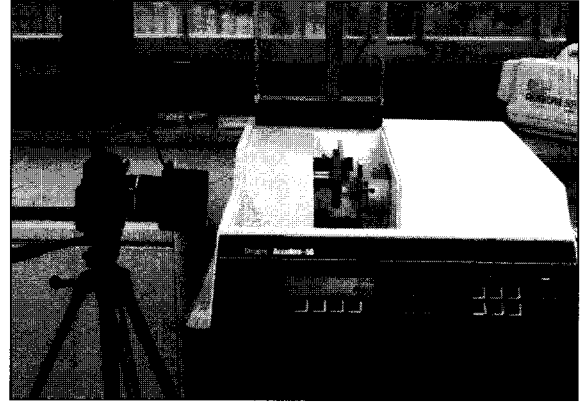


Fig. 3. 0.25 mm 가격으로 연마된 횡단면의 상을 입력하게 위해 Digital camera(Fuji FinePix S1-Pro<sup>®</sup>, Fujifilm, Japan)

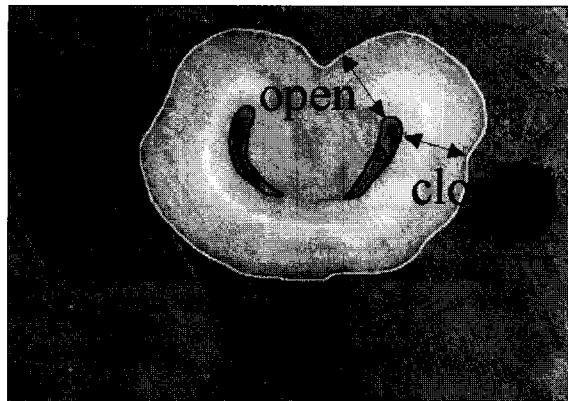


Fig. 4. Adobe Photoshop 5.0 프로그램 상에서 digitization 한 후 open, closed site의 최소두께측정

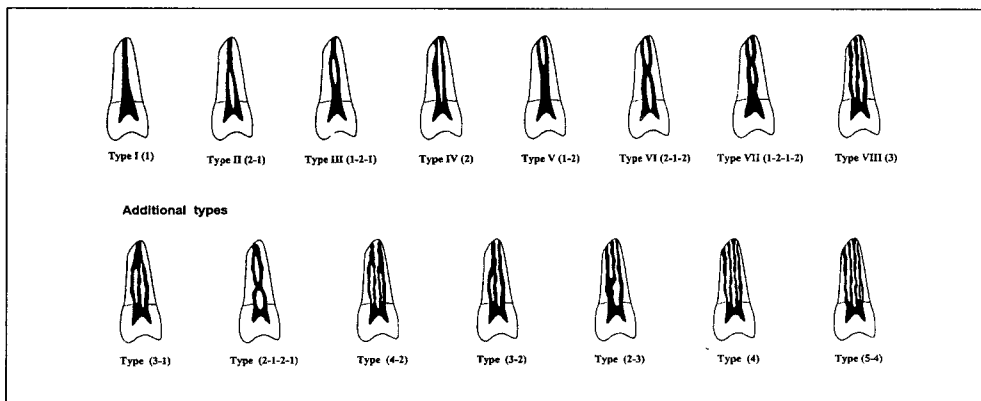


Fig. 5. Vertucci의 근관 유형 분류

### III. 실험 결과

30개의 C자형 치근을 가진 치아의 외형 관찰시 occluso-apical groove는 2개의 치아에서 협측에, 28개의 치아에서 설측에 관찰되었다.

**Table 1.** Vertucci에 의한 근관 유형 분류

근관유형	I	II	III	IV	VII	New
치아수	5	2	10	2	4	7

\* New type : 2-3-2, 1-2-3-2, 2-3-2-1, 2-3-2-3.

본 실험 결과 나타난 근관유형을 Vertucci<sup>16)</sup>의 근관 유형 분류로 분류해 보면 Table 1과 같다.

기존의 Vertucci에 의한 근관 유형 분류로는 Type I, II, III, IV, VII이 각기 5, 2, 10, 2, 4개 관찰되었으며 이외에도 새로운 유형으로 2-3-2 형태가 3개, 1-2-3-2 형태가 2개, 2-3-2-1 형태가 1개, 2-3-2-3 형태가 1개 관찰되었다 (Fig. 6-14).

또한 각 치아에서 횡단면의 최소두께를 측정 한 결과는 다음과 같으며, 각 유형 당 하나의 치아를 예시하였다.

최소두께가 1mm 이하인 부위가 개방부에서는 치근단에서 3.5mm 이하인 반면, 폐쇄부에서는 1.5mm 이하에서 보였다(Fig. 15).

