



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

C형 근관을 가진 하악 제2대구치 주근단공의 주사전자현미경적 관찰

Scanning electronic microscopic observation of
main apical foramen of C-shaped mandibular 2nd molar

조선대학교 대학원

치 의 학 과

양 정 소

C형 근관을 가진 하악 제2대구치 주근단공의 주사전자현미경적 관찰

Scanning electronic microscopic observation of
main apical foramen of C-shaped mandibular 2nd molar

2007년 6월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

양 정 소

C형 근관을 가진 하악 제2대구치
주근단공의 주사전자현미경적 관찰

지도교수 황 호 길

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2007년 6월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

양 정 소

양정소의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 박 주 철 인

위 원 조선대학교 교수 정 문 진 인

위 원 조선대학교 교수 황 호 길 인

2007 년 6월 일

조 선 대 학 교 대 학 원

목 차

영 문 초 록	iv
I. 서 론	1
II. 실험재료 및 방법	3
III. 실험성적	5
IV. 총괄 및 고안	8
V. 결 론	11
참 고 문 헌	12

표 목 차

Table 1. The longest and shortest diameters (millimeter) of main foramen6

도 목 차

Fig.1. Main foramen diameter	5
Fig. 2. Deviation of direction of main foramen	6
Fig. 3. Identification of the oval-shaped main apical foramen	7
Fig. 4. Identification of the round-shaped accessory foramen	7

ABSTRACT

Scanning electronic microscopic observation of main apical foramen of C-shaped mandibular 2nd molar

Yang, Jeeing-So, D. D. S.

Adviser : Prof. Hwang, Ho-Keel, D. D. S., Ph. D.

Department of Dentistry,

Graduate School of Chosen University

The complexity of C-shaped canals prevents these canals from being cleaned, shaped, and obturated effectively during root canal therapy. Therefore, a thorough knowledge of the root canal anatomy, especially of the apex area, may have an important effect on the prognosis of endodontic therapy. The aim of this study was to examine the apical region of C-shaped canal systems in mandibular second molars with the use of a scanning electron microscope (SEM) to determine size, direction of deviation and shape of main apical foramen. Thirteen mandibular molars with C-shaped root were selected. After coronal section, the molars were stored into the solution of 5% sodium hypochlorite for 24 hours, and the roots were cut at 5 mm coronally from the apexes. Samples were prepared for SEM observation. During examination, the size and position of every foramen larger than 10 μm was recorded. Foramina larger than 100 μm were characterized as main foramina (MF) and foramina smaller than 100 μm as accessory foramina (AF).

The results were as follows :

1. The mean value for the longest and the shortest diameter of the main foramen were found to be 0.176 mm and 0.375 mm.
2. Main foramen was not found to coincide with the main axis of the root. Direction of deviation of main foramen from apex was distobuccal.
3. Shape of the main foramen was oval.

In conclusion, the apical anatomy of C-shaped root canal systems is extremely complex with many anatomical varieties. Diameter of main foramen was observed to be larger diameter compared to other teeth and all canals were deviated from tooth axis. Therefore, the clinicians should be care of the possibilities of overinstrumentation, and as for the C-shaped root canal, use of larger files can be recommended to establish initial apical file (IAF). And the shape of most C-shaped root canal is oval, so that special attention will be needed during canal preparation and canal filling.

1. 서론

1979년 Cooke와 Cox¹⁾에 의해 치근의 융합형태를 가진 하악 제2대구치의 근관이 서로 연결되어 C자형 근관 형태를 이룬다고 처음 보고된 이후 C자 형태의 근관에 대한 연구가 계속되고 있다. C자 형태의 근관은 근관들의 수와 형태가 다양하여 임상가들이 근관치료를 행하는데 어려움을 주고 있을 뿐만 아니라 이러한 근관형태는 임상적인 치관형태로는 판단이 불가능하며, 방사선 사진 상으로도 제한적인 정보만을 얻을 수 있다.

C자형 근관을 갖는 치근은 우상치의 일종으로 병풍처럼 둘러싸인 형태를 가진 융합된 치근으로 정의되며 백악질의 침착으로 인해 형성되거나 Hertwig's epithelial sheath의 이개부로의 융합 실패로 인해 초래된다고 하였다²⁾.

