

하악 대구치의 II형 근심 근관에서 치근단 부위의 만곡도 조사

윤혜림, 이동균, 황호길*

조선대학교 치과대학 치과보존학 교실

An evaluation of canal curvature at the apical one third in type II mesial canals of mandibular molars

Hye-Rim Yun, Dong-Kyun Lee, Ho-Keel Hwang*

Department of Conservative Dentistry, Chosun University School of Dentistry, Gwangju, Korea

Objectives: The purpose of this study was to evaluate the buccolingual curvature at the apical one third in type II mesial canals of mandibular molars using the radius and angle of curvature. **Materials and Methods:** Total 100 mandibular molars were selected. Following an endodontic access in the teeth, their distal roots were removed. #15 H- or K-files (Dentsply Maillefer) were inserted into the mesiobuccal and mesiolingual canals of the teeth. Radiographs of the teeth were taken for the proximal view. Among them, type II canals were selected and divided into two subgroups, IIa and IIb. In type IIa, two separate canals merged into one canal before reaching the apex and in type IIb, two separate canals merged into one canal within the apical foramen. The radius and angle of curvature of specimens were examined. **Results:** In type II, mean radius of curvature in mesiolingual and mesiobuccal canals were 2.82 mm and 3.58 mm, respectively. The radius of the curvature of mesiolingual canals were significantly smaller than that of mesiobuccal canals in type II, and especially in type IIa. However, there were no statistically significant differences in radius of curvature between mesiobuccal and mesiolingual canals in type IIb and there were no significant differences in angle of curvature between type IIa and IIb. **Conclusion:** In this study, type II mesial canals of mandibular molars showed severe curvature in the proximal view. Especially, mesiolingual canals of type IIa had more abrupt curvature than mesiobuccal canals at the apical one third. (*Restor Dent Endod* 2012;37(2):104-109)

Key words: Angle of curvature; Mandibular molars; Radius of curvature; Type II canal

Received December 25, 2011;
 Revised April 11, 2012;
 Accepted April 14, 2012.

Yun HR, DDS, PhD student; Lee DK, DDS, PhD student; Hwang HK, DDS, PhD, Professor, Department of Conservative Dentistry, Chosun University School of Dentistry, Gwangju, Korea

*Correspondence to
 Ho-Keel Hwang, DDS, PhD.
 Professor, Department of Conservative Dentistry, Chosun University School of Dentistry, 375 Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju, Korea 501-825
 TEL, +82-62-220-3840; FAX, +82-62-223-9064; E-mail, rootcanal@hanmail.net

서론

근관 치료의 성공을 위해서 적절한 근관계의 세정과 성형은 중요하다. 하지만 적절한 근관 성형은 근관의 석회화나 근관의 만곡, 근관의 분지 등 치아 형태학적인 요소에 의해 방해받게 된다. 특히, 근관이 극심한 만곡을 가지는 경우 근침부의 변이, 천공, elbow, ledge, 파일의 파절과 같은 문제를 야기할 수 있다.¹⁻⁴ 특히, 하악 대구치의 근심 근관은 비교적 큰 만곡이 있어 파일 파절의 빈도가 높은 부위이다.^{5,6} 게다가, 하악 대구치의 49%는 근심 협축 근관과 근심 설축 근관이 치근단 1 / 3 부위에서 합쳐져 하나의 근단공으로 끝나는 Vertucci's type II 형태를 가지는데, 이 경우 주 근관에 합쳐지는 다른 하나의 근관이 급격한 만곡을 이루면서 합쳐지기 때문에 파일 파절의 가능성이 더욱 높아진다.^{6,7} 실제로 파일 파절은 주로 치근단 1 / 3부위에서 일어나는데 이는 이 부위의 근관이 좁은 직경과 큰 만곡, 많

은 분지와 같은 복잡한 해부학적 형태를 가지기 때문이다.⁸⁻¹¹ 파일 파절을 예방하기 위해서 임상가는 술전 방사선 사진을 통해 만곡을 미리 인지하여 세심한 기구 조작을 해야 하지만 인접측에서 관찰되는 협설 측으로의 근관 만곡은 술전 방사선 사진만으로 예측하기에 한계가 있으므로 치근단 부위의 만곡도에 대한 해부학적 지식이 필요하다.