최소두께가 1mm 이하인 부위가 개방부에서는 치근단에서 6.5mm 이하인 반면, 폐쇄부에서는 3.0mm 이하에서



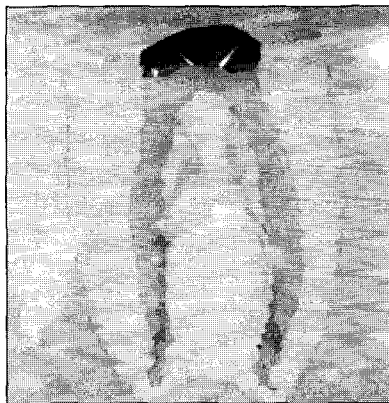
**Fig. 6.** Type I을 보이는 한 치아의 3차원적 재구성 모습



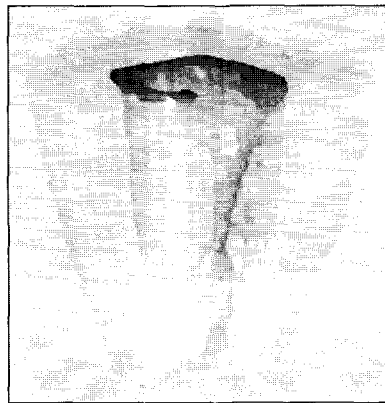
**Fig. 7.** Type II을 보이는 한 치아의 3차원적 재구성 모습



