

日本人上顎大白歯の MDCT 画像を用いた歯根ならびに根管形態の分析

**Analysis of Root and Root Canal Morphology of Maxillary Molars Using MDCT  
in a Japanese Population**

日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻

中澤 弘貴

(指導：松島 潔教授)

## **Abstract**

For successful endodontic therapy, it is important to have proper understanding of the anatomical features of teeth. The roots and root canals of maxillary molars are especially complex. The maxillary first molar (M1) in particular is reported to have a complex mesiobuccal root (MBR) canal morphology, while the maxillary second molar (M2) has complex root fusion; however, there are few detailed reports of the teeth in Japanese population. The relationship between these roots and their root canal morphology and the differences between men and women have been reported in several different races to date, but are not fully understood. Understanding this complex anatomical morphology in three dimensions using computed tomography (CT) would greatly improve the success rate of endodontic therapy. In this study, root and root canal morphology of M1 and M2 were analyzed in a Japanese population using CT.

Multi-detector CT (MDCT) images of M1 and M2 in 443 Japanese subjects (220 men and 223 women), aged 20 to 29 years, who visited Nihon University Matsudo Hospital between January 2010 and March 2014 were examined. Left teeth were used as a general rule, but right teeth were used when there was extensive crown destruction or dental caries, or when there were obstructive shadows caused by fillings or prostheses. The MDCT images were used to analyze and classify root and root canal morphology by sex.

Three roots in M1 were seen in approximately 95% of both men and women. The rate of root fusion in M1 was low at approximately 5% and the majority of fusions were of 3 roots, much like in other races. The rate of root fusion was higher in M2 than M1 ( $P < 0.01$ ). Results of the Vertucci classification in M1 revealed an MBR with one root canal in 35.4% and 2 root canals in 64.6% of cases. These results were in agreement to the findings reported in Chinese and South Korean populations, who belong to the same Mongoloid population. Furthermore, an MBR morphology with 2 root canals, no confluence of root canals, and 2 apical foramina was most commonly detected. M1s had a higher rate of MBRs with 2 root canals than M2s ( $P < 0.01$ ).

Approximately 55% of individuals had 3 roots and approximately 45% had root fusion in M2, which was at least twice as prevalent as in other races. The rate of root fusion was approximately 33% in men and approximately 54% in women, indicating a higher rate in women ( $P < 0.01$ ). Vertucci classification results indicated 1 non-branching root canal in the MBR of M2 in approximately 70% of both men and women and the rate of fusion of the MBR and palatal root was highest at approximately 14% in both sexes. In M2 fused roots, separate root canals were often observed despite fusion.

This root fusion resulted in a C-shaped root, which was seen in M1s in approximately 0.5% of men and 0.4% of women, and a little more commonly in M2s in 4.1% of men and 6.7% of women. CT images allow non-invasive imaging and better understanding of the complex anatomical root canal

morphology; such information on root fusion and root canal morphology should improve the success rate of endodontic therapy.

**Key words:** Japanese population, MDCT, Root fusion, Root canal morphology, maxillary molar

## 要旨

根管治療を成功に導くためには、歯根と根管の解剖学的特徴を理解することが重要である。特に上顎大臼歯の歯根と根管は複雑である。上顎第一大臼歯 (M1) では、近心頰側根 (MBR) の複雑な根管形態が、上顎第二大臼歯 (M2) では複雑な歯根の癒合が報告されているが日本人の詳細な報告は少ない。また、M1, M2 の歯根と根管形態の関係と男女における違いについても、これまでにいくつかの人種において報告されているが、十分に解明されていない。複雑な解剖学的な形態を、CT を用いて三次元的に理解することは、根管治療の成功率の向上に大きく貢献すると考える。本研究では、特に日本人の M1, M2 の歯根形態、根管形態について CT を用いて分析することとした。

2010 年 1 月から 2014 年 3 月までの期間に日本大学松戸歯学部附属病院を受診した、20 歳から 29 歳の日本人 (合計 443 名、うち男性 220 名、女性 223 名) の M1, M2 の Multi-detector CT (MDCT) 画像を対象とした。原則として左側歯を用いたが、欠損や齶蝕による歯冠崩壊、充填物や補綴物による障害陰影のある場合は右側歯を用いた。MDCT 画像から歯根形態と根管形態を分析・分類し、さらに男女別に分類した。