또한, 임상에서 근관 성형 시 파일이 받는 저항을 고려하였을 때, 두 근관이 만나는 부위의 위치에 따라 만곡도 차이가 있지 않을까 하는 의구심이 든다. 즉, 두 개의 근심 근관이 근침으로 나가기 전에 만나는 경우와 근침에서 만나는 경우를 비교하였을 때 협, 설 근관의 만곡도 양상에 차이가 존재할 것이라는 가설 하에 본 연구에서는 II형을 다시 치수실에서 2개의 근관 입구로 시작하여 근침으로 나가기 전에 하나의 근관으로 합쳐지는 IIa형과 근침에서 하나의 근관으로 합쳐지는 IIb 형으로 나누어 만곡도를 조사하기로 하였다. 이 분류는 Kartal과 Cimilli의 분류에 근거한다.¹²

근관 만곡도를 표현하는 방법에 대한 여러 연구가 보고되어 왔다. 1971년, Schneider는 Schneider's angle이라는 단일 변수를 이용하여 만곡도를 표현하였으며, 이는 여러 연구에서 가장 일반적으로 사용된다.¹³ Weine은 근관 입구에서 치관부 근관과 평행하게 그어진 직선과 치근단공에서 치근단부 근관에 평행하게 그어진 직선이 만나는 교차 부위에서 측정된 각을 이용하여 만곡도를 측정하는 방법을 보고하였다.¹⁴ 그 이후에도 최대 만곡 높이를 통해 만곡도를 표현한 Kyomen법, Hankins and ElDeeb가 주장한 Long axis angle을 이용한 방법 등 여러 가지 방법이 근관 만곡도를 표현하기 위해 제시되어 왔다.¹⁵⁻¹⁷ 1997년, Pruett 등은 Schneider가 제시한 방법으로 측정된 각이 같더라도 다른 만곡각을 가질 수 있다고 지적하면서 만곡 반경과 만곡각이라는 2가지 변수를 이용하여 만곡도를 표현하는 방법을 주장하였다.¹⁸ 만곡도를 표현하는 많은 변수 중 만곡 반경은 파일의 피로 저항에 가장 중요한 영향을 준다고 알려져 있으며, 따라서 만곡 반경을 이용하여 만곡도를 조사하는 것이 임상적 의미가 있을 것으로 사료된다.¹⁸

그러므로 본 연구에서는 만곡 반경과 만곡각을 이용하여 II형의 하악 대구치 근심 근관의 인접측에서 관찰되는 치근단 부위의 협설측 만곡도를 조사하고, 세부적으로 두 근관이 만나는 위치 차이에 따른 근심 근관 치근단 부위의 협설측 만곡도의 특징을 보고하고자 하였다.

연구 재료 및 방법

재료 및 방법

성별이나 연령에 관계 없이 발치 된 하악 대구치 100개를 실험 치아로 사용하였다. 이 때, 근침이 형성되지 않았거나 근관 치료된 치아, 근침 부위가 파절되거나 흡수를 보이는 치아는 실험 대상에서 제외되었으며 하악 제 3대구치와 C형 치아도 제외시켰다. 치아들은 발치 후 10% 포르말린 용액에 보관하였으며 부드러운 브러시를 이용하여 치근면을 깨끗이 하였다. 치아들은 각각 멸균된 식염수에 저장하였다.

모든 치아에 동일한 방법으로 근관 와동을 형성하였으며, 원심 치근은 고속용 다이아몬드 버(TR 13, Mani, Utsunomya, Tochgi, Japan)를 이용하여 제거하였다. 협, 설 근관의 구별을 위해 15번 크기의 K형 파일(Dentsply Maillefer, Balleigue, Switzerland)과 H형 파일(Dentsply Maillefer)을 각각 근심 협측 근관과 근심 설측 근관에 구분하여 사용하였다.