**Fig. 8.** Type III을 보이는 한 치아의 3차원적 재구성 모습



**Fig. 9.** Type IV을 보이는 한 치아의 3차원적 재구성 모습



**Fig. 10.** Type VII을 보이는 한 치아의 3차원적 재구성 모습



**Fig. 11.** 2-3-2 유형을 보이는 한 치아의 3차원적 재구성 모습



Fig. 12. 1-2-3-2 유형을 보이는 한 치아의 3차원적 재구성 모습

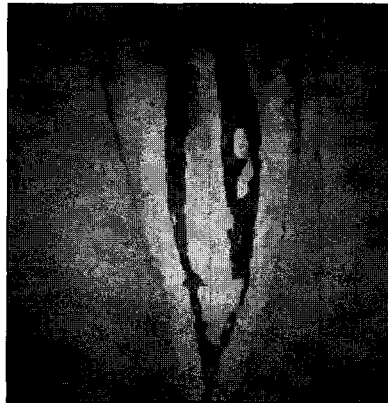


Fig. 13. 1-2-3-2 유형을 보이는 한 치아의 3차원적 재구성 모습

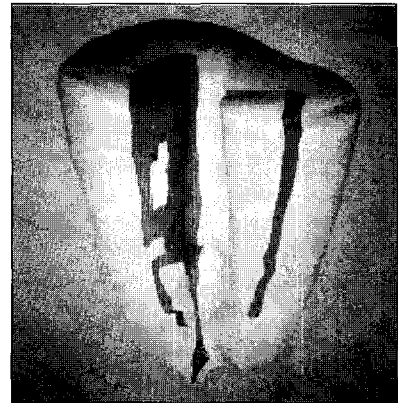


Fig. 14. 2-3-2-3 유형을 보이는 한 치아의 3차원적 재구성 모습

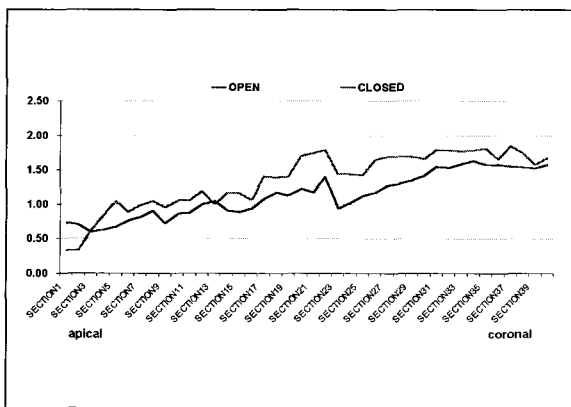


Fig. 15. Type I 유형 치아의 각 단면의 최소두께

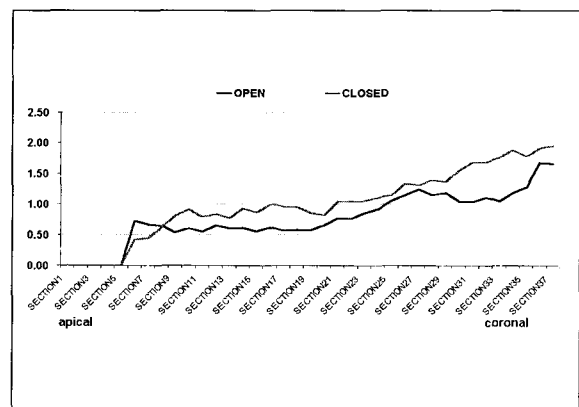


Fig. 16. Type II 유형 치아의 각 단면의 최소두께

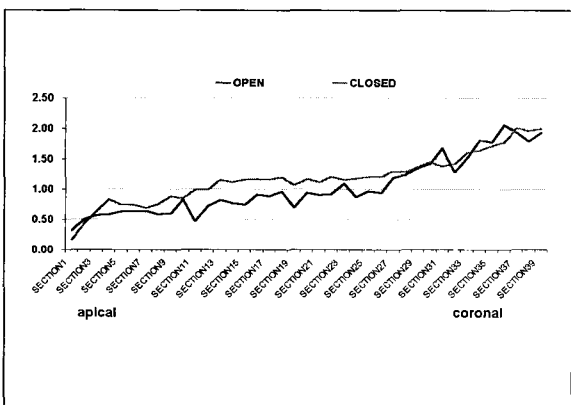


Fig. 17. Type III 유형 치아의 각 단면의 최소두께

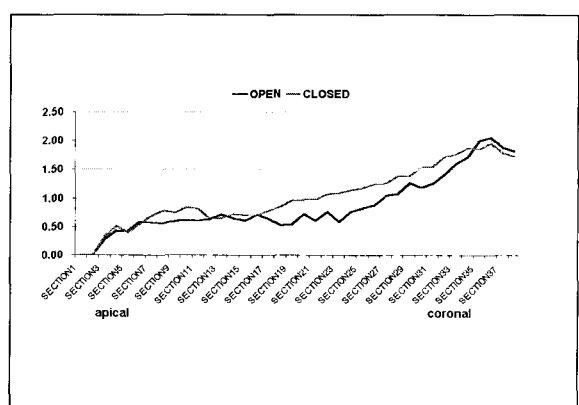


Fig. 18. Type IV 유형 치아의 각 단면의 최소두께

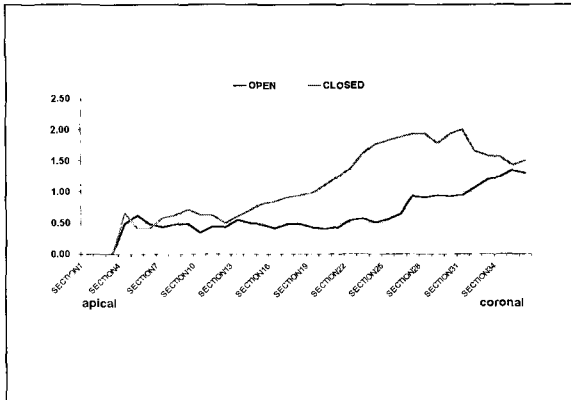


Fig. 19. Type VII 유형 치아의 각 단면의 최소두께

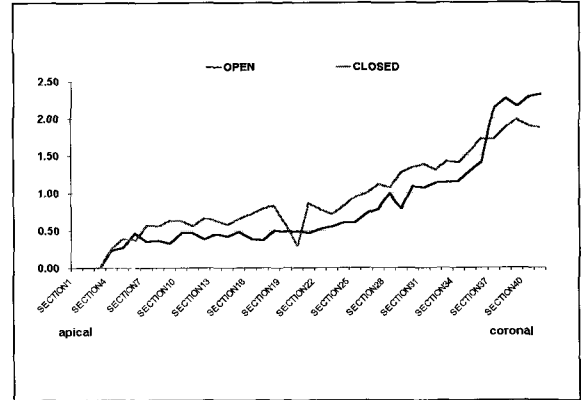


Fig. 20. 2-3-2 유형 치아의 각 단면의 최소두께

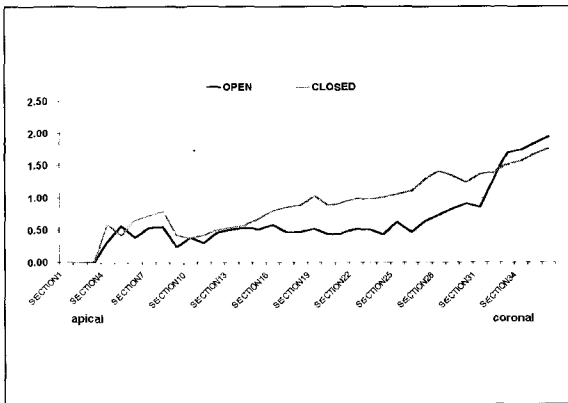


Fig. 21. 1-2-3-2 유형 치아의 각 단면의 최소두께

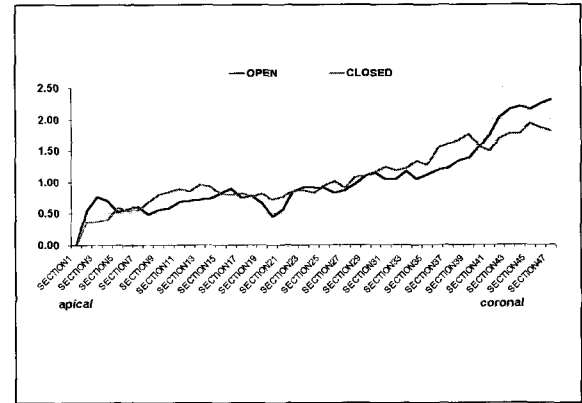


Fig. 22. 2-3-2-1 유형 치아의 각 단면의 최소두께

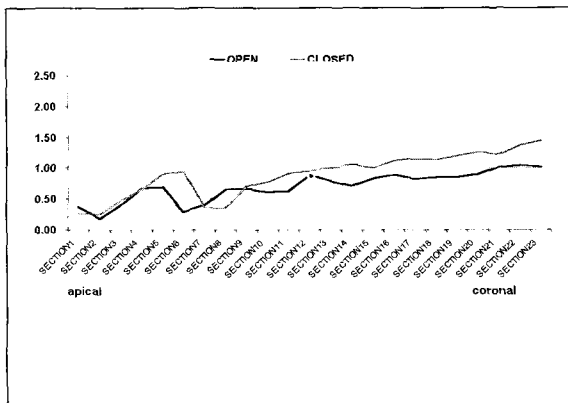


Fig. 23. 2-3-2-3 유형 치아의 각 단면의 최소두께

보였다(Fig. 16).

