

상악 제1대구치 근심협축 치근의 근관계에 관한 연구

조동현 · 최호영 · 박상혁 · 최기운*

경희대학교 대학원 치의학과 치과보존학전공

ABSTRACT

THE CANAL SYSTEM IN THE MESIOBUCCAL ROOT OF THE MAXILLARY FIRST MOLAR

Dong-Hyun Cho, Ho-Young Choi, Sang-Hyuk Park, Gi-Woon Choi*
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyunghee University

This study is to investigate the canal system in the mesiobuccal root of the maxillary first molar.

61 maxillary first molars were randomly selected. Serial transverse sections were made perpendicular to the long axis of the mesiobuccal root. Each section was placed in 3% sodium hypochlorite for 24 hours and rinsed in water and dried. The resected surface was stained with 2% methylene blue dye and examined with stereomicroscope.

1. Canal configuration analysis showed that 36.1% of the specimen classified as type I, 16.4% as type II, 37.7% as type III and 9.8% as type IV.
2. Type II canal was merged in one canal within 1 to 4mm of the apex. 40% of type II canal converged at 2mm of the apex.
3. Type IV canal was divided into two canal within 2 to 4mm of the apex. 66.6% of type IV canal branched off at 2mm of the apex.
4. None of the sections had more than two main root canal.
5. 48.4% of the sections in 3mm with two canals contained an isthmus and more than 70% with two canals has isthmus at 4 to 5mm sections.

63.9% of the mesiobuccal root of maxillary first molar had two canal and 76.5% of sections with two canals in 5 MM had an isthmus. Because of this complexity the clinician should always search for extra canal carefully and root canal system, including an isthmus, should be cleaned and shaped completely and obturated three dimensionally for successful endodontic treatment.

Key words : Maxillary 1st molar, Mesiobuccal root, Canal system, Extra canal, Canal configuration, Isthmus

I. 서 론

근관치료의 목적은 근관외동의 형성과 근관계의 세정 및 형성을 통하여, 근관계를 삼차원적으로 완전하게 충전하는 것이다. 성공적인 근관치료를 위하여 근관 내의 감염된 치수 조직 및 세균과 그 독성 산물을 완전히 제거하여야 한다¹⁾. 그러므로 근관 치료를 시행하기 전에 해당 치아의 해부학적 형태를 이해하는 것은 중요하다.

근관계가 복잡하다는 사실은 밝혀졌으며, 근관계란 단순

한 원추형이 아니라 치수실과 주근관, 측방근관(치주조직과 교통), 부근관(치근단 상부위에 존재하는 분지들) 등으로 이루어진 가지 형태 구조로 알려져 있다²⁾. 치수를 감싸고 있는 치아 경조직은 매우 다양한 형태를 가지고 있으나 우리가 임상에서 이용할 수 있는 방사선 사진은 이차원적인 형태만을 제공한다. 따라서 이용이 가능한 여러 자료를 수집하여 삼차원적인 영상으로 재구성하여야 하며 술자는 이 영상을 근관치료 중 계속해서 머릿속에 그릴 수 있어야 한다³⁾.

"6세 구치"라고도 불리는 상악 제1대구치는 치료 받을 가

능성이 가장 높으면서 근관치료 실패율이 가장 높은 치아이다⁴⁾. 일반적으로 근관치료 실패의 원인은 위치상 접근의 곤란함과 치료되지 않은 근관의 존재, 부적절한 근단부 폐쇄 등을 들 수 있다. 상악 제1대구치는 다른 치아와 비교하여 접근이 어렵고 근심협축 근관에서 제4근관과 isthmus의 발현 빈도가 높아 성공적인 외과적, 비외과적 근관치료가 어려운 치아이다.

Weine⁵⁾은 상악 제1대구치의 근관치료가 실패하는 것은 제4근관의 존재를 파악하지 못하고 충전하지 못하기 때문이라고 하였다. 제4근관의 존재는 Hess⁶⁾와 Okumura⁷⁾에 의해 각각 1925년과 1927년 거론되었다. 그러나 그 중요성은 1969년 Weine 등⁸⁾에 의해서 제시되었고, 그 후로 여러 논문이 보고되었다. Weine 등⁸⁾에 따르면 근심협축 근관과 제4근관은 근단공 상방 1~4mm서 하나로 만나서 하나의 근단공으로 외부로 이어지거나 분리된 채로 두 개의 근단공을 가진다고 하였다. 그러나 많은 치과의사는 임상과정에서 제4근관을 찾는데 어려움을 겪는다⁹⁾. Hartwell과 Bellizzi¹⁰⁾는 538개의 상악 제1대구치 중 18%에서만 제4근관을 찾고 치료하였다고 하였다. 그러나 Neaverth 등¹¹⁾은 228개의 상악 제1대구치 중 77.2%에서 제4근관을 찾고 치료하였다고 하였다.