파일을 넣은 치아의 인접면 측으로 70 kVp, 7 mA의 X선을 조사하였으며 CMOS 센서(KODAK RVG 6100, Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA)를 이용하여 디지털 방사선 사진을 채득하였다. 치아 이미지의 확대율을 일정하게 유지하기 위해 디지털 센서와 관구는 일정한 거리로 고정 시킨 후 방사선 사진을 촬영하였다. 확대율을 결정하기 위해 사진 촬영 시 교정용 와이어 1 cm를 함께 고정시켜 놓았다(8배율). 근관의 만곡도 조사를 위해 방사선 사진을 조사하여 II형의 치아만을 선별하였으며 이는 다시 IIa형과 IIb형으로 분류하였다(Figure 1).

본 연구에서 근관의 만곡도를 조사하기 위해 Pruett 등의 방법에 따라 2가지 독립 변수, 만곡 각(α_1 혹은 α_2)와 만곡 반경(γ_1 혹은 γ_2)를 이용하여 근관의 만곡 정도를 측정하였다(Figure 2).¹⁸ Figure 2a는 IIa형 근관에서, Figure 2b는 IIb 형 근관에서 만곡각과 만곡 반경을 측정하는 방법을 나타내고 있다. 먼저, 치관부 근관의 장축을 따르는 직선(l_1 혹은 l'_1)과 치근단부 근관의 장축을 따르는 직선(l_2 혹은 l'_2)을 그린 후 이 직선상에서 만곡이 시작되는 점을 a_1 혹은 a_2 라 하고, 만곡이 끝나는 점을 b_1 혹은 b_2 라 하였다. 근관의 만곡된 부위는 원의 일부인 부채꼴의 호에 해당한다. 만곡각(α_1 혹은 α_2)은 점 a_1 혹은 a_2 와 b_1 혹은 b_2 사이의 호에 대한 중심각을 의미하며, 각 직선 상의 점 a_1 혹은 a_2 와 b_1 혹은 b_2 에 수직인 직선을 그려 두 개의 직선이 만나는 점이 원의 중심(c_1 혹은 c_2)으로 결정되었다. 원의 중심에서 a_1 혹은 a_2 와 b_1 혹은 b_2 에 이르는 길이를 만곡의 반경(γ_1 혹은 γ_2)으로 정의하였다(Figure 2).

통계처리

방사선 사진에서 채득된 근심 협측 근관과 근심 설측 근관의 만곡각과 만곡 반경을 비교하기 위해 Independent samples *t*-test를 이용하여 통계적 자료 분석을 시행하였다. 이상의 통계 분석은 통계 프로그램인 SPSS Version 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였고 통계적 유의성 여부는 유의 수준 0.05를 기준으로 판단하였다.

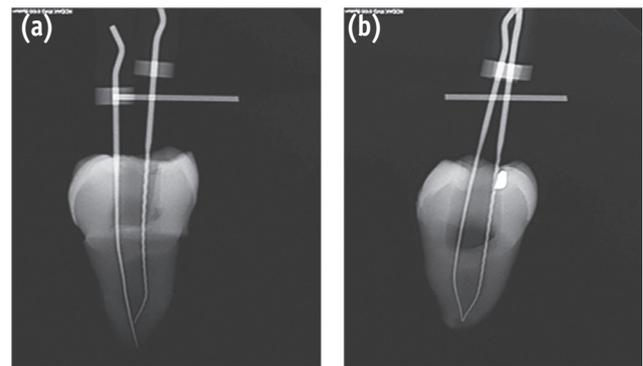


Figure 1. The proximal radiographic views of type II mesial canals of mandibular molar. (a) It shows type IIa mesial canals of mandibular molar; (b) It shows type IIb mesial canals of mandibular molar.