하악 제2대구치에서 대부분 발견되는 C형 근관은 형태학적 변이로서 특징적으로 치근들이 서로 융합되어 전체적인 1개의 치근 형태를 이루며 근관 형태도 치근의 융합형태에 따라 다양한 변이를 갖는다.

C형 근관의 발현빈도는 인종들 간에 근관의 형태 및 수와 연관되어 다르게 나타난다. 인종별 C형 근관의 분포를 살펴보면 백인계³⁾에서는 7.6%, 아랍인⁴⁾에서는 19.1%로 나타난 반면, 중국인의 경우⁵⁾는 31.5%로 보고되었으며 특히 한국인⁶⁾을 대상으로 조사한 결과 하악 제2대구치에서 약 32.7%로 가장 높은 빈도를 보이고 있다.

C형근관은 다양한 해부학적 형태로 인해 세정과 근관성형이 어려우며 서로 연결되는 좁은 부위의 불완전한 충전과 근단부에서 과충전으로 인해 치료의 실패 가능성이 높다. 따라서 근단부에 대한 정확한 지식은 근관치료의 난이도와 실패율이 높은 C형 근관의 성공적인 치료를 위해서 필수적이다.

그동안 상악과 하악의 전치부와 구치부의 근단부에 관한 많은 연구가 진행되어왔다. Green^{7,9)}과 Kuttler⁸⁾, Burch¹¹⁾ 등¹²⁻¹⁴⁾에 의해 현미경을 이용한 근단부의 관찰이 이루어졌고, Altman¹⁵⁾, Tames¹⁶⁾ 등¹⁷⁻¹⁹⁾은 하악구치의 근단부에 대한 방사선적 연구를 시행하였으며, Stein²⁰⁾은 연령에 따른 근단부의 해부학과 조직학적 변화 등에 대해 연구하였다. 최근에는 좀 더 정확한 관찰을 위해 주사전자현미경²¹⁻²⁴⁾에 의한 연구가 많이 이루어지고 있는 추세로 Morfis²²⁾는 주사전자현미경을 이용하여 영구치의 근단부를 조사하였고, Gutierrez²⁴⁾는 근단공의 수와 위치를 주사전자현미경을 통해 조사하였다. 이와 같은 근단부에 대한 많은 연구 결과들을 살펴보면 주근단공은 치아근침으로부터

변이되고 근단부로부터 짧게 끝난다고 보고되었다. 그러나 조사방법과 측정에 사용되는 기준의 다양성으로 인하여 사진이나 현미경에 의한 연구는 정확하지 않아 신뢰성이 떨어질 수 있다.

주근단공의 크기에 관한 연구에서 Stein²⁰⁾에 의하면 하악 제 2대구치의 주근단공의 평균 폭경은 0.540 mm이라 하였고, Morfis²²⁾는 하악 구치의 근심과 원심근관의 주근단공의 크기는 각각 평균 0.26 mm와 0.39 mm이라 하였으며, Marroquin²⁶⁾는 하악 제2대구치 근심과 원심 치근에서 주근단공의 가장 넓고 좁은 부위의 직경은 평균 0.33 mm와 0.16 mm라고 하였다. 위와 같이 연구자 및 실험치아에 따라 주근단공의 크기가 다양하게 보고되고 특히, C형 근관을 가진 하악 제2대구치의 주근단공에 관한 연구는 극히 미미한 실정이다,

이에 본 연구에서는 주사전자현미경을 이용하여 C형 근관을 가진 하악 제2대구치 근단부의 주근단공의 크기와 주근단공의 변위 방향 그리고 주근단공의 형태를 조사하고자 본 연구를 시행하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

치주적 원인으로 발거된 하악 대구치 중 융합형태의 치근을 가진 치아를 선별하여 근관치료를 위한 와동을 형성한 다음 치수강저의 형태가 C형인 치아 13개를 선택하였다.

2. 실험방법

1) 시편제작

선택된 치아들은 초음파기구를 이용하여 치주조직과 치석을 제거하였으며, 치아의 치관부는 백악-법랑경계에서 절단하고, 상부 치수조직을 제거한 다음 완전한 잔존 치수조직의 제거를 위해 5% 차아염소산나트륨 용액에 24시간 침잠시켰다. 이와 같이 처리된 표본들은 생리 식염수로 완전히 세척하였으며 주사전자현미경관찰을 위한 조직의 용이성을 위해 근단부로부터 상부 5 mm에서 치아장축에 수직으로 치근을 절단하였다.