Isthmus는 두 개의 근관사이에 존재하는 가늘고 리본 모양의 연결로 치수나 치수기원 조직을 포함하고 있다. 두 개의 근관을 가지는 모든 치근은 isthmus가 존재할 가능성이 있다¹²⁾. 상악 제1대구치의 근심협축 치근에서 isthmus가 관찰되는 빈도는 다양하게 보고되고 있다. Pineda¹³⁾는 4.9%의 낮은 비율로 보고하였다. Green¹⁴⁾은 16%, Cambruzzi와 Marshall¹⁵⁾은 30.1%로 보고하였고, Vertucci¹⁶⁾와 Weller 등¹²⁾은 각각 52%와 79.3%의 높은 비율로 보고하였다.

본 연구는 상악 제1대구치의 외과적, 비외과적 근관치료 시 성공률의 향상에 기여하고자 치근이 손상되지 않은 한국인의 상악 제1대구치의 근심협축 치근의 절단시편을 제작한 후 근관형태와 isthmus의 해부학적 구조에 관하여 조사하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

1) 실험치아

발거된 한국인의 상악 제1대구치 중 치근이 손상되지 않은 치아 61개를 성별 및 연령에 관계없이 무작위로 선택하였다. 치근 표면에 부착된 치석과 조직 잔사를 제거하고 3% 차아염소산나트륨(NaOCl) 용액에 24시간 보관한 후 증류수에 보관하였다.

2. 실험방법

1) 절단시편의 제작

준비한 치아를 원형 링을 사용하여 epoxy resin에 포매하고, low speed diamond saw(IsoMet Buehler, Lake Bluff, USA)를 이용하여 해부학적 근침에서 치수실저까지 1.0mm 간격으로 치아의 장축에 수직으로 수평 절단하였다. 절단시편을 3% 차아염소산나트륨 용액에 24시간 보관하여 근관계 내의 유기질을 제거한 후 수세하고 건조하였다.

2) 절단시편의 관찰

시편을 2% methylene blue로 염색한 후 수세하고 건조하여 stereomicroscope(Olympus, Tokyo, Japan)로 20배와 40배로 확대하여 근관형태와 isthmus를 확인하였다.

근관형태의 분류는 Weine¹⁷⁾이 제시한 근관 형태 분류 방법을 이용하였다. Type II로 분류된 치근의 근침에서 몇 mm level에서 근관이 하나로 만나는지 관찰하였고 Type IV로 분류된 치근의 근침에서 몇 mm level에서 근관이 분리되는지 관찰하였다. 모든 치근에서 각 level에서의 주 근관의 개수를 조사하였고, 치근길이는 모두 달랐으나 근침에서 6mm level까지는 모두 존재하였기 때문에 근침에서 6mm level까지만 비교 관찰하였다. 두 개 이상의 근관을 가지는 치아를 분류하여 각 level에서 isthmus의 발현 빈도를 조사하였으며 마찬가지로 이유로 근침에서 6mm level까지만 비교 관찰하였다.

Isthmus는 두 개의 근관사이의 좁은 연결하는 통로로 정의¹⁸⁾되며 partial isthmus와 complete isthmus로 분류하였다.

III. 실험성적

1. 근관형태

Type I 36.1%, type II 16.4%, type III 37.7%, type IV 9.8%의 분포로 근관이 두개인 경우는 63.9%이었다(Table 1). Type II의 치근에서 근관이 하나로 합치는 위

Table 1. Canal configurations in the mesiobuccal root of maxillary first molars.(n=61)

Canal Configuration	No. of Roots	(%)
Type I	22	(36.1)
Type II	10	(16.4)
Type III	23	(37.7)
Type IV	6	(9.8)
Total	61	(100)

치는 치근단에서 4mm 이내에서 발견되었으며 2mm level에서 40%로 가장 많이 발견되었고(Table 2), Type IV는 2~4mm에서 근관이 분지되었으며 2mm에서 근관이 분지되는 경우가 66.6%로 가장 많았다(Table 3).