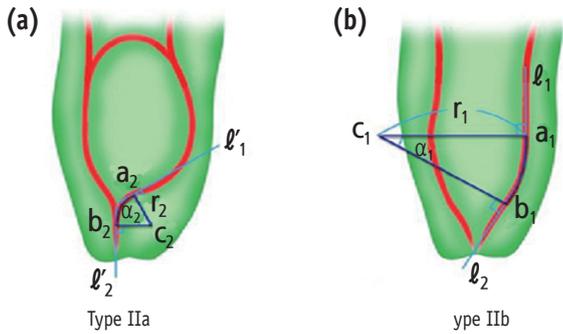


Figure 2. Technique used for determining the radius and angle of curvature in the proximal view. (a) Technique used for determining the radius and angle of curvature in type IIa mesial canals of mandibular molars; (b) Technique used for determining the radius and angle of curvature in type IIb mesial canals of mandibular molars. To determine these parameters, a straight line (l_1 or l'_1) is drawn along the long axis of coronal portion of the canal. A second line (l_2 or l'_2) is drawn along the long axis of the apical portion of the canal. There is a point on each of these lines at which the canal deviates to begin (point a_1 or a_2) or end (point b_1 or b_2) the canal curvature. The curved portion of the canal is represented by a sector with tangents at points a_1 (or a_2) and b_1 (or b_2). The angle of curvature (α_1 and α_2) is angle formed by perpendicular lines drawn from the points a_1 (or a_2) and b_1 (or b_2) that intersect at the center of sector (c_1 or c_2). The radius of curvature (γ_1 and γ_2) is the length of the radius of the sector measured in millimeters.

a_1 or a_2 , a point on each of lines at which the canal deviates to begin; b_1 or b_2 , a point on each of lines at which the canal deviates to end; c_1 or c_2 , center of sector; l_1 or l'_1 , line along the long axis of coronal portion of the canal; l_2 or l'_2 , line along the long axis of the apical portion of the canal; α_1 and α_2 , the angle of curvature; γ_1 and γ_2 , the radius of curvature. This figure was partly modified with permission from the original one of Pruett *et al.*¹⁸

결과

총 100개의 표본 중 46%가 II형으로 분류되었으며 이 중 IIa형이 26%를 차지했으며 나머지 20%가 IIb형의 형태를 가지고 있었다. II형 전체의 표본 ($n = 46$) 에서 보았을 때, 근심 협착 근관과 근심 설측 근관의 평균 만곡 반경과 만곡각은 Table 1, 2와 같다. 근심 설측 근관이 근심 협착 근관에 비해 통계학적으로 유의하게 작은 만곡 반경을 보였으며 ($p = 0.032$), 평균 만곡각은 유의할 만한 차이를 보이지 않았다 ($p = 0.415$).

마찬가지로, IIa형 그룹에서도 근심 설측의 만곡 반경이 근심 협착의 만곡 반경에 비해 통계학적으로 유의하게 작은 값을 나타냈으며 ($p = 0.039$), 만곡각은 유의할 만한 차이를 보이지 않았다 ($p = 0.486$, Tables 3 and 4, Figure 3). 하지만, IIb 그룹은 근심 협착 근관과 근심

Table 1. Mean radius (mm) \pm SD of ML and MB canals in type II

Type of canal	No.	Radius of curvature			
		Minimum	Maximum	Mean	SD
Type II ML*	46	0.60	12.60	2.82	2.27
Type II MB*	46	0.40	11.00	3.58	2.76

ML, mesiolingual canal; MB, mesiobuccal canal; No, sample size; SD, standard deviation.

*A significant difference was found between radius of ML and MB ($p < 0.05$).

Table 2. Mean angle (degree) \pm SD of ML and MB canals in type II

Type of canal	No.	Angle of curvature			
		Minimum	Maximum	Mean	SD
Type II ML	46	10.50	73.50	36.46	12.81
Type II MB	46	12.00	94.00	34.23	16.19

ML, mesiolingual canal; MB, mesiobuccal canal; No, sample size; SD, standard deviation.

Table 3. Mean radius (mm) \pm SD of ML and MB canals in types IIa and IIb

Subgroup of Type II of canal	Type	No.	Radius of curvature			
			Minimum	Maximum	Mean	SD
Type IIa	ML*	26	0.60	6.75	2.17	1.70
	MB*	26	0.40	8.50	3.47	2.57
Type IIb	ML	20	1.00	12.60	3.67	2.67
	MB	20	0.55	11.00	3.72	3.06

ML, mesiolingual canal; MB, mesiobuccal canal; No, sample size; SD, standard deviation.

*A significant difference was found between radius of ML and MB ($p < 0.05$).