최소두께가 1mm 이하인 부위가 개방부에서는 치근단에서 6.0mm 이하인 반면, 폐쇄부에서는 5.0mm 이하에서 보였다(Fig. 17).

최소두께가 1mm 이하인 부위가 개방부에서는 치근단에서 6.5mm 이하인 반면, 폐쇄부에서는 5.0mm 이하에서 보였다(Fig. 18).

최소두께가 1mm 이하인 부위가 개방부에서는 치근단에서 7.5mm 이하인 반면, 폐쇄부에서는 4.5mm 이하에서 보였다(Fig. 19).

최소두께가 1mm 이하인 부위가 개방부에서는 치근단에서 7.0mm 이하인 반면, 폐쇄부에서는 6.5mm 이하에서 보였다(Fig. 20).

최소두께가 1mm 이하인 부위가 개방부에서는 치근단에서 7.5mm 이하인 반면, 폐쇄부에서는 6.0mm 이하에서 보였다(Fig. 21).

최소두께가 1mm 이하인 부위가 개방부에서는 치근단에서 7.0mm 이하인 반면, 폐쇄부에서는 6.5mm 이하에서 보였다(Fig. 22).

최소두께가 1mm 이하인 부위가 개방부에서는 치근단에서 5.0mm 이하인 반면, 폐쇄부에서는 4.0mm 이하에서 보였다(Fig. 23).

#### IV. 총괄 및 고안

근관의 해부학적 구조와 형태에 대한 많은 연구는 특이한 근관을 가진 치아에 대한 이해를 돕는다. C자형 근관 형태가 많이 연구가 되었지만 대부분의 경우에 있어서 인지하기도 어려울 뿐만 아니라 인지되지 않을 경우 실패확률이 커진다<sup>17)</sup>. 근관 치료 영역에서 치아의 형태에 대한 연구가 진행되는 이유는 해부학적 구조를 정확히 아는 것이 성공적인 치료에 있어 필수조건이기 때문이다. Hadded 등<sup>4)</sup>은 해부학적 구조를 아는 것이 성공적 치료의 기회를 높이고 형태에 대한 빠른 인지는 더 나은 근관 성형과 충전을 가능케 한다고 하였다.

C자형 근관을 가진 치아는 근관 치료시 임상가들에게 하나의 도전인데 이는 때때로 근관 성형을 위한 정상적인 술식이 부적절할 수 있을 뿐 아니라 transverse anastomoses, lateral canal, apical deltas 등이 근관계를 충분히 근관 성형하고 밀폐시키는 것을 어렵게 만들기 때문이다<sup>2)</sup>.

본 논문에서 C자형 근관의 형태를 분석하기 위한 시도 역시 아시아 계에서 비교적 높은 빈도를 보이는 근관 형태이면서 형태에 대해서 정확히 알기가 어렵기 때문에 치료가 어렵게 느껴지는 만큼 3차원적 재구성에 의한 분석이 의미 있는 연구라고 생각되어 행해졌다.

하악 제 2 대구치의 C자형 치근/근관 발생 빈도에 대한 연구는 시도되어 오고 있는데<sup>6,18)</sup>, 드물긴 하지만 다른 치아에서도 C자형 치근/근관이 보고되고 있다<sup>15,19)</sup>. Newton과 McDonald<sup>20)</sup>에 의해 사용된 C자형 근관이라는 용어는 상악 제 1 대구치의 특이한 근관 형태를 나타내고 있다<sup>21)</sup>. 한편 Cooke와 Cox<sup>1)</sup>는 1970년대 후반 Washington University School of Dentistry에서 치료받은 하악 제 2 대구치의 8%에서 C자형 치근/근관 형태를 보인다고 하였으며, Tamse와 Kaffe<sup>18)</sup>는 방사선 사진을 사용하여 원추형 하악 제 2 대구치의 발생을 보고하였고, 1049개의 하악 제 2 대구치 중 9%가 원추형이라고 하였으나 C자형 치근/근관의 가능성에 대해서는 언급하지 않았다. Pineda and Kuttler<sup>22)</sup>도 300개의 하악 제 2대구치를 포함하여 7275개의 치근을 방사선학적으로 검사한 결과 어떤 C자형의 치아나 단일 치근을 가진 하악 제 2 대구치도 관찰할 수 없었다고 하였으나, Weine 등<sup>6)</sup>은 발거된 하악 제 2 대구치에 과일을 삽입하고 방사선 사진을 찍은 결과 2개의 치아(2.7%)에서 C자형 치근/근관을 관찰하였으며, Yang 등<sup>5)</sup>이 홍콩과 타이완의 중국인을 대상으로 한 연구에서는 581개의 하악 제 2 대구치 중 66.4%가 별 개의 치근, 2.1%가 원추형 치근, 31.5%에서 C자형 치근을 보였다. 또한 C자형 치근 중에 68.3%가 C자형 근관 입구를 보였고(전체의 21.5%), 별 개의 근관 입구는 C자형 치근의 31.7%에서 나타난다고 하였다. 진정한 C자형 치근관은 C자형 근관 입구를 가진