2) 주사전자 현미경 관찰

표본들의 근단부 관찰을 위해 주사전자현미경 (Hitachi, H4700, JAPAN)을 이용하였다. 주사전자현미경적 관찰을 위하여 준비된 표본들을 PBS에 희석한 2.5% glutaraldehyde에 1차 고정된 후 osmium tetroxide (OsO_4)를 이용하여 2차 고정을 수행하였다. 그 후 고정된 세포를 PBS로 세 번 세척하고 70%, 80%, 90%, 95% 그리고 마지막으로 100% 에탄올을 순차적으로 처리해 주면서 수분을 완전히 제거하였다. 임계 점건조기 (Hitachi, HCP-2, JAPAN)를 이용하여 시료를 완전하게 건조시켰으며 각 시편을 stub에 부착하고 준비된 시료들의 표면을 백금이온입자 증착기 (Hitachi, E-1030, JAPAN)로 처리한 후, 주사전자현미경을 이용하여 15 Kv에서 관찰하였다.

3) 평가

각 근단공의 크기와 위치는 10 μm 이상만 기록되었으며 Morfis²²⁾ 등이 제시한 기준에 따라 주근단공은 100 μm 이상, 100 μm 이하는 부근단공으로 기록하였다.

주근단공의 크기는 주사전자현미경사진을 통해 근단공의 가장 넓은 부위와 좁은 부위를 측정하였고, 주근단공의 변이 방향은 주근단공이 해부학적 근첨에서 근원심과 협설측에서 어느 방향으로 변위되었는지를 관찰하였다. 주근단공 형태는 주근단공의 단면도를 보고 원형인지 타원형인지 관찰하였다.

III. 실험 성적

1. 주근단공의 크기

본 실험에서 주사전자현미경사진을 통해 측정한 C형 근관을 가진 하악 제2대구치 주근단공의 가장 넓은 부위는 0.103 mm에서 0.800 mm로 다양하며 평균 0.375 mm 값을 보였고, 가장 좁은 부위는 0.051 mm에서 0.460 mm로 평균 0.176 mm 값을 보였다 (Fig. 1, Table. 1).

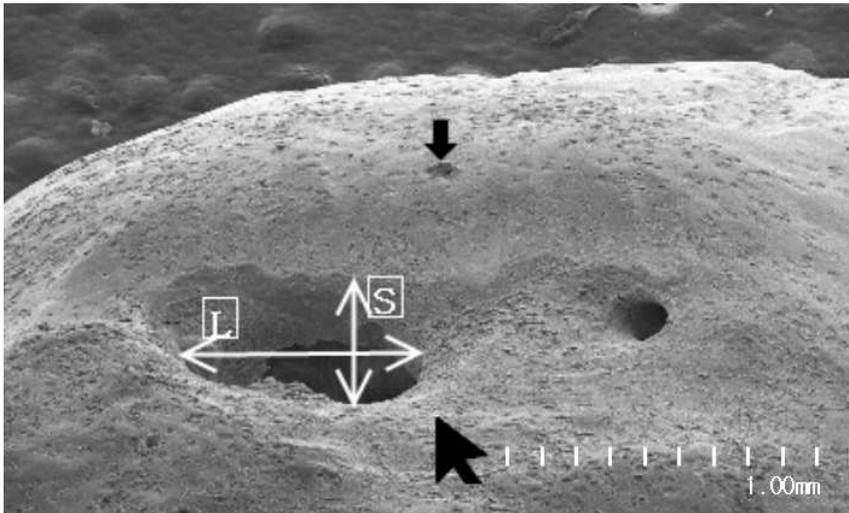


Fig. 1. Appearance of apical portion of second mandibular molar under SEM. The big arrow indicates the position of the main foramen according to our classification with a diameter 454.5 μm . The small arrow indicates the position of an accessory foramen with a diameter 87.8 μm (L : the longest diameter, S : the shortest diameter).