Table 4. Mean angle (degree) \pm SD of ML and MB canals in types IIa and IIb

Subgroup of Type II of canal	Type	No.	Angle of curvature			
			Minimum	Maximum	Mean	SD
Type IIa	ML	26	18.50	73.50	40.20	13.98
	MB	26	12.00	94.00	37.38	18.98
Type IIb	ML	20	10.50	48.00	31.60	9.38
	MB	20	13.00	58.00	30.13	10.74

ML, mesiolingual canal; MB, mesiobuccal canal; No, sample size; SD, standard deviation.

설측 근관 사이의 만곡 반경과 만곡각 모두 통계학적으로 유의할 만한 차이를 나타내지 않았다 ($p = 0.471$ and $p = 0.646$, Tables 3 and 4, Figure 3).

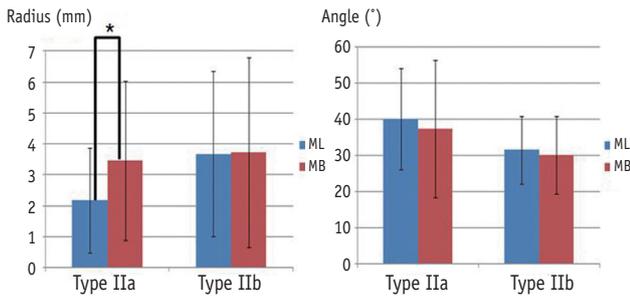


Figure 3. Radius and angle of curvature in Type IIa and IIb. In type IIa, radius of curvature of MLs were significantly smaller than MBs ($p < 0.05$). However, there were no statistically significant differences in radius of curvature between mesiobuccal and mesiolingual canals in type IIb and there were no significant differences in angle of curvature in type IIa, IIb.

ML, mesiolingual canal; MB, mesiobuccal canal.

* A significant difference was found between radius of ML and MB ($p < 0.05$).

총괄 및 고안

만곡을 가진 좁은 근관의 근관 세정 및 성형은 많은 어려움이 따르며 ledge나 zip의 형성, 근관 형태의 변형과 같은 많은 문제를 야기한다. 게다가, 파일이나 리머와 같은 근관 내 기구 파절은 술자로 하여금 많은 어려움을 준다.¹⁹ 이러한 문제를 최소화 하기 위해 새로운 근관 치료용 기구나 술식이 도입되고 있다.¹⁸⁻²² 그 중 1990년대 등장한 니켈-티타늄 회전 기구는 근관 치료에 있어 커다란 진전을 가져왔다. 니켈-티타늄 기구는 일반적인 스테인레스강 기구에 비해 3 - 4배 정도의 유연성을 가지고 있으며 초탄성의 성질을 가지고 있어 만곡된 근관에서 사용시 치근단 근관 형태의 변형과 같은 문제를 최소화 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 니켈-티타늄의 파절은 여전히 문제로 남아 있다.²⁰⁻²² 치아에 따른 니켈-티타늄 파일의 파절율에 대한 연구를 살펴보면, Iqbal 등은 Ni-Ti의 파절율을 1.6%로 보고하였으며 대구치만 고려하였을 경우에는 2.5%, 하악 대구치는 2.8%로 파절율이 증가함을 보고하였다.⁶ 또한 Tzanetakis 등은 5년 동안의 임상 연구를 통해 상악 대구치의 근심 협착 및 원심 협착 근관과 하악 대구치의 근심 협착 근관에서 높은 빈도의 파일 파절율을 보고하였으며 이는 근관이 비교적 좁고 만곡이 심할 뿐 아니라, 하악 대구치의 근심 근관 중 II형 근관이 많은 것도 하나의 기여 요인이 된다고 하였다.⁵

또한, 하악 대구치의 근심 근관계를 연구한 여러 논문에서 언급되었듯이 근관 입구 근처에 존재하는 치관부 만곡은 coronal flaring에 의해 만곡각이 감소한다.^{23,24} 따라서 치관부에 존재하는 만곡보다 치근단 부위의 만곡이 기구 파절에 더 많은 영향을 끼치며, 실제 임상에서도 coronal flaring을 제대로 시행한 경우 치관부보다는 치근단 부위에서 기구 파절 빈도가 더 높게 나타나는 것을 우리는 경험한다. 또한 근원