치아의 65.8%(전체의 13.9%)에서, 별 개의 치근관은 C자형 근관 입구를 가진 치아의 34.2%에서 관찰되었다. 이외에 C자형 치근이면서 별개의 근관 입구를 가진 치아의 7.4%에서 진정한 C자형 근관을 보였다. 이처럼 진정한 C자형 치근관을 가진 대구치는 C자형 근관입구의 존재로 알 수 있을 것이다. 그러나, 상기의 결과에서도 알 수 있듯이 별 개의 근관 입구를 가진 경우도 진정한 C자형 치근관을 가질 수 있는 것이다.

이 외에도 단일 치근을 가진 하악 제 2 대구치는 백인계 인구에서 2.4-21.7%의 빈도로 나타났으며, 몽골 계통인 중국인 조사에서는 53-33.6%의 빈도를 보인다고 하였다<sup>23)</sup>. 일본인<sup>24)</sup>, 중국인<sup>5)</sup>, 홍콩계 중국인<sup>25)</sup>의 하악 제 2 대구치의 해부학적 근관 형태에 대한 연구에서 C자형 치근과 근관의 높은 발현률을 보였다.

Melton 등<sup>10)</sup>은 polyester cast resin technique을 이용한 방법과 조직학적 연구에서 하악 제 2 대구치의 모든 치근은 근심과 원심 치근사이의 융합을 보이는 Occluso-apical groove가 관찰되었으며, 15개의 치아 중 8개는 협측에, 7개의 치아는 설측에 groove가 있었다. Weine<sup>9)</sup>은 근관치료된 하악 제 2 대구치 811개의 치아 중 62개인 7.6%가 C자형 치근/근관을 보였고 continuous slit의 폐쇄부의 방향을 조사한 결과 설측으로 향하는 경우(설측구)가 37개, 협측으로 향하는 경우(협측구)가 16개였고 알 수 없는 경우가 9개였다고 보고하였으며 근심 치근과 원심 치근의 협측으로의 융합 결과 설측으로 닫히는 'C' 자 형태가 되는데 임상강연에서 연자들은 근관이 보통 설측으로 닫히는 형태라고 언급했다. 본 연구 결과는 협측에 2개, 설측에 28개를 나타내는 현저한 차이를 보이는데 이는 적은 표본 수에 기인한 것으로 사료된다.

근관 유형의 분류는 Vertucci의 방식이 많이 사용되고 있다<sup>16,26)</sup>. C자형 근관 유형에 에 관련된 연구에서 Melton 등<sup>9)</sup>은 의한 단면형태에 따라 3가지로 분류하였는데 category I은 나누어지지 않은 연속적인 'C' 형태의 외곽선을 가지는 경우이고 category II는 C자형 근관의 협측이나 설측에 하나의 근관을 나누는 상아질을 가지는 semicolon 형태이며, category III는 2개 혹은 3개의 분리된 근관을 가지는 경우인데 이는 근관 내를 주행하면서 근관 입구에서의 분류와 다른 형태로 변화하는 경우도 있으므로 단면의 형태를 볼 때는 도움이 되지만 전체적인 근관의 주행방향과 형태를 평가하는 것에는 Vertucci<sup>16)</sup>에 의한 분류가 더 적절한 것 같아 적용하였다. 일부 논문<sup>26)</sup>에서는 Melton 등<sup>10)</sup>에 의한 근관 입구 유형에 따른 분류라고 명명한 경우도 있었는데 실제로 생체 내에서 치수강저의 근관 입구만이 육안적으로 관찰 가능할 때 쓰일 수 있는 분류라 생각된다. 방사선학적인 검사와 근관 입구 유형을 함께 한 연구<sup>4)</sup>에서는 98개의 치료받은 하악 제 2 대구치에서 18개가 C자형 근관을 보였으



며, 1개 치아만이 category I, 13개의 치아는 category II, 나머지 4개의 치아에서 category III 를 보였는데 여기서 category III 는 50세 이상의 환자에서만 나타났다. 이것은 나이와 관련된 상아질의 침착 결과에 의해 C자형 치근의 근관 형태 변화를 보이는 것으로 Manning<sup>11)</sup>의 실험을 뒷받침하는 것이라 하였다.

이 외에 Manning<sup>2)</sup>은 C자형 치근의 근관 형태 유형의 관찰시 1, 2-1, 1-2-1, 2, 1-2, 3의 유형들을 관찰한 결과 이에 따라 분류한 바 있다.