Table 1. The longest and shortest diameters (millimeter) of main foramen

Samples (N)	L (mm)	S (mm)
1	0.454	0.288
2	0.154	0.051
3	0.618	0.460
4	0.166	0.051
5	0.103	0.077
6	0.539	0.263
7	0.368	0.131
8	0.302	0.158
9	0.263	0.158
10	0.373	0.197
11	0.349	0.159
12	0.383	0.178
13	0.800	0.118

(L : the longest diameter, S : the shortest diameter)

2. 주근단공의 변위 방향

주근단공의 변위정도는 근단부에서 근단공의 중심이 해부학적 근침에 위치하지 않고 편향되어 나타났으며 대부분 원심협축 방향으로 변이되었다 (Fig. 2).

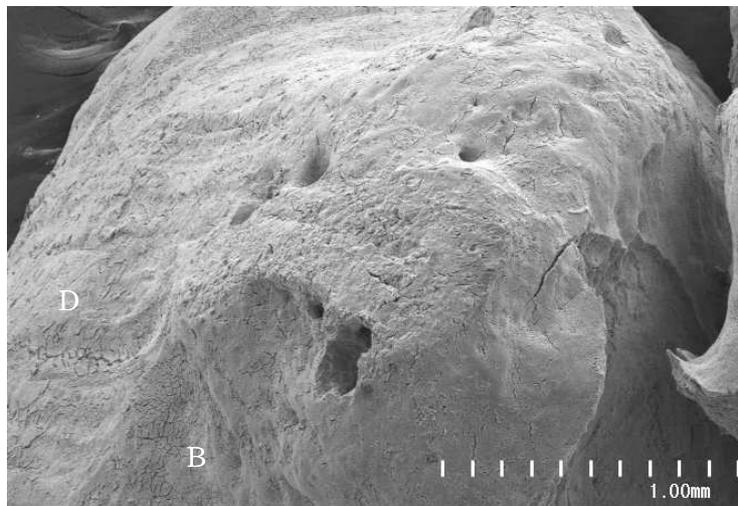


Fig. 2. Observation of the main apical foramen which is located to disto-buccal surface (D : distal surface, B : buccal surface).

3. 주근단공의 형태

C형근관의 주근단공의 형태는 난원형으로 나타났다 (Fig. 3).

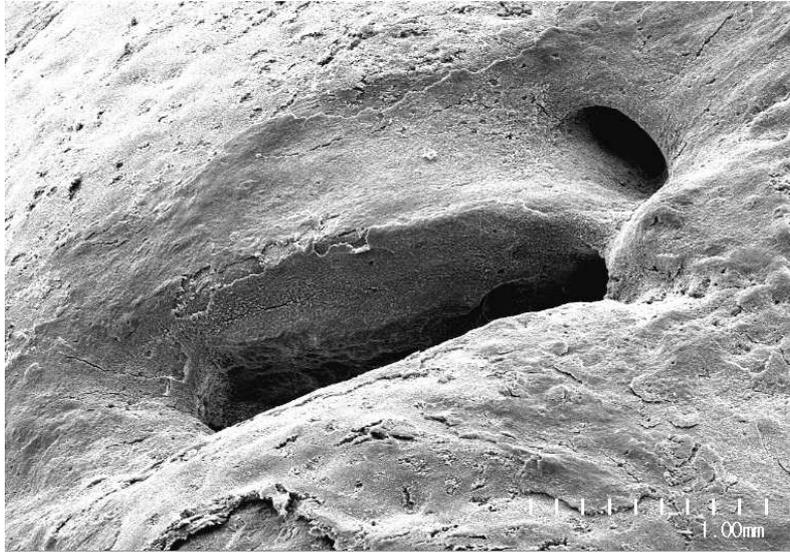


Fig. 3. Identification of the oval-shaped main apical foramen

부근단공의 형태도 관찰되었는데 대부분 원형으로 나타났다 (Fig.4).