M1 の歯根数は 3 根が男女共に約 95% 観察された。すなわち、歯根の癒合率は約 5% と低く、他の人種と同じく 3 根性であった。M1 と M2 の歯根の癒合率を比べると M2 が高かった ( $p < 0.01$ )。Vertucci の分類結果から、M1 の MBR で 1 根管性は 35.4%、2 根管性は 64.6% 観察された。この結果は同じモンゴロイドの中国と韓国の集団と類似していた。また、MBR の 2 根管形態では、2 根管が合流せず 2 根尖孔存在する形態のものが最も多く検出された。M2 と比べて M1 は MBR の 2 根管の割合が高かった ( $p < 0.01$ )。

M2 で歯根数は 3 根が約 55%、癒合根が約 45% であり、歯根癒合率は他の人種の 2 倍以上であった。また、男女別の歯根癒合率は男性約 33%、女性約 54% であり、女性の歯根癒合率が高かった ( $P < 0.01$ )。Vertucci の分類結果から、M2 の MBR では根管が分岐しない 1 根管性は男女共に約 70% 観察され、癒合根形態では男女共に MBR と口蓋根の癒合率が約 14% と最も高かった。M2 の癒合根の根管形態は歯根が癒合していても根管は癒合しないものが多く観察された。

根の癒合により C 型歯根形態を呈するものが、M1 では男性約 0.5%、女性 0.4%、M2 では男性 4.1%、女性 6.7% と M2 の方がわずかであるが多く観察された。

根管治療を成功に導くために CT 画像を用いることで、複雑な根管の解剖学的特徴について非侵襲的に撮像し理解をすることができ、歯根癒合・根管形態等の多くの情報が得られ、根管治療成功率の向上に寄与すると考えられた。

キーワード：日本人, MDCT, 歯根癒合, 根管形態, 上顎大白歯

## 緒言

根管治療を成功させるための要件は、複雑な根管を三次元的に根管拡大および根管洗浄した後に、根管充填を確実に行うことである<sup>1,2)</sup>。しかし、患歯の形態的因子が根管治療を複雑にする要因となるため、治療を行う際には歯根ならびに根管の解剖学的な特徴を熟知していなければならない。特に上顎大臼歯の歯根ならびに根管形態は複雑であり<sup>3-9)</sup>、上顎第一大臼歯 (M1) 近心頰側根 (MBR) の 2 根管性などに代表されるその形態は多様である<sup>10)</sup>。上顎第二大臼歯 (M2) においては、歯根の癒合形態が多く存在し、また、人種によっても様々な傾向が認められる<sup>9,11,12)</sup> が、その関係性は十分に解明されていない。

歯根癒合は本来下顎の第二大臼歯に多く認められる形態であり槌状根、槌状根管が、モンゴロイドにおいてヨーロッパ系集団やアフリカ系集団と比較し多く観察されている<sup>13)</sup>。このように、歯根数、根管数あるいはその形態については、人種や民族ごとの特徴、あるいは傾向が認められるため<sup>12-16)</sup>、歯科臨床を行う際には、その地域の、歯根数および根管数、また、その形態についても予め十分に理解することが、根管治療の成功率の向上に寄与すると考えられる。

日本人の上顎大臼歯では、歯根および根管の解剖学的形態を検討した過去の報告<sup>7,9,17-19)</sup>は、対象としてヒト抜去歯を用いている事が多く、人種、年齢、性差、抜歯の原因などの情報が乏しい場合がある。

本研究では日本大学松戸歯学部付属病院において、口腔領域疾患の検査目的で撮像された撮像日時、年齢、性別などの情報をもつ、日本人の multi-detector CT (MDCT) 画像を用いて分析を行った。特に Root canal system (根管系) が複雑になり、根管治療が単根管と比較して困難となる M1, M2 について、根管内が石灰化していない 20 歳代の男女別における歯根癒合および根管の解剖学的形態とその特徴を、MDCT 画像を用いて検討することを目的とした。

## 対象および方法

### 1. 対象

2010 年 1 月から 2014 年 3 月までの期間に、日本大学松戸歯学部付属病院において検査目的で CT 撮像された、M1, M2 の分析に影響をおよぼさない疾患の 20 歳から 29 歳の日本人の M1, M2 の MDCT 画像を対象とした (合計 443 名, うち男性 220 名, 女性 223 名)。原則として左側歯を用いたが、欠損や齲蝕による歯冠崩壊、充填物や補綴物による障害陰影のある

場合は右側歯を用いた (男性:左側 140 名, 右側 80 名, 女性:左側 131 名, 右側 92 名). 本研究は日本大学松戸歯学部倫理委員会の承認を得て行った (承認番号:EC11-037 号).