Vertucci<sup>16)</sup>는 영구치 근관의 해부학적 형태를 hematoxylin dye를 이용한 투명표본을 제작하여 관찰한 결과 8가지 유형으로 분류하였으며 이 분류를 이용한 다른 연구<sup>27)</sup>에서는 C자형 치근의 경우 type I, type IV, type V, type VI, type VIII과 부가적 형태로 3-1, 3-2, 4-2, 5-4의 형태가 관찰되었는데 이중 가장 높은 빈도를 보인 것이 type I 이었고 type IV, type VIII, 3-2순으로 나타났다. 본 실험에서는 type I, type II, type III, type IV, type VII 과 새로운 2-3-2, 1-2-3-2, 2-3-2-1, 2-3-2-3 유형이 관찰되었고 이중 가장 높은 빈도를 보인 것은 type III 이었고 type I, type VII순으로 나타나 이 전의 실험과 다른 분포와 빈도를 보였다.

기존의 근관 형태에 대한 연구 방법으로는 수직이나 수평 방향으로 치아를 연마하여 관찰하는 육안 및 현미경을 이용한 방법<sup>7,8)</sup>, 방사선 사진을 이용한 방법<sup>4,6,17)</sup>, latex rubber를 치수강에 주입하여 치질과 함께 가황되어 화학적인 방법으로 제거하는 방법<sup>28,29)</sup>, polyester resin cast replica를 이용한 방법<sup>10,30)</sup>, 조직학적 단면을 이용한 방법<sup>10)</sup>, 투명표본을 이용한 방법<sup>2,5,11,16,27,28)</sup> 등이 사용되었는데 이들 중 투명표본을 이용한 방법이 전체 근관계를 보기 위한 가장 신뢰할 수 있는 방법이며 이는 lateral canal, transverse anastomoses, apical deltas 그리고 그 외 근관의 복잡성을 보여 줄 수 있다고 알려져 있다<sup>11,16)</sup>. 최근 상, 하악 제 3 대구치의 근관 형태에 대한 투명표본을 이용한 논문<sup>28)</sup>에서는 손으로 syringe를 이용하여 잉크를 주입시키던 방법보다 진보된 진공을 이용한 주입방법으로 치아 내부의 형태를 더욱 파악할 수 있다고 하였다.

본 실험에서 사용된 3차원 재구성법을 이용한 방법은 초보적인 단계이긴 하지만 이미 기형치의 형태분석<sup>15)</sup>과 2개의 C자 형태의 하악 대구치의 형태분석<sup>14)</sup>에 사용된 바 있으며, 치아 외부, 내부와 중, 횡단면의 다양한 형태학적 분석과 치아 모델을 여러 각도로 회전시켜 여러 각도에서의 관찰이 가능하여 보다 정확한 분석이 될 수 있다는 장점을 갖고 있다<sup>11)</sup>. 이 외에도 치수혈관과 신경의 연구에도 이 방법이 사용되었다<sup>31, 33)</sup>.

단면의 최소두께는 30개의 치아 중 28개의 치아에서 1mm의 두께도 안 되는 부위가 존재하였고 치경부와 근첨

부에서는 개방부와 폐쇄부가 비슷하거나 폐쇄부가 얇은 두께를 보였으나, 중앙부에서는 개방부가 폐쇄부에 비해 얇은 치질 두께를 보였다. 이는 근첨부는 치근단공이 폐쇄부에 치우쳐 있는 것으로 유추해 볼 수 있으며 대부분 치아에서 얇은 치질을 보이므로 주의를 요하는 부위이다. 또한 중앙부는 occluso-apical groove가 두드러지게 나타나는 부위이므로 개방부가 폐쇄부에 비해 얇은 치질 두께를 보이고 근관 성형시 특히 신경을 써야할 부위라 생각되는 반면, 치경부는 치질두께가 1mm이상인 곳이 대부분이며, groove도 완만해지는 부위이므로 근관 형성이 그리 문제가 없을 것 같다. 유형별로 나누는 특징은 발견하지 못했으며, 위와 같은 비슷한 소견이 관찰되었다.

이 같은 결과로 유추해 볼 때 C자형 근관의 성형시 주의해야 할 점은 #25 보다 큰 file은 strip perforation의 위험이 있으므로 협부(isthmus) 부위에 사용해서는 안 되며, Gate-Glidden bur 역시 이 부위에는 사용하면 안 된다는 것이다<sup>26)</sup>.

C자형 근관의 분지부와 협소한 부위의 치수조직을 효과적으로 제거하기 위해서는 다수의 내원을 통한<sup>34)</sup> NaOCl 용액과 ultrasonic을 사용하는 것<sup>35)</sup>이 도움이 되고 무리한 근관성형은 천공을 일으킬 수 있으므로 anticurvature filling을 통한 조심스러운 시술이 추천된다<sup>26,36)</sup>.

C자형 근관의 근관 충전시 협부의 밀폐를 위해서는 측방가압법으로는 어렵고 thermoplasticized gutta-percha와 ultrasonic을 사용한 sealer의 주입법이 고려되어야 한다<sup>26,34-36)</sup>.