심측으로의 치근단 만곡보다 협설측으로의 만곡 빈도가 5 - 6배에 달하며, 근원심측으로의 만곡은 방사선 사진상에서 예측이 가능하지만 협설측으로의 만곡은 2차원적인 방사선 사진상의 한계로 인해 예측이 불가능하다.^{6,12} 따라서, 본 연구에서는 하악 대구치 II형 근심 근관의 인접측으로 방사선을 조사하여 근관의 협설측으로의 만곡이 관찰될 수 있도록 사진 촬영을 시행하였다. 근관의 만곡도를 조사하는 방법은 다양하다.¹³⁻¹⁶ 지금까지의 연구들에서는 주로 Schneider법을 사용하여 하악 대구치 근심 근관의 만곡도를 조사하였다(Figure 3). 하지만 단일 변수를 사용하는 Schneider법은 근관을 따르는 만곡의 위치에 따라 측정값이 변할 수 있고 만곡의 급격함 정도를 나타내지 못하며 근관을 따르는 만곡의 위치에 따라 측정값이 변할 수 있다는 한계가 있었다.^{18,23} 최근, 근관계의 형태를 표현하기 위해 만곡 반경과 만곡각이라는 2가지 독립 변수로 근관 만곡도를 표현한 Pruett 등은 만곡 반경과 만곡각을 독립된 변수이며 같은 만곡각을 가지더라도 다른 만곡 반경을 가질 수 있으며 만곡 반경이 작으면 작을 수록 더 급격한 만곡의 변위를 나타낸다고 하였다.¹⁸ 니켈-티타늄 파일의 피로 거동에 대한 여러 연구들은, 만곡 반경이 작고 기구의 두께가 증가할 수록 만곡 근관에서 기구가 받는 인장 응력은 증가한다고 보고하였다.²⁵ 특히, 만곡 반경은 파일의 피로 저항에 가장 중요한 요소로 작용한다. 즉, 만곡 반경이 작을수록 파일 파절의 가능성이 높아지며, 파절 후 파일의 제거나 파일의 우회도 어렵게 한다.²¹ 따라서 임상가들은 만곡 근관에서의 적절한 기구 조작법에 대해 숙지해야 함은 물론 근관계의 해부학적 구조에 대한 다양한 지식을 가지고 있어야 한다.

본 연구에서 II형의 하악 대구치 근심 치근의 치근단 만곡도 평가 결과, 근심 설측 근관과 근심 협측 근관의 평균 만곡 반경은 각각 2.82 mm와 3.58 mm였으며, 통계학적으로 유의할 만한 차이를 보였지만 ($p = 0.032$), 평균 만곡각은 각각 36.46도와 34.23도로 통계학적으로 유의할 만한 차이를 보이지는 않았다($p = 0.415$). 이는 IIa형의 만곡도 평가 결과와 같다. 즉, IIa형의 하악 대구치 근심 치근의 인접측에서 관찰되는 만곡도 평가 결과, 근심 설측 근관과 근심 협측의 평균 만곡 반경은 각각 2.17 mm와 3.47 mm였으며, 이는 통계학적으로 유의할 만한 차이를 보였다($p = 0.039$, Table 3). 반면에 근심 설측 근관과 근심 협측 근관의 평균 만곡각은 각각 40.20도와 37.38도로 통계학적으로 유의할 만한 차이를 보이지는 않았다($p = 0.486$, Table 4). 즉, 근심 설측 근관이 근심 협측 근관에 비해 더 급격한 만곡을 가지고 있음을 의미한다. 하지만 IIb형의 하악 대구치 근심 치근 인접측에서 관찰되는 근심 설측 근관과 근심 협측 근관의 평균 만곡 반경은 각각 3.67 mm와 3.72 mm였으며, 평균 만곡각은 31.60도와 30.13도로 두 가지 모두 통계학적으로 유의할 만한 차이를 보이지 않았다(Tables 3 and 4).