## 2. MDCT 撮像条件

本研究で用いた 64 列 MDCT (Aquilion TM64, 東芝メディカルシステムズ) の検出器は 0.5 mm 幅で頭尾方向に 64 列配列されている. 撮像条件は管電圧 120 kV, 管電流 100 mA, 撮像領域 240×240 mm, ヘリカルピッチ 41, 回転時間 1.0 sec であった. 再構成スライス厚は 0.3 mm であった.

## 3. 断面画像の補正

MDCT は咬合平面を基準として撮像される. 一方, 歯は咬合平面に対して近遠心的頬舌的に傾斜しており, 上顎大臼歯は咬合平面に対して強く遠心頬側に傾斜している<sup>20)</sup>. また, M1, M2 はそれぞれ長軸の角度が違うので, M1, M2 の歯根と根管を観察するために鈴木らの報告<sup>13)</sup> に準じて, DICOM 3D 画像編集ソフトウェア (Realia pro ver 1. 2. 0, サイバネットシステム) を使用し, multi-planar reconstruction 法により直交する 3 方向の断面を表示して, それぞれの座標軸の補正を行った. 軸位断面画像において近遠心軸と頬舌軸の補正を行った後, 矢状断面画像 (近遠心軸に平行な断面像に補正されている) と冠状断面画像 (頬舌軸に平行な断面像に補正されている) において歯の長軸を補正した. これらの操作により, 歯の長軸に直交する断面を軸位断面に補正した (Fig. 1).

## 4. 歯根の観察部位の決定と分析

歯根の観察には軸位断面画像を用いた. 歯根の癒合状態は, 座標軸を補正した近心側のエナメル・セメント境 (CEJ) から, 近心頬側根 (MBR) の根中央部と根尖 1/3 部において観察し歯根数を記録した (Fig. 2). なお CEJ は近心側のエナメル質が観察できなくなる箇所とした. 歯根の数を尾崎の分類<sup>9)</sup> (Fig. 3) に従って I 型から VI 型まで分類した.

- ① I 型 : 3 根が完全に分離
- ② II 型 : 頬側 2 根の近心頬側根 (MBR) と遠心頬側根 (DBR) が癒合
- ③ III 型 : MBR と口蓋根 (PR) が癒合
- ④ IV 型 : DBR と PR が癒合
- ⑤ Va 型 : 頬側の 2 根 (MBR と DBR) が PR を介して癒合
- ⑥ Vb 型 : DBR が MBR を介して PR と癒合
- ⑦ Vc 型 : MBR が DBR を介して PR と癒合
- ⑧ VI 型 : 3 根が完全に癒合

## 5. 上顎 C 型歯根

上顎 C 型歯根は MBR または DBR のいずれかが PR と癒合し、歯根が C 型歯根形態を呈するものである<sup>21)</sup>。本研究では、C 型歯根形態は尾崎の分類<sup>9)</sup>で根中央部と根尖 1/3 部で MBR と DBR を介して PR と癒合する Vb 型、Vc 型、に分類されたものを C 型歯根形態とした。

## 6. 根管の観察部位の決定と分析

予備実験で癒合根の根管形態は複雑であり分類が多様化するため、Vertucci の分類<sup>10)</sup>を用いた根管の分析には、歯根が根中央部と根尖 1/3 部のどちらも癒合しない 3 根を対象とした(男性: M1; 208 名, M2; 140 名, 女性: M1; 210 名, M2; 99 名)。癒合していない 4 根を有する歯は分析から除外した(男性: M2; 5 名, 女性: M1; 1 名, M2; 1 名)。また、癒合している 1 根や 2 根も除外した(男性: M1; 12 名, M2; 75 名, 女性: M1; 12 名, M2; 123 名)。MBR, DBR と PR 各々の根管口から、根尖までの根管形態を観察し Vertucci の報告<sup>10, 22)</sup>に従い分類した (Fig. 4)。