한편 C자형 치근을 가진 치아의 보철 수복시 post가 필요할 경우에는 특히 주의를 요한다. Post는 필히 원심근관에만 적용되어야 하며 다른 근관은 천공의 위험이 있어 반드시 피해야 한다<sup>26)</sup>. Marshak 등<sup>37)</sup>은 치근의 파절을 방지하기 위해 근관과 치근 외면 사이에 1mm 치질이 있어야 하며 밀폐를 위해 4-5mm의 apical gutta-percha가 필요하다고 하였다. 또한 C자형 근관의 조직학적 연구<sup>10)</sup>에서도 중앙부 상아질이 1mm보다 적은 부위가 관찰되기도 하므로 이런 치아에서는 특히 주의를 요하며, prefabricated post, cast post가 추천된다고 하였다.

이 외에도 통상적인 근관 치료가 어려워 외과적 수술이 불가피할 경우라도 이개부가 없으므로 hemisection이나 root amputation은 금기증이 됨을 알아야 하며, intercanal communication과 fins은 치근단 절제술에 따르는 치근단 역충전 외동형성과 치근단 역충전시 직면하는 시술 도중의 어려움이 있으므로<sup>38)</sup> 외과적 시술이 꼭 필요할 경우에는 이에 대한 세심한 고려가 필요할 것으로 사료된다.

본 실험에 사용된 횡단면을 이용한 3차원 재구성법에 의한 C자형 치근의 형태분석은 기존의 방법에 비해서는 정확하고 신뢰할 만한 방법이지만 앞으로는 시술시 해당 치아의

근관 형태를 인지할 수 있는 방법의 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다. 또한 최근 개발된 치아의 손상 없이 근관 형태를 3차원적으로 재현하는 magnetic resonance microscopy<sup>39)</sup>와 micro-computed tomography( $\mu$ CT)<sup>39,40)</sup>도 발거한 치아의 분석이라는 측면에서는 문제가 있지만 더욱 더 발전되어야 할 것이다.

성공적인 예후는 근관 형태에 대한 임상가의 올바른 이해가 우선적이라는 관점에서 볼 때 본 실험이 기여하는 바가 있긴 하지만 이를 바탕으로 적절한 근관 성형, 충전과 수복이 뒤따라야 오랜 기간 동안 치료의 성공을 보장받을 수 있을 것으로 사료된다.

## V. 결 론

근관 형태에 대한 정확한 이해는 성공적인 치료와 직결된다.

이에 저자는 30개의 C자형 치근을 보인 치아를 대상으로 그 형태를 3차원 재구성법에 의하여 분석하였다. 외형의 분석은 occluso-apical groove의 위치에 따라 분류하였고 근관 형태의 분류는 Vertucci의 근관 유형 분류에 따라 시행하였으며, 최소두께는 각 단면의 개방부와 폐쇄부에서 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. C자형 치근의 형태는 설측구가 대부분이었다(28/30).
2. 근관 형태의 주행 방향에 따른 분류는 Vertucci의 분류에 의한 Type I, II, III, IV, VII의 형태가 관찰되었으며 이 외에도 새로운 유형으로 근관의 수가 2-3-2, 1-2-3-2, 2-3-2-1, 2-3-2-3인 형태가 관찰되었다.
3. C자형 치근 단면의 최소두께는 치경부와 근첨부에서는 개방부와 폐쇄부가 비슷한 크기를 보였으나, 중앙부에서는 개방부와 폐쇄부에 비해 얇은 치질 두께를 보였다.

이상의 연구결과로 볼 때 3차원 재구성법에 의한 C자형 치근의 형태 분석은 보다 정확한 근관 주행형태를 파악할 수 있었고 다양한 각도에서 분석이 가능하여 치근 및 근관 형태에 대한 인지도를 높일 수 있다는 점에서 가치있는 연구방법이라 사료된다. 또한 최소두께 측정을 통해 근관성형시 매우 취약한 부위에 대한 정보를 얻을 수 있었다.

## 참고문헌

1. Cooke HG, Cox FL : C-shaped canal configurations in mandibular molars. JADA 1979;99(5):836-9.
2. Manning SA : Root canal anatomy of mandibular second molars. Part II. C-shaped canals. Int Endod J 1990;23:40-5.
3. Weine FS : Endodontic therapy. fifth edition Mosby Year-Book 1996:289.
4. Haddad GY, Nehme WB, Ounsi HF : Diagnosis, classi-