앞에서 언급하였던 것처럼 본 연구는 Pruett등이 제시한 방법으로 만곡 반경과 만곡각을 측정하여 하악 대구치의 근심 근관의 만곡도를 측정하였다. 하지만 이전에 이루어진 대부분의 하악 대구치에 대한 연구들은 Schneider 법을 이용하였으며 인간의 연구치를 대상으로 만곡 반경을 이용하여 만곡도를 조사한 연구가 거의 없어 비교가 어려웠다. 다만, Schäfer 등이 인간의 연구치 700개를 대상으로 한 연구에서, 만곡도를 표현하기 위해 두 가지 변수를 이용하였는데 이는 만곡 반경과 Schneider's angle이다.²⁶ 여기서 Schneider's angle을 이용한 이유는 이전의 대부분의 연구가 Schneider법을 이용하였기 때문에 다른 연구와의 비교를 위함이라고 저자는 언급하고 있다. 이들이 제시한 전반적인 만곡도 분포 결과를 살펴보면, 만곡 근관의 75%가 27도 이하의 만

곡각과 40 mm이하의 만곡 반경을, 15%는 27도와 35도 사이의 만곡각과 15 mm 이하의 만곡 반경을, 10%가 35도 이상의 만곡각과 13 mm 이하의 만곡 반경을 가진다고 하였다. 또한, 하악 1대구치 근심 근관의 인접측에서 관찰되는 평균 만곡각과 만곡 반경은 근심 설측 근관이 16도와 10.1 mm, 근심 협측 근관은 8.2도와 8.2 mm, 하악 2대구치 근심 근관의 인접측에서 관찰되는 평균 만곡각 및 만곡 반경은 근심 설측 근관이 19도와 8.6 mm, 근심 협측 근관이 17도와 6.7 mm 라고 보고하였다. 본 연구에서 하악 대구치 II형 근심 근관의 인접측에서 관찰되는 평균 만곡 반경과 만곡각이 근심 설측 근관은 2.82 mm와 36.46도, 근심 협측 근관은 3.58 mm와 34.23도인 것을 고려하였을 때, 만곡이 매우 급격함을 알 수 있다. II형과 아 집단인 IIa형의 경우에서 근심 설측 근관과 근심 협측 근관을 비교하였을 때 만곡각은 유의한 차이를 보이지 않았지만 만곡 반경은 근심 설측 근관이 근심 협측 근관에 비해 유의하게 작은 값을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 이전의 Schneider법을 이용한 여러 연구들의 결과와는 차이가 있으며 Pruetts 방법을 이용한 하악 대구치 근심 근관의 만곡도에 대한 연구가 없어 직접적인 비교를 할 수 없었다. Cunningham and Steve는 Schneider법을 이용하여 만곡도를 측정하였으며, 근관의 형태와는 별개로 협설측으로의 근관 만곡이 근심 협측 근관에서 더 크게 나타남을 보여주었으며 III형에 비해 II형이 더 큰 만곡도를 가진다고 하였다.^{1,14}

Kartal and Cimilli는 하악 대구치의 근심 근관에서 Vertucci에 따른 II형을 치수실에서 2개의 근관 입구에서 시작하여 근침으로 나가기 전에 하나의 근관으로 합쳐지는 경우를 IIa형으로, 근침에서 하나의 근관으로 합쳐지는 경우를 IIb형으로 분류하였다.²⁰ 이들은 Schneider법을 이용하여 근관 만곡도를 측정하였으며 IIa형은 인접측에서 관찰되는 근관 만곡이 근심 설측 근관에서 근심 협측보다 더 크게 나타났으며 이 같은 결과는 본 연구 결과와 일치한다. 또한 IIb형은 근심 협측 근관이 근심 설측에 비해 더 크다고 보고하였다. 이처럼 측정된 만곡도의 결과가 차이를 보이는 것은 만곡도를 측정하는 방법의 차이 때문인 것으로 생각된다. 하지만 만곡도 측정법에 따른 차이를 연구하기 위해서는 실험 디자인을 변경한 연구가 필요할 것으로 생각되며, 본 연구에서는 Pruetts 방법을 이용하여 하악 대구치의 II형 근심 근관의 만곡도를 보고하는데 의의를 두고자 한다.