- ① Type I : 根管口は 1 根管で 1 根尖孔
- ② Type II : 根管口は 2 根管で途中合流して 1 根尖孔
- ③ Type III : 根管口は 1 根管で途中分岐し合流後 1 根尖孔
- ④ Type IV : 根管口は 2 根管で 2 根尖孔
- ⑤ Type V : 根管口は 1 根管で根尖で分岐
- ⑥ Type VI : 根管口は 2 根管で途中合流し根尖で分岐
- ⑦ Type VII : 根管口は 1 根管で途中分岐そして合流後根尖で分岐
- ⑧ Type VIII : 根管口は 3 根管で 3 根尖孔

## 7. 癒合根と根管の分類と分析

癒合根における根管の観察では、根中央部と根尖 1/3 部において根管数も含めた新たな分類を、尾崎の分類の変法として 24 種類の癒合根と根管形態に分類し観察した (Fig. 5)。

- ① I (I-1, 2, 3): 歯根が 3 根で、3 根管あるものを I-1, 4 根管あるものを I-2, 5 根管あるものを I-3 とした。
- ② II (II-1, 2, 3, 4): MBR と DBR が癒合し 2 根となったもののうち、2 根管であり、かつ頬側の根管が円形であるものを II-1 とし、頬側の根管が C の字型であるものを II-2 とした。また、頬側根に 2 根管あるものを II-3, 3 根管あるものを II-4 とした。
- ③ III (III-1, 2, 3): MBR と PR が癒合し、2 根となり 3 根管性のものを III-1 とした。また、癒合根内に 3 根管あり頬側に 2 根管あるものを III-2, 口蓋側に 2 根管あるものを III-3 とした。



- ④ IV (IV-1, 2) : DBR と PR が癒合し 2 根となったもののうち、癒合根内に 2 根管あり、MBR に 1 根管あるものを IV-1, 2 根管あるものを IV-2 とした。
- ⑤ Va (Va -1, 2, 3) : MBR と DBR が PR を介して癒合し、1 根となったもののうち、2 根管のものを Va-1, 3 根管のものを Va-2, 4 根管のものを Va-3 とした。
- ⑥ Vb (Vb -1, 2) : DBR と PR が MBR を介して癒合し、1 根となったもののうち、2 根管のものを Vb-1, 3 根管のものを Vb-2 とした。
- ⑦ Vc (Vc -1, 2, 3) : MBR と PR が DBR を介して癒合し、1 根となったもののうち、2 根管のものを Vc-1, 3 根管のものを Vc-2, 4 根管のものを Vc-3 とした。
- ⑧ VI (VI-1, 2, 3) : 3 根が全て癒合し、1 根となったもののうち、1 根管のものを VI-1, 2 根管のものを VI-2, 3 根管のものを VI-3 とした。
- ⑨ 4 根 4 根管をその他とした。

歯根、根管形態の観察は名の歯内療 2 法学講座の歯科医師が行い、意見の相違がみられた場合は合議のもと決定した。

## 8. 統計分析

統計分析はカイ二乗検定を行った。

## 結果

### 1. 歯根

#### 1) 歯根数

Table 1 に示したように、M1 で歯根数 3 根は男性: 根中央部 94.5%, 根尖 1/3 部 95.0%, 女性: 根中央 94.2%, 根尖 1/3 部 94.6%と男女共に 9 割以上の頻度で検出された。M1 においての癒合根は男女共に約 5%程度であった。

M2 の 3 根は、男性: 根中央部 64.5%, 根尖 1/3 部 65.5%と 6 割以上、女性: 根中央 46.6%, 根尖 1/3 部 45.3%と女性は 5 割弱であった。M2 の男性: 根中央部; 癒合根 34.0%, 3 根 66.0%と女性: 根中央部; 癒合根 53.2%, 3 根; 46.8%と、男性: 根尖 1/3 部; 癒合根 33.0%, 3 根 67.0%と女性: 根尖 1/3 部; 癒合根 54.5%, 3 根 45.5%を比較した場合、根中央部と根尖 1/3 部の両方ともに女性の歯根の癒合率が高かった ( $p<0.01$ )。男女合計の M1: 根中央部; 癒合根 5.4%, 3 根 94.6%と M2: 根中央部; 癒合根 43.7%, 3 根 56.3%と、M1: 根尖 1/3 部; 癒合根 5.0%, 3 根 95.0%と M2: 根尖 1/3 部; 癒合根 43.9%, 3 根 56.1%を比較した場合、根中央部と根尖 1/3 部の両方ともに M2 の歯根の癒合率が高かった ( $p<0.01$ )。なお、4 根の発現頻度は男性では M2 のみに 2.3%, 女性では M1, M2 それぞれに 0.4%ずつ検出され、4 根の発現位置と