5. Yang ZP, Yang SF, Lin YC, Shay JC, Chi CY : C-shaped root canals in mandibular second molars in a Chinese population. Endod Dent Traumatol 1988; 4:160-3.
6. Weine FS, Pasiewicz RA, Rice RT : Canal Configuration of the Mandibular Second Molar Using a Clinically Oriented In Vitro Method. J Endod 1988; 14:207-213.
7. Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L : Canal configuration in the mesiobuccal root of maxillary first molar and its endodontic significance. Oral Surg 1969;28:419-25.
8. Seidberg BH, Altman M, Guttuso J, Surson M : Frequency of two mesiobuccal root canals in maxillary permanent first molar. JADA 1973;87:852-6.
9. Weine FS : The C-shaped mandibular second molar : incidence and other considerations. Members of the Arizona Endodontic Association. J Endod 1998; 24:372-5.
10. Melton DC, Krell KV, Fuller MW : Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. J Endod 1991;17:384-8.
11. Manning SA : Root canal anatomy of mandibular second molars. Part I. C-shaped canals. Int Endod J 1990;23:34-39.
12. Manning SA : Root canal anatomy of mandibular second molars. Part II. C-shaped canals. Int Endod J 1990;23:40-5.
13. Blaskovic-Subat V, Smojver B, Maricic B, Sutalo J : A computerized method for the evaluation of root canal morphology. Int Endod J 1995;28:290-6.
14. Lyroudia K, Samakovitis G, Pitas I, Lambrianidis T, Molyvdas I, Mikrogeorgis G : 3D reconstruction of two C-shape mandibular molars. J Endod 1997;23:101-4.
15. Lyroudia K, Mikrogeorgis G, Nikopoulos N, Samakovitis G, Molyvdas I, Pitas I : Computerized 3-D reconstruction of two "double teeth". Endod Dent Traumatol 1997;13:218-22.
16. Vertucci FJ : Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg 1984;58:589-599.
17. Rice RT, Gilbert BO : An unusual canal configuration in a mandibular first molar. J Endod 1987;13:515-5.
18. Tamse A, Kaffe I : Radiographic survey of the prevalence of conical lower second molar. Int Endod J. 1981 Sep;14(3):188-90.
19. Bolger WL, Schindler WG : A mandibular first molar with a C-shaped root configuration. J Endod 1988; 14:515-9.
20. Newton CW, McDonald S : A C-shaped canal configuration in a maxillary first molar. J Endod 1984; 10:397-9.
21. Ricucci D, Pascon EA, Langeland K : Long-term follow-up on C-shaped mandibular molars. J Endod 1996;22:185-7.
22. Pineda F, Kuttler Y : Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. Oral Surg 1972;33:101-10.
23. Carlsen O : Root complex and root canal system: a correlation analysis using one-rooted mandibular second molars. Scand J Dent Res 1990;98:273-85.
24. Kotoku K : Morphological studies on the roots of the Japanese mandibular second molars. Shikwa Gakuho

- 1985;85:43-64.
25. Walker RT : The root canal anatomy of mandibulars in a Southern Chinese population. *J of Endod* 1988; 14:325-329.
  26. Jerome CE : C-shaped root canal systems: diagnosis, treatment, and restoration. *Gen Dent* 1994;42:424-7.
  27. Gulabivala K, Aung TH, Alavi A, Ng YL : Root and canal morphology of Burmese mandibular molars. *Int Endod J* 2001;34:359-70.
  28. Sidow SJ, West LA, Liewehr FR, Loushine RJ : Root canal morphology of human maxillary and mandibular third molar. *J Endod* 2000;26:675-8.
  29. Hess W, Zeuschner E : The anatomy of the root canals of the teeth of permanent dentition. London: John Bale, Sons and Danielsson 1925:32-4.
  30. Lyrroudia K, Nikolaidis N, Pitas I, Zervas P, Palakidis K : Computerized three-dimensional reconstruction: a method to study pulpal vessels and nerves. *J Endod* 1993;19:604-8.
  31. Skidmore AE, Bjorndal AM : Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surg* 1971; 32:778-784.
  32. Lyrroudia K, Nikolaidis N, Pitas I, Palakidis K : Three computer methods to reconstruct pulpal blood vessels and nerves. *J Endod* 1995;21:501-4.
  33. Lyrroudia K, Palakidis K, Manthos A, Nikolaidis N, Pitas I, Foroglou C : Computerized reconstruction of TEM examined pulpal blood vessels and nerves. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:189-95.
  34. Weine FS : Endodontic therapy on the mandibular second molar: easiest to treat of the difficult molar teeth. *Compendium* 1994;15:1130-628.
  35. Liewehr FR, Kulild JC, Primack PD : Obturation of a C-shaped canal using an improved method of warm lateral condensation. *J Endod* 1993 ;19:474-7.
  36. Walid N : The use of two pluggers for the obturation of an uncommon C-shaped canal. *J Endod* 2000; 26:422-4.
  37. Marshak B, Helft M, Pilo R : Factors mitigating against the use of dowels in endodontically treated teeth. *Quintessence int* 1988;19:417-420.
  38. Bolger WL, Schindler WG : A mandibular first molar with a C-shaped root configuration. *J Endod* 1988; 14:515-9.
  39. Bjorndal L, Carlsen O, Thuesen G, Darvann T, Kreiborg S : External and internal macromorphology in 3D-reconstructed maxillary molars using computerized X-ray microtomography. *Int Endod J* 1999;32:3-9.
  40. Peters OA, Laib A, Rueggsegger P, Barbakow F : Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res* 2000;79:1405-9.