2. Isthmus의 발생 빈도

각 level에서 주근관의 개수는 치근단에서 멀어질수록 두

개의 근관을 가지는 비율이 증가하였고 세 개 이상의 주근관을 가지는 경우는 없었다(Table 4, Fig. 1). 각 level에서 두 개의 근관을 가지는 경우에 isthmus는 높은 발현 빈도를 보였는데, 치근단에서 3~6mm level에서 50% 이상의 발현 빈도를 보이고, 5mm level에서 76.5%로 가장 많았다(Table 5, Fig. 2).

Table 2. Level of convergence of type II canals. (n=10)

Level from Apex (mm)	No. of Roots	(%)
6		
5		
4	3	(30)
3	2	(20)
2	4	(40)
1	1	(10)
Total	10	(100)

Table 3. Level of divergence of type IV canals. (n=6)

Level from Apex (mm)	No. of Roots	(%)
6		
5		
4	1	(16.7)
3	1	(16.7)
2	4	(66.6)
1		
Total	6	(100)

Table 4. Number of canals at each level(1~6mm). (n=61)

Level from Apex (mm)	No. with One canal	(%)	No. with Two canals	(%)
6	27	(44.3)	34	(55.7)
5	27	(44.3)	34	(55.7)
4	31	(50.8)	30	(49.2)
3	30	(49.2)	31	(50.8)
2	31	(50.8)	30	(49.2)
1	34	(55.7)	27	(44.3)

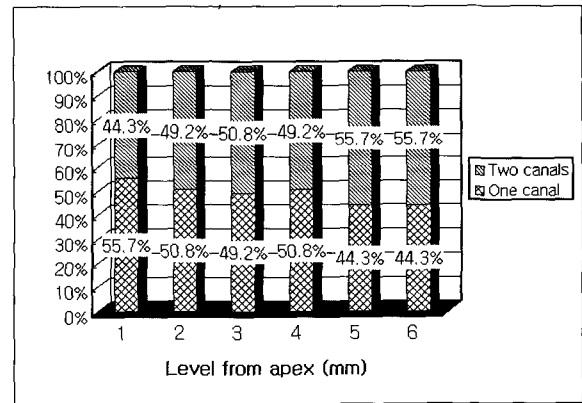


Fig. 1. Percentage of canals at each level(mm) from the apex.

Table 5. Incidence of an isthmus at each level in sections with two canals (1~6mm).

Level from Apex (mm)	No. with Two canals	NI (%)	CI (%)	PI (%)	CI + PI (%)
6	34	16 (47.1)	12 (35.3)	6 (17.6)	18 (52.9)
5	34	8 (23.5)	15 (44.1)	11 (32.4)	26 (76.5)
4	30	8 (26.7)	8 (26.7)	14 (46.7)	22 (73.3)
3	31	10 (32.3)	5 (16.1)	16 (51.6)	21 (67.7)
2	30	16 (53.3)	2 (6.7)	12 (40.0)	14 (46.7)
1	27	22 (81.5)	1 (3.7)	4 (14.8)	5 (18.5)

NI, no isthmus; CI, complete isthmus; PI, partial isthmus

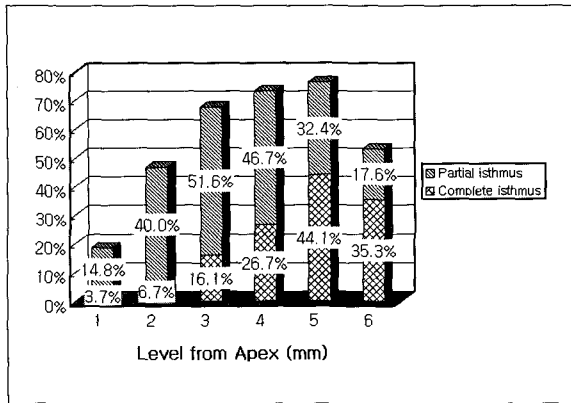


Fig. 2 Percentage of isthmuses at each level(mm) from the apex.