결론

결과적으로, 만곡 반경과 만곡각을 이용하여 만곡도를 연구한 본 연구에 따르면, 하악 대구치의 II형 근심 근관은 인접측에서 관찰되는 협, 설측으로의 만곡이 매우 급격하다는 것을 알 수 있었다. 특히, II형의 근심 설측 근관이 근심 협측 근관에 비해 만곡 반경이 통계학적으로 유의하게 작은 값을 가지는 것으로 보아 더 급격한 만곡을 보이며, 이러한 특징은 II형 근관의 아집단인 IIa형 근관에서도 나타났다. 따라서 임상가는 근관 내 기구 조작 전에 각도를 달리한 여러 장의 술전 방사선 사진과 파일을 이용한 근관 탐색을 통해 미리 해부학적 특징을 파악할 수 있도록 노력하고 기구 조작 시 그에 따른 주의를 기울여야 할 것이다. 하지만 본 연구는 작은 표본 수를 가지고 연구가 진행되었다는 점에 대해 한계가 있으며 신뢰성을 향상시키기 위해서는 더 많은 표본을 대상으로 한 연구가 필요하다. 또한 만곡도 측정법의 차이에 따른 만곡도의 차이를 알아보기 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Conflict of Interest: No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Cunningham CJ, Senia ES. A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod* 1992;18:294-300.
- Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;33:101-110.
- Cimilli H, Mumcu G, Cimilli T, Kartal N, Wasselink P. The correlation between root canal patterns and interforaminal distance in mandibular first molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:e16-e21.
- Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30:559-567.
- Tzanetakos GN, Kontakiotis EG, Maurikou DV, Marzelou MP. Prevalence and management of instrument fracture in the postgraduate endodontic program at the Dental School of Athens: a five-year retrospective clinical study. *J Endod* 2008;34:675-678.
- Iqbal MK, Kohli MR, Kim JS. A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontics graduate program: a PennEndo database study. *J Endod* 2006;32:1048-1052.
- Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58:589-599.
- Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod* 2000;26:161-165.
- Sotokawa T. An analysis of clinical breakage of root canal instruments. *J Endod* 1988;14:75-82.
- Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequence. *J Endod* 2006;32:1031-1043.
- Wolcott S, Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J. Separation incidence of protaper rotary instruments: a large cohort clinical evaluation. *J Endod* 2006;32:1139-1141.
- Kartal N, Cimilli HK. The degrees and configurations of mesial canal curvatures of mandibular first molars. *J Endod* 1997;23:358-362.
- Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32:271-275.
- Weine FS. Endodontic therapy. 5th ed. St. Louis: Mosby; 1996. p356-357.
- Kyomen SM, Caputo AA, White SN. Critical analysis of the balanced force technique in endodontics. *J Endod* 1994;20:332-337.
- Hankins PJ, ElDeeb ME. An evaluation of the canal master, balanced force, and step-back techniques. *J Endod* 1996;22:123-130.
- Gunday M, Sazak H, Garip Y. A comparative study of three

- different root canal curvature measurement techniques and measuring the canal access angle in curved canals. *J Endod* 2005;31:796-798.
18. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77-85.
 19. Jeong H, Park SJ, Park SH, Choi GW. Morphology of the apical root canal system in Korean mandibular first molar. *J Korean Acad Cons Dent* 2009;34:137-144.
 20. Zelada G, Varela P, Martín B, Bahillo JG, Magán F, Ahn S. The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments. *J Endod* 2002;28:540-542.
 21. Alomairy KH. Evaluating two techniques on removal of fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an *in vitro* study. *J Endod* 2009;35:559-562.
 22. Kum KY, Kim SY, Kim ES, Kim HC, Baek SH, Cho YB, Hwang HK. Practice and application of NiTi rotary systems in clinical endodontics. 1st ed. Seoul: DaehanNarae Publishing Inc.; 2006. p18-37.
 23. Lee DG, Park JM, Hwang HK. A study on the c-shaped root canal system of mandibular second molar. *J Korean Acad Cons Dent* 2007;32:335-342.
 24. Slowey RR. Root canal anatomy. Road map to successful endodontics. *Dent Clin North Am* 1979;23:555-573.
 25. Haïkel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1999;25:434-440.
 26. Schäfer E, Diez C, Hoppe W, Tepel J. Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth. *J Endod* 2002;28:211-216.