数は、頬側に3根、口蓋側に1根の合計4根存在するものがM2の男性3歯、女性1歯、そして、頬側に2根口蓋側に2根、合計4根存在するものがM1の女性1歯、M2の男性1歯に観察された。

## 2) 歯根形態

Table 2 に示したように、M1 では尾崎の分類<sup>9)</sup> よりVa型を除く全ての歯根形態が観察された。94.4%がI型であった。癒合根では、II型とIV型が歯根癒合形態のなかでも高い割合であった。また男女別においては、I型では根中央部：男性94.5% ≒ 女性94.2%、根尖1/3部：男性95.0% ≒ 女性94.6%。II型では、根中央部：男性1.8% < 女性3.1%、根尖1/3部：男性2.3% < 女性3.1%。IV型では、根中央部：男性2.3% > 女性1.3% 根尖1/3部：男性1.8% ≒ 女性1.3% であった。その他は0.5%程であった。

M2 ではI～VI型全ての歯根形態が観察された。M2 ではI型が55.3%、癒合根形態ではIII型が最も多く観察され根中央部：14.2%、根尖1/3部：13.1%であった。他の型の検出はわずかであった。男女別を比較すると、I型では根中央部：男性64.5% > 女性46.2%、根尖1/3部：男性65.5% > 女性45.3%。III型では、根中央部：男性12.7% < 女性15.7%、根尖1/3部：男性11.4% < 女性14.8%。II型では、根中央部：男性5.0% < 女性10.8%、根尖1/3部：男性7.3% < 女性13.5%。VI型では、根中央部：男性5.5% < 女性7.2%、根尖1/3部：男性5.9% < 女性10.3%。Va型では、根中央部：男性4.5% < 女性11.7%、根尖1/3部：男性1.4% < 女性6.3%。Vb型では、根中央部：男性1.8% < 女性6.3%、根尖1/3部：男性3.2% < 女性8.1%であった。

## 2. 上顎C型歯根

Table 3 に示したようにM1のC型歯根形態はわずかであった。男女別では根中央部：男性0.9% ≒ 女性0.4%、根尖1/3部：男性0.5% ≒ 女性0.4%とわずかに観察されたのみであった。

M2のC型歯根形態は根中央部、根尖側1/3共に5.4%観察された。男女別では根中央部、根尖1/3部共に男性4.1% < 女性6.7% 観察された。

## 3. 根管形態

### 1) Vertucci の分類による根管分析

歯根数が3根であるM1、M2の根管形態をVertucciの報告<sup>10)</sup>に従い分類した結果をTable 4に示した。MBRにおける、Type Iの形態をもつ根管の割合は、M1において男性34.1%、女性36.7%、M2においてType Iの形態は男性67.9%、女性74.7%検出された。M1のMBRでは、

分岐あるいは複根管をもつ割合が高く、とりわけ TypeIVが男性 33.2%、女性 27.6%、次いで Type II が男性 16.8%、女性 15.2%と多く認められた。

M2 の分岐あるいは複根管をもつ形態は、男性で Type II 12.9%と男性の Type II が若干高い値を示した。それ以外の TypeIII3.6%、TypeIV8.6%、TypeV4.3%、TypeVI2.9%、はほぼ同じくらいの値であった。一方、女性では Type II 4.0%、TypeIII8.1%、TypeIV5.1%、TypeV4.0%、TypeVI4.0%とほぼ同じくらいの値であった。DBR における複根管は M1 のみで、男性の TypeIII1.0%、TypeV0.5%であった。なお、女性は TypeIII0.5%であった。PR では男女共に Type I 型のみ検出された。M1、M2 共に MB2 の発現率は男性の方が若干高かった。

M1、M2 の 2 根管の割合については、Table 5 に示したように MBR における M1: 1 根管 35.4%、2 根管 64.6%と M2: 1 根管 70.7%、2 根管 29.3%を比較した場合、M1 の 2 根管の割合が高かった ( $p<0.01$ )。