IV. 총괄 및 고안

상악 제1대구치는 치근과 근관의 해부학적 형태가 매우 복잡한 치아로 일반적으로 근심협축, 원심협축, 구개측으로 뚜렷하게 구별이 가능한 세 개의 치근을 가지고 치열공에서 가장 큰 부피를 가지는 치아이다. 하악 대구치와 함께 저작과 음식물 분쇄의 기능을 가지고 악골 내에 안정성을 가진 강한 치아이며 또한 그 위치와 맹출을 둘러싼 주위환경의 중요성 때문에 치공의 초석(corner stones)이라 불리우는¹⁵⁾ 매우 중요도가 높은 치아이다. 그러나 근관 치료의 성공률이 전치부나 소구치에 비하여 낮게 보고¹⁹⁾된바 있으며 결과적으로 외과적 근관치료도 빈번하게 이루어지나 외과적 근관 치료의 성공률도 전치부²⁰⁾나 하악 대구치²¹⁾에 비하여 낮다. 그 원인으로는 시야의 확보나 접근의 곤란함, 해부학적 다양성 등을 고려할 수 있는데, 특히 근심협축 치근의 4th canal 및 isthmus의 존재를 인지하지 못하여 적절한 근관 세정 및 성형, 그리고 충전을 할 수 없어 실패하는 경우가 많다. 성공적인 근관 치료를 위하여 술자는 항상 근관 형태를 숙지하고 치료시 현재 file이 근관 내의 어느 부위에 위치하고 있는지 상상하고 있어야 한다.

지금까지 근관의 해부학적 형태를 연구하기 위한 여러 가지 방법이 시도되어왔다. Carabelli를 시작으로 하여 근관계에 대한 체계적인 연구가 진행되었으며, Hess⁹⁾는 치수 공간에 India rubber를 주입하여 경화된 후 50% 염산으로 주변 치질을 용해시켜 근관계의 복잡한 구조를 삼차원적으로 보여주었고 Hession²²⁾은 치료 전과 후의 근관 형태를 방사선 사진을 사용하여 평가하였다. 그 외에도 다양한 방법의 연구가 진행되었는데 방사선 사진, 광학 현미경, 광학 CT를 이용하는 방법 등이 소개되었다²³⁾. 최근에는 삼차원적 컴퓨터 재구성과 자기 공명 영상이 이용되기도 하지만 치수의 연조직은 그 크기가 작기 때문에 정확한 상을 얻기

가 어렵다. 투명 표본을 이용한 방법²⁴⁾은 근관계의 형태, anastomosis 및 다양한 근관 변화 등을 삼차원적으로 평가할 수 있으나 좁은 부위내로 색소가 잘 침투하지 않는 단점이 있다. 본 실험에서는 치근점에서 치수실저까지 1mm 간격으로 순서적으로 절단한 시편을 이용¹²⁾하여 근관을 관찰하였다.

Weine¹⁷⁾이 제시한 근관 형태 분류 방법은 다음과 같다. Type I은 한 개의 근관이 근침까지 지속되는 경우, type II는 치수강에서 두 개로 나뉘어 출발하지만 근침에서 하나로 되는 경우, type III는 구별가능한 두 개의 나뉘어진 근관이 치수강에서 근침까지 지속되는 경우, type IV는 한 개의 근관이 근침부에서 두 개로 분지되어 구별가능한 두 개의 근단공을 가지는 경우로 정의된다.

본 연구에서 얻어진 근관 형태의 분포(Table 1)에서 전체 근심협축 치근 중 하나의 근관을 가지는 경우는 36.1%로 이전에 외국에서 행하여진 많은 연구 결과^{8-9), 13-14), 16), 25-27)}와 유사하였으나, al Shalabi 등²⁸⁾이 78%, Kulild 등²⁹⁾이 96.1%의 높은 비율로 두 개의 근관을 가진다고 보고한 결과와는 차이를 보였다. 따라서 임상에서는 근관이 하나인 것이 확실하게 밝혀지기 전까지는 항상 두 개 이상의 근관이 존재한다는 가정 하에 진료에 임하여야 한다.

Type II로 분류된 치근은 근침에서 1~4mm level에서 근관이 하나로 합쳐졌다(Table 2). Type II 치근을 하나의 근관으로 잘못 알고 치료하였을 경우, 내부에 치료되지 않은 근관이 존재하지만 근침부의 폐쇄는 적절히 이루어질 수 있다. 그러나 어떠한 이유로 이런 치아에 치근단 절제술을 시행하면 치료되지 않은 다른 하나의 근관이 노출될 위험이 존재한다. 일반적으로 치근단 절제술에서 근침부 3mm를 절제하므로, 이 연구의 결과에 따르면 50%에서 새로운 근관이 노출될 가능성이 존재한다.