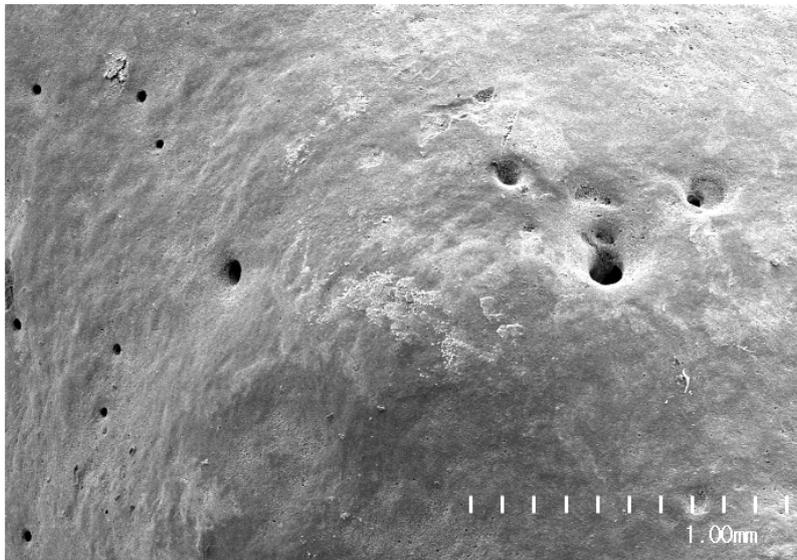


Fig. 4. Identification of the round-shaped accessory foramen

IV. 총괄 및 고안

치근과 치수강의 형태, 특히 근단부 1/3에 대한 지식은 이 부위의 잔사제거를 통한 성공적인 근관치료를 위해 필수적이다. 여러 연구들^{27,28)}에서 부근관과 isthmuses의 빈도는 근관의 근단부 3~5 mm에서 높다고 보고되었다. 기계적 기구조작을 통한 완전한 잔사제거는 불가능하고, 근관의 근단부에 괴사된 조직 잔사들과 미생물들은 술후 결과에 영향을 준다. 특히 C형 근관을 가진 치아의 치료는 해부학적 형태로 인해 임상가들에게 많은 어려움을 준다. 이와 같은 근관에서 근단부 5 mm의 자세한 형태학적 관찰은 주사전자현미경을 이용하여 치근연구에서 이루어져왔다.

본 논문에서는 C형 근관을 가진 하악 제2대구치를 시편으로 선택하였는데 그 이유로는 아시안계, 특히 한국인⁶⁾에서 32.7%의 높은 빈도를 보이는 형태로서 정확한 근단부 형태를 예측하기가 어렵기 때문에 임상적으로 근관치료의 실패율이 높아 주사전자현미경에 의한 치근단부 형태를 관찰하는 것이 임상적으로 효용가치가 있다고 생각되어 본 연구를 계획하였다.

이전의 연구에서 방사선사진이나 현미경을 이용하여 근단부 형태를 조사한 방법들은 신뢰하기 어렵다. 방사선사진은 치근의 협측과 설측면에 관한 정보를 제공하기 어렵고 현미경 하에서 측정은 관찰자의 주관과 사물의 미세한 특성 같은 변수들로 인하여 정확하지 못하다. 따라서 본 연구에서는 측정의 정확성을 증가시키고 연구에서 조절되지 않은 변수들을 감소시키기 위해 주사전자현미경을 사용하였다.

주사전자현미경은 광학현미경과 비교하여 얻을 수 있는 화상의 초점심도가 2배 이상 깊으며, 동시에 2배 이상의 분해능 (FE-SEM에서는 최대 0.6nm)을 얻을 수 있다. 열전자총 대신에 field emission (FE) 전자총을 장착한 FE-SEM은 1.5 mm이하의 고분해능으로 고화질의 화상을 얻을 수 있기 때문에 형상관찰에 폭넓게 이용되므로 이 연구에서는 FE-SEM을 이용하였다.

근관 성형의 목적은 치수잔사나 박테리아의 제거뿐만 아니라, 충전에 적합한 근관 형태의 형성이다. 결과적으로 이 부위의 조직 형태학적 폭경에 관한 지식은 근관치료 시 초기와 최종 근관의 직경을 결정하는데 도움이 된다. 따라서 본 연구에서는 주사전자현미경으로 관찰시 주근단공의 크기에 초점을 맞추어 진행하였다. 본 연구에서 주근단공의 가장 넓은 부위의 평균은 0.372 mm이고 가장 좁은 부위의 평균은 0.176 mm로

나타났다 (Fig.1, Table. 1). 이전 연구들에서 주근단공의 크기는 논쟁이 되어왔다. Green⁸⁾에 의하면 상, 하악 구치부 주근단공의 직경은 백악질의 새로운 층의 침착으로 인하여 연령에 따라 증가하고 주근단공의 평균 직경은 근원심보다 순설로 약간 더 크다고 보고하였다. Stein²⁰⁾의 주근단공의 크기에 관한 연구에서 하악 제 2대구치의 주근단공의 평균 폭경은 0.540 mm이고, 근단공의 직경은 연령 증가와 함께 증가한다고 하였으며 이러한 증가는 근단부 백악질 폭경 증가의 결과라고 하였다. Morfis²²⁾는 치아의 근단부에 관한 연구에서 하악 구치의 근심근관의 주근단공 크기는 평균 0.26 mm와 원심근관의 주근단공 크기는 평균 0.39 mm로 보고하였고, Marroquin²⁶⁾는 하악 제2대구치 근심과 원심 치근에서 주근단공의 가장 좁은 부위의 평균은 0.16 mm, 가장 넓은 부위는 0.33 mm로 보고하였다. 또한 Chaung²⁹⁾의 연구에 의하면 C형 근관을 가진 하악 제2대구치의 근심근관 주근단공의 가장 넓은 부위의 평균은 0.26 mm, 가장 좁은 부위의 평균은 0.15 mm라 하였고, 원심근관 주근단공의 가장 넓은 부위의 평균은 0.36 mm와 가장 좁은 부위는 0.22 mm이라고 보고하였으며 이중 원심근관 주근단공의 크기는 본 실험결과와 유사하게 나타났다. 반면, 근심근관 주근단공의 크기는 본 실험성적에 비해 작게 나타났으나 본 실험에서는 근심 주근단공은 명확히 구별이 어려워 가장 큰 주근단공만을 측정하였기 때문에 실험성적에서 배제하였다.

생리적 근단공 폭경의 측정은 근관 성형동안 최종 근관장 파일의 크기를 결정하는 실마리를 제공한다^{30,31)}. 본 실험에서는 주근단공에 넓은 부위의 평균값이 0.372 mm로 나타나 C형 근관의 성형을 위해서는 좀 더 큰 크기의 초기근관장 파일을 설정해야 함을 알 수 있었으며 결국 최종 근관장 파일의 크기도 증가해야한다고 생각되었다.

주근단공은 항상 근첨부에 위치하지 않고, 근첨보다 약간 짧게 위치한다. Kuttler⁸⁾와 Stein²⁰⁾은 근단공의 중심은 치아의 68 ~ 80%가 치근의 근첨에 위치되지 않는다고 보고하였으며 근단공의 중앙은 연령증가와 함께 근단부 백악질 두께의 증가 결과로 근첨에서 편향되어 나타난다고 하였다. Burch¹²⁾는 각 치아별 해부학적 근단부의 근단공에 관한 연구에서 하악 대구치의 주근단공은 해부학적 근단부에서 일정한 방향으로 위치하고 하악전치는 협측으로 56.7%, 하악견치는 협측으로 40.8%, 하악구치는 원심으로 45.4 ~ 62.8%가 위치한다고 보고하였다. 그 외 다른 연구^{8, 10, 14, 16-18, 20, 22, 24)}들에서도 표본들 대부분의 주근단공은 한 방향으로 편향되고 0.20~ 3.80 mm 범위에서 근첨보다 짧게 끝난다고 보고하였다. 본 연구에서도 하악 제2대구치 C형근관을 가진 대부분 치아들은 근첨에서 주근단공의 중심이 근단부 정점에 위치하지 않고 원심협측 방향으로 편향되어 나타나 위 연구들과 유사한 결과를 보였다 (Fig. 2).

치아의 근단공 대부분은 원형이거나 난원형이다. Marroquin²⁶⁾의 연구에 의하면 이집트인들의 생리적 근단공의 가장 일반적인 모양은 난원형 (70%)이라고 하였으며 이러한 차이는 인종적 요소나 난원형과 원형 모양사이에 정의의 다양성으로 인한 것이라 하였다. 본 연구에서도 C형 근관의 주근단공 형태는 대부분 난원형으로 나타났으며 위와 유사한 결과를 나타냈다 (Fig. 3). 난원형의 생리적 근단공은 난원형 근관의 존재를 의미하고, 이러한 난원형의 근관들이 특히 길고 좁은 경우 근관성형 도중 천공이나 치근의 약화 가능성이 높기 때문에 근관치료시 주의를 기울여야 한다.