Type IV로 분류된 치근에서는 근침에서 2~4mm level에서 근관이 분지되었다(Table 3). 66.6%가 치근단에서 2mm 떨어진 곳에서 분지되었으며 비외과적 근관치료시 근관이 분지될 가능성을 항상 기억하여야 한다. 만약 type IV 근관을 하나의 근관으로 잘못 판단하고 근관치료를 하였을 경우 근단부에 세정과 폐쇄가 이루어지지 않은 근단공이 존재하여 실패가 야기된다. 적절한 근단부 절제로 이러한 치료되지 않은 근관은 제거될 수 있으나 3mm 상방에서 분지되는 경우도 33.4%나 있으므로 유의하여야 한다. 본 연구에서는 type IV 근관의 수가 한정되었고 lateral canal이나 ramification과의 구별이 모호할 수 있기 때문에 앞으로도 계속적인 연구가 요구된다.

근침에서 6MM level까지 각 level에서의 주 근관의 개수는 Table 4와 같았다. Weller 등¹²⁾은 근침부에서 멀어질수록 두 개의 근관을 가지는 경우가 더 많은 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 1MM level에서는 하나의 근관을 가지

는 경우가 더 많았고, 2~4MM level에서는 하나의 근관을 가지는 경우와 두 개의 근관을 가지는 경우가 유사하였으며, 5~6MM level에서는 두 개의 근관을 가지는 경우가 더 높게 나타났으나 치근첨에서의 거리와 두 개의 근관을 가지는 경우와의 뚜렷한 상관관계는 발견할 수 없었다. 그러나 치근단 절제술을 시행하는 경우 절제하는 길이가 길어지면 두 개의 근관이 나타날 가능성이 더 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한 세 개 이상의 주근관을 가지는 경우는 관찰할 수 없었다.

두 개 이상의 근관을 가지는 경우에는 isthmus의 존재 가능성에 유의하여야 한다. Isthmus는 두 개의 근관사이의 좁은 연결하는 통로로 정의되며 'corridor'¹⁴⁾, 'lateral connection'¹³⁾, anastomosis¹⁶⁾ 등으로 불린다. 보통 치수 조직을 함유하고 있어서 근관계의 한 부분으로 생각하여야 하며 반드시 세정 및 성형, 충전하여야 한다¹⁸⁾. Isthmus는 partial isthmus와 complete isthmus로 분류되며 partial isthmus는 두 개의 주근관 사이에 존재하는 하나 또는 그 이상의 출구를 갖는 불완전한 통로, complete isthmus는 두 개의 주근관 사이에 존재하는 좁은 연속적인 통로로 정의된다¹²⁾. Isthmus는 상, 하악 소구치 및 대구치, 하악 절치에서 높은 빈도로 나타나³⁰⁾ 통상적인 근관치료 및 외과적 근관치료의 실패를 야기하는 경우가 많다^{12,13)}.

1~6mm level에서 isthmus가 발견되었으며 1mm level을 제외하고 모든 level에서 50% 이상의 높은 빈도로 관찰되었다(Table 5). 비외과적 근관치료시에는 isthmus 내로 기구의 접근이 용이하지 않아 기계적인 근관 세정과 형성, 충전이 곤란하여 실패의 원인이 될 수 있으며, isthmus 내 조직을 제거하기 위해서는 차아염소산나트륨 용액의 충분한 사용이 요구된다³¹⁾. 외과적 근관치료시에도 적절히 세정하고 폐쇄하지 않을 경우 세균에 대한 지속적인 영양 공급원으로 작용하고 세정과 충전이 이루어지지 않은 근관계의 노출로 실패의 원인³⁰⁾이 되며, 미세현미경을 사용하여 그 존재를 반드시 확인하고 치료하는 것이 바람직하다.

Partial isthmus의 개념은 과거에는 존재하지 않던 것으로 미세현미경의 사용과 함께 그 존재가 많이 관찰되고 있다. Weller 등¹²⁾은 치근단에서 3~5mm level에서 isthmus가 높은 비율로 나타나고 특히 4mm level에서는 100% 관찰되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 3~5mm level에서 67.7~76.5%까지의 높은 발현 빈도를 보였으며 5mm level에서 76.5%로 가장 높았다. 치근단을 절단한 후 절단면에서 두 개의 근관사이 존재하는 공간에는 세균이나 피사된 조직이 포함되어 있으므로 반드시 세정하고 폐쇄하여야 한다. 또한 Weller 등¹²⁾은 isthmus가 관찰되지 않는 경우에도 항상 두 근관사이를 근관형성하고 폐쇄하여야 한다고 하였다.