또한, 이 연구의 표본들에서 부근관들이 많이 관찰되었다. Green¹⁰⁾에 의하면 평균 부근단공은 주근단공 크기의 약 1/2이고 근첨과 주근단공 간 거리의 2배정도에 위치해 있다고 하였다. Chaung²⁹⁾에 의하면 부근단공은 보통 주근단공보다 원형에 더 가깝다고 보고하였다. 본 연구에서도 관찰된 대부분 부근단공 형태는 원형으로 나타났다 (Fig. 4).

본 실험에서 사용한 주사전자현미경을 이용한 C자형 근단부의 형태관찰은 기존의 방법에 비해서는 정확하고 신뢰할 만한 방법이지만 치아의 손상이 불가피하여 본 연구에서는 C형 근관을 가진 시편을 선택하는데 많은 어려움이 있었다. 치아의 손상없이 근관형태를 3차원적으로 재현하는 최근 개발된 magnetic resonance microscopy³⁵⁾와 micro-computed tomography(μ CT)³⁶⁾를 이용한 연구도 많이 보고되고 있다.

성공적인 예후는 근관형태와 근단부에 대한 임상가의 올바른 이해와 지식이 우선적이라는 관점에서 볼 때 본 실험이 기여하는 바가 있긴 하지만 이를 바탕으로 적절한 근관성형 및 충전과 수복에 관한 연구가 계속 진행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

C형 근관을 가진 하악 제2대구치 근단부의 형태는 많은 해부학적 변수들과 함께 매우 복잡하다. 따라서 근단부 형태에 대한 정확한 이해는 성공적인 치료와 직결된다. 이에 본 연구에서는 13개의 C형 근관을 가진 하악 제2대구치를 대상으로 근단부 형태를 주사전자현미경을 이용하여 관찰하고 분석하였다. 주근단공의 크기는 가장 넓고 좁은 부위의 폭경을 측정하였고 주근단공의 변위방향과 형태를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. C형 근관을 가진 하악 제2대구치 주근단공의 가장 넓은 부위는 0.103 mm에서 0.800 mm로 다양하며 평균 0.372 mm이었고, 가장 좁은 부위는 0.051 mm에서 0.460 mm로 평균 0.176 mm이었다.
2. C형 근관의 주근단공 변위는 근단공의 중심이 근침에 위치하지 않고 원심협측 방향으로 편향되어 나타났다.
3. C형 근관의 주근단공 형태는 난원형으로 나타났다.

이상을 종합해 볼 때 C형근관의 주근단공은 다른 치아에 비해 더 큰 폭경을 갖고 근침에서 원심협측 방향으로 편향됨이 관찰되었다. 따라서 임상가들은 C형근관의 초기 근관장 파일의 설정시 좀 더 큰 크기의 파일을 사용해야 하며 기구 조작 시 측방천공의 가능성을 염두에 두고 주의를 기울여야 한다. 또한 대부분 C형 근관의 주근단공의 형태는 난원형으로 근관의 적절한 폐쇄를 위해 근관성형과 충전시 많은 주의가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Cooke HG, Cox FL. C-shaped canal configurations in mandibular molars. *JADA* 99(5):836-9, 1979.
2. Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars. part2. C-shaped canals. *Int Endod* 23:40-5, 1990.
3. Wein FS. The C-shaped mandibular second molar: incidence and other considerations. *J Endod* 24:372-5, 1998
4. Gaby Y.Haddad. Diagnosis, Classification, and Frequency of C-shaped Canals in Mandibular Second Molars in the Lebanese Population. *J Endod* 24:268-271, 1999
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* 4:160-3, 1988.
6. Seo MS, Park DS. C-shaped root canals of mandibular second molars in a Korea population: clinical observation and in vitro analysis. *Int Endod J* 37:139-144, 2004.
7. Green D. Morphology of the pulp cavity of the permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 8:743-59, 1955.
8. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. *J Am Dent Assoc* 50:544-52, 1995.
9. Green D. Stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 9:1224-32, 1956.
10. Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 13:728-33, 1960.
11. Burch JG, Hulen S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 34:262-8, 1972.
12. Ainamo J. Loe H. A stereomicroscopic investigation on the anatomy of the root apices of 910 maxillary and mandibular teeth. *Odont Tidsk* 76:417-26, 1968.