과거에는 isthmus의 존재를 확인하는 것도 어렵고 발견

한 후의 치치에도 어려움이 많았는데 잘 충전된 근관에서 실패가 유발되는 것은 이러한 isthmus의 존재를 확인하지 못하거나 적절한 치료를 행하지 못하였기 때문이다. 최근에는 초음파 기구나 미세현미경 등을 사용한 수술 방법의 발달로 성공률이 향상되고 있다. 따라서 isthmus의 존재 가능성을 항상 염두에 두고 근관치료시 차아염소산나트륨 등을 충분한 시간 동안 사용하고 삼차원적인 충전을 위한 노력을 기울여야 하고, 외과적 근관치료시에는 isthmus를 발견하고 치료하기 위한 시도를 충분히 하여야 한다.

V. 결 론

상악 제1대구치의 근심협축 치근의 해부학적 구조를 평가하기 위하여 치근이 손상되지 않은 61개의 치아의 근관형태 및 isthmus의 발생빈도를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Type I은 36.1%, type II는 16.4%, type III는 37.7%, type IV는 9.8%의 분포로, 전체 치근 중 하나의 근관은 36.1%, 두 개의 근관은 63.9%를 보였다.
2. Type II는 1~4mm에서 근관이 하나로 되고, 2mm에서 근관이 하나가 되는 경우가 40%로 가장 많았다.
3. Type IV는 2~4mm에서 근관이 분지되었으며, 2mm에서 근관이 분지되는 경우가 66.6%로 가장 많았다.
4. 치근단에서 멀어질수록 두 개의 근관을 가지는 비율이 증가하였고, 세 개 이상의 주근관을 가지는 경우는 없었다.
5. 2개의 근관을 가지는 경우에서 isthmus는 18.5~76.5%의 발현 빈도를 보였으며 5MM level에서 76.5%로 가장 많았다.

상악 제1대구치의 성공적인 근관치료를 위해서는 해부학적 다양성에 대한 사전 지식이 필요하며 이상의 연구 결과, 근관치료시 제4근관을 찾고 그것을 치료하기 위하여 노력하고, isthmus를 포함한 근관계를 완전하게 세정하고 삼차원적으로 충전하기 위하여 노력하여야 할 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. Schilder H : Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* : 723~744, 1967.
2. Beer R, Baumann MA and Kim S : Endodontology. 1st ed. New York, Thieme, 47~50, 2000.
3. Ingle JI and Barkland LK : Endodontics. 4th ed. Malvern, Williams & Wilkins, 95~96, 1994.
4. Cohen S, Burns RC and Herbranson EJ : Pathways of the pulp. 8th ed. St. Louis, Mosby, 196~197, 2002.
5. Weine FS : Endodontic therapy. 5th ed. St. Louis, Mosby, 266~278, 1996.
6. Hess W : The anatomy of the root canals of the teeth of permanent dentition, John Bale, Sons & Danielsson