13. Dummer PMM, McGinn JH Rees DG .The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J* 17:192-98, 1984.
14. Blaskovic- Subat V, Maricic B, Sutalo J. Asymmetry of the root canal foramen. *Int Endod J* 30:694-9, 1992.
15. Altman M, Guttuso J, Sedberg BH, Langeland K. Apical root canal anatomy of human maxillary central incisors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 30:694-9, 1970.
16. Tamse A, Littner MM, Kaffe I, Moskona D, Gavish A. Morphological and radiographic study of the apical foramen in distal roots of mandibular molars : Part 1. the location of the apical foramen on various root aspects. *Int Dent J* 21:205-10, 1988.
17. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 33:101-10, 1972.
18. Laurichesse JM, Chaelle P, Griveau B. L'anatomie canalaire et son interpretation radiographique. *Actualites odont stomarolo* 117:97-134, 1977.
19. Hess Jc, Culieras MJ, Lamiabile N. A scanning microscopic investigation of principal and accessory foramina on the root surfaces of human teeth : thoughts about endodontics, pathology, and therapeutics. *J Endod* 9:275-81, 1983.
20. Stein TJ, Corcoran JF. Anatomy of the root apex and its histologic changes with age. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 69:238-42, 1990.
21. Seltzer S. Endodontology : biologic considerations in endodontic procedures. *New York: McGraw-Hill*, 4-14, 1971.
22. Morfis A, Sylaras Sn, Georgopoulou M, Kerani M. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 77:172-6, 1994.
23. Wheeler Rc. A textbook of dental anatomy and physiology. *3rd ed. Philadelphia: WB saunders*, 47, 1960.
24. Juan H Gutierrez G. Apical Foraminal openings in human teeth : Number and location. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 79:769-777, 1995.

25. Simon JHS. The apex; how critical is it? *Gen dent* 42:330-4, 1994.
26. Marroquin BB, El-Sayed Ma. Morphology of the physiological foramen : I. maxillary and mandibular molars. *J Endod* 30:21-8, 2004.
27. 황호길, 신영근 : "The effectiveness of obturating techniques in sealing isthmuses", 『대한치과보존학회지』, 26:499-506, 2001.
28. R.Norman Weller, Stephen P.Niemczyk. Incidence and Position of the Canal Isthmus. Part 1. Mesibuccal Root of the Maxillary First Molar. *J Endod* 21:380-83, 1995.
29. Cheung GSP, Yang J, Fan B. Morphometric study of the apical anatomy of C-shaped root canal systems in mandibular second molars. *Int Endod J* 40:239-246, 2007.
30. Ricucci D. 1998 Apical limit of root canal instrumentation and obturation. part1. Literature review. *Int Endo J* 31:384-93, 1990.
31. Jou YT, Karabucak B, Levin J, Lju D. Endodontic working width : current concepts and techniques. *Dental Clinics of north America* 48:323-35, 2004.
32. Carlsen O, Alexandersin V. Root apex and its histological changes with age. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 69:238-42, 1990.
33. Fan B, Cheung Gs, Fan M, Gutmann JL, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: part 1 - anatomical feature. *J Endod* 30: 899-303, 2004.
34. Melton DC, Krell KV, Fuller MW. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. *J Endod* 17:384-8, 1991.
35. 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* 32:3-9, 1999.
36. Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res* 79:1405-9, 2000.

저작물 이용 허락서

학 과	치의학과	학 번	20027322	과 정	석 사
성 명	한글 : 양 정 소 한문 : 梁 禎 素 영문 : Yang, Jeong So				
주 소	광주광역시 동구 동명동 154-5				
연락처	E-MAIL : toybus1@hanmail.net				
논문제목	한글 : C형 근관을 가진 하악 제2대구치 주근단공의 주사전자현미경적 관찰				
	영문 : Scanning electron microscopic observation of main apical foramen of C-shaped mandibular 2nd molar				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의() 반대()

년 월 일

저작자: 양 정 소 (인)

조선대학교 총장 귀하