- Ltd. 1925.
7. Okumura T : Anatomy of the root canals. *J Am Dent Assoc* 14 : 632~636, 1927.
 8. Weine FS, Healey HJ, Gerstein H and Evanson L : Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. *Oral Surg* 28(3) : 419~425, 1969.
 9. Seidberg BH : Frequency of two mesiobuccal root canals in maxillary permanent first molars. *J Am Dent Assoc* 87(4) : 852~856, 1973.
 10. Hartwell G and Bellizzi R : Clinical investigation of in vivo endodontically treated mandibular and maxillary molars. *J Endodon* 8(12) : 555~557, 1982.
 11. Neaverth EJ, Kotler LM and Kaltenbach RF : Clinical investigation (in vivo) of endodontically treated maxillary first molars. *J Endodon* 13(10) : 506~512, 1987.
 12. Weller RN, Niemczyk SP and Kim S : Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesiobuccal root of the maxillary first molar. *J Endodon* 21(7) : 380~383, 1995.
 13. Pineda F : Roentgenographic investigation of the mesiobuccal root of the maxillary first molar. *Oral Surg* 36(2) : 253~260, 1973.
 14. Green D : Double canals in single roots. *Oral Surg* 35(5) : 689~696, 1973.
 15. Wheeler RC : A Textbook of dental anatomy and physiology. 4th ed. 228~245, 1965.
 16. Vertucci F : Root canal anatomy of human permanent teeth. *Oral Surg* 25(5) : 589~599, 1984.
 17. Weine FS : Endodontic therapy, 5th ed. St. Louis, Mosby, 242~246, 1996.
 18. Cohen S, Burns RC and Herbranson EJ : Pathways of the pulp. 8th ed. St. Louis, Mosby, 710~711, 2002.
 19. Peak JD, Hayes SJ, Bryant ST and Dummer PM : The outcome of root canal treatment. A retrospective study within the armed forces (Royal Air Force). *Br Dent J* 190(3) : 140~144, 2001.
 20. Harty FJ, Parkins BJ and Wengraf AM : Success rate in root canal therapy. A retrospective study of conventional cases. *Br Dent J* 128(2) : 65~70, 1970.
 21. Nordenram A and Svardstrom G : Results of apicoectomy. *Swed Dent J* 63(9) : 593~604, 1970.
 22. Hession RW : Endodontic Morphology II - A radiographic analysis. *Oral Surg* 44(4), 610~620, 1977.
 23. Horiuchi H : Determining the internal morphology of root canal. *Int Endod J* 26(1), 12~13, 1993.
 24. Robertson D, Leeb J, McKee M and Brewer E : A clearing technique for the study of root canal system. *J Endodon* 6(1), 421~424, 1980.
 25. Wolcott J, Lshley D, Kennedy W, Johnson S and Minnich S : Clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. *J Endodon* 28(6), 477~479, 2002.
 26. Alavi AM, Opananon A, Ng YL and Gulabivala K : Root and canal morphology of Thai maxillary molars. *Int Endod J* 35(5), 478~485, 2002.
 27. Tam A and Yu DC : Location of canal isthmus and accessory canals in the mesiobuccal root of maxillary first permanent molars. *J Can Dent Assoc* 68(1), 28~33, 2002.
 28. al Shalabi RM, Omer OE, Glennon J, Jennings M and Claffey NM : Root canal anatomy of maxillary first and second permanent molars. *Int Endod J* 33(5), 405~414, 2000.
 29. Kuliild JC and Peters DD : Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars. *J Endodon* 16(7) : 311~317, 1990.
 30. Hsu YY and Kim S : The resected root surface: The issue of canal isthmus. *Dent Clin North Am* 41(3), 529~540, 1997.
 31. Yang SF, Rivera EM, Baumgardner KR, Walton RE and Stanford C : Anaerobic tissue-dissolving abilities of calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *J Endodon* 21(12), 613~616, 1995.

최 기 운

경희대학교 치과대학 보존과 교수
 서울특별시 동대문구 회기동 1 경희대학교 치과대학 보존학교실
 Tel : 02-958-9335
 E-mail : gwchoi@khu.ac.kr

EXPLANATION OF LEGENDS

- Fig. 3. Representative photograph of section with Type II root canal at 1.0MM from root apex (original magnification $\times 20$).
- Fig. 4. Representative photograph of section with Type II root canal at 2.0MM from root apex (original magnification $\times 20$).
- Fig. 5. Representative photograph of section with Type II root canal at 3.0MM from root apex (original magnification $\times 20$).
- Fig. 6. Representative photograph of section with Type II root canal at 4.0MM from root apex (original magnification $\times 20$).
- Fig. 7. Representative photograph of section with Type IV root canal at 1.0MM from root apex (original magnification $\times 20$).
- Fig. 8. Representative photograph of section with Type IV root canal at 2.0MM from root apex (original magnification $\times 20$).
- Fig. 9. Representative photograph of section with Type IV root canal at 3.0MM from root apex (original magnification $\times 20$).
- Fig. 10. Representative photograph of section with Type IV root canal at 4.0MM from root apex (original magnification $\times 20$).
- Fig. 11. Representative photograph of section with no isthmus (original magnification $\times 16$).
- Fig. 12. Representative photograph of section with a complete isthmus (original magnification $\times 16$).
- Fig. 13. Representative photograph of section with a partial isthmus (original magnification $\times 16$).
- Fig. 14. Representative photograph of section with a partial isthmus (original magnification $\times 16$).

사진부도 ①

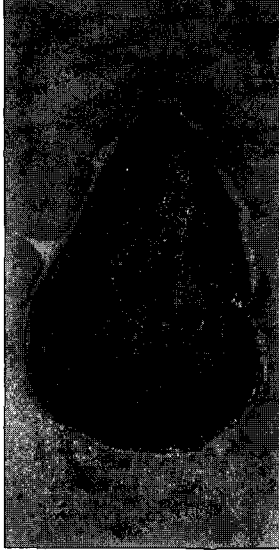


Fig. 3

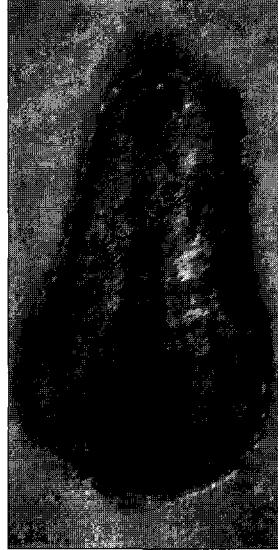


Fig. 4

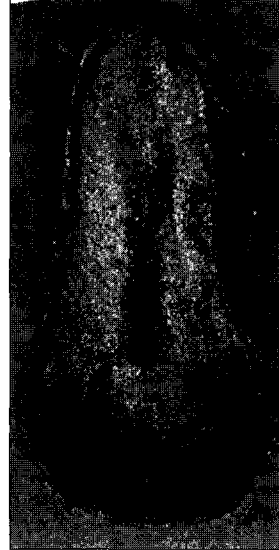


Fig. 5

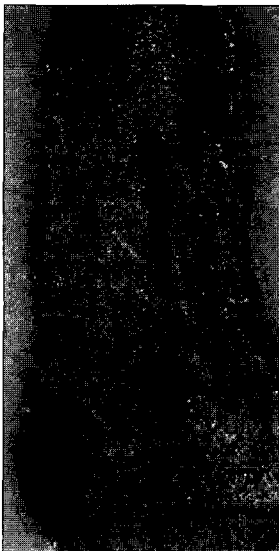


Fig. 6



Fig. 7

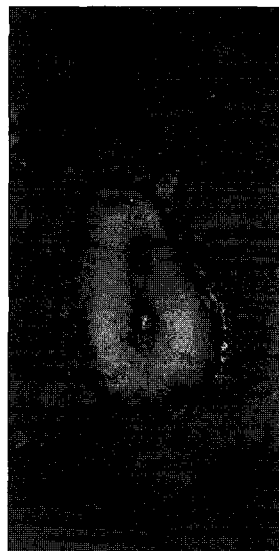


Fig. 8

사진부도 ②

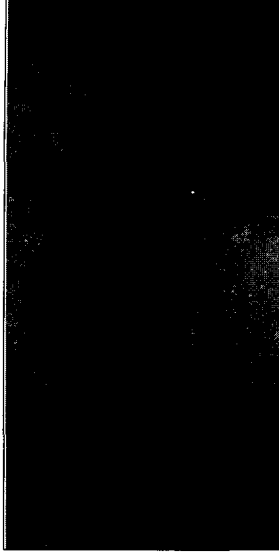


Fig. 9

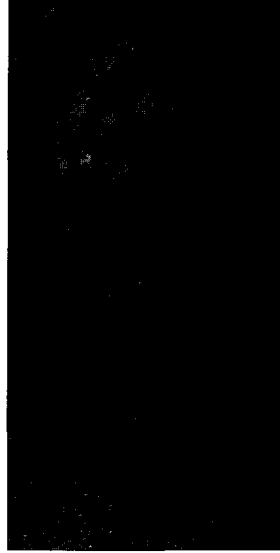


Fig. 10

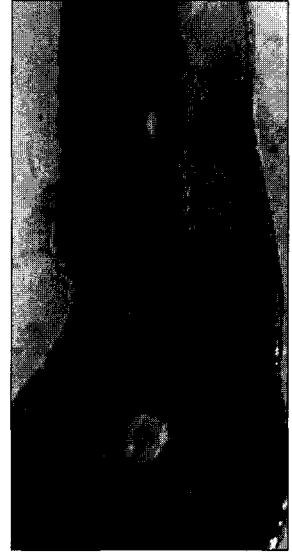


Fig. 11

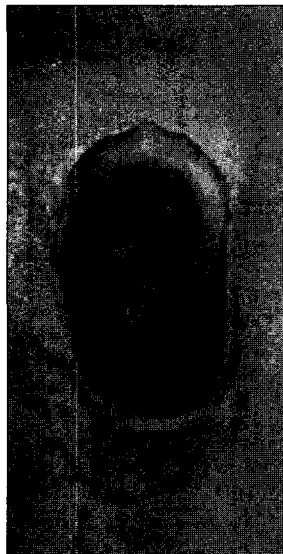


Fig. 12

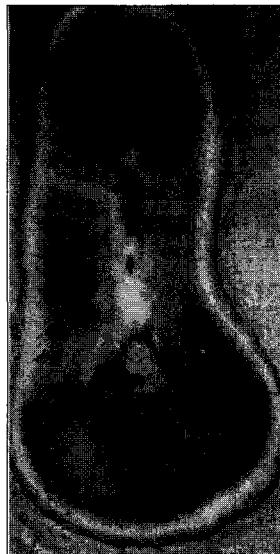


Fig. 13



Fig. 14