## 2)尾崎の分類変法による歯根・根管分析

Table 6 より M1 における 3 根存在する尾崎の分類<sup>9)</sup> から I 型に分類された対象のうち、尾崎の分類変法より 3 根管存在する I-1 が、根中央部：33.4%、根尖 1/3 部：33.6%観察され、4 根管存在する I-2 が、根中央部：60.9%、根尖 1/3 部：60.3%観察された。その他の各型はわずかの割合で検出された。癒合根の根管形態は、IV-1、II-4、II-2 が多く観察された。癒合根の根管形態の内訳はIV-1 が根中央部：男性 2.3% > 女性 0.9%、根尖 1/3 部：男性 1.8% > 女性 0.9%。II-4 では、根中央部：男性 0.9% < 女性 1.3%、根尖 1/3 部：男性 1.4% = 女性 1.3%。II-2 では、根中央部：男性 0.9% = 女性 0.9%、根尖 1/3 部：男性 0.9% = 女性 0.9% 観察された。

また、M2 における 3 根存在する尾崎の分類<sup>9)</sup> I 型に分類された対象のうち、3 根管存在する I-1 が、根中央部、根尖 1/3 部：39.1%観察され、4 根管存在する I-2 が、根中央部、根尖 1/3 部：16.3%観察された。2 根存在する分類のうち、3 根管存在する III-1 が、根中央部：11.7%、根尖 1/3 部：11.3%であり、その他の型の検出は各々数%であった。癒合根のみの根管形態の割合では、III-1 の割合が最も多かった。III-1 では、根中央部：男性 10.0% < 女性 13.5%、根尖 1/3 部：男性 9.5% < 女性 13.0%。II-3 では、根中央部：男性 2.3% < 女性 5.4%、根尖 1/3 部：男性 4.1% < 女性 7.2%。Va-2 では、根中央部：男性 3.6% < 女性 9.9%、根尖 1/3 部：男性 0.5% < 女性 5.4%。Vb-2 では、根中央部：男性 1.4% < 女性 4.5%、根尖 1/3 部：男性 2.7% < 女性 6.3% 観察された。統計学的有意差は無かったが女性の方に多く観察された。その他の型の検出は各々数%であった。癒合根において III-1、II-3、Va-2、Vb-2 では 3 根管性が多く観察された。

## 考察

根管系の感染物質の除去, および根管充填を完全に行う事は根管治療を成功に導くための要件である. そのため, 歯科臨床に携わるものは通常の根管形態はもとより, 発生しうる特異な形態についても把握して根管治療を行うべきである<sup>17)</sup> また, 歯根数, 根管数あるいはその形態についても人種や民族ごとの傾向があるため<sup>12, 14-16, 23)</sup>, 地域ごとの解剖学的特徴を明らかにしておく事は重要であると考えられる. 上顎大白歯について, 一般的な形態とされる歯根は3根であるとされている<sup>9, 15, 24)</sup>. しかし, 歯根数の算出については統一されておらず, 各研究により方法が異なるため, その割合はまちまちである<sup>9, 21-25)</sup>. これまでに日本人の M1, M2 の歯根ならびに癒合根とそれらの根管形態の詳細ならびに性差についての報告はこれまでにされていなかった. 本研究では, 日本人の M1, M2 の歯根および根管の解剖学的形態の男女別について分析を行い検討した.

### 1. 歯根

#### 1) 歯根数

尾崎ら<sup>9)</sup>は性別で分けられた M1, M2 の抜去歯における歯根数について, M1 においては男女共に 90%以上が 3 根であり, M2 においては 3 根の出現率は男性 51.2%, 女性 33.6%と著しく低く, 歯根の癒合傾向が強くなった. 本研究における歯根の癒合率は, 尾崎らの報告<sup>9)</sup>と同様に, M1 において男女共に 3 根が約 94%以上検出され, M2 においては 3 根の出現率が 5 割程度と低い傾向が認められた. しかしながら, 尾崎らの報告<sup>9)</sup>では出現しなかった M1 において 4 根は男女合計 0.2% (男性 0%, 女性が 0.4%) 出現し, M2 の 4 根は男女合計 1.4% (男性 2.3%, 女性が 0.4%) 出現し, M2 では男性に多く出現した. また, CBCT 画像を用いて観察を行った日本以外の集団と比較してみると, 中国の集団における歯根を分類した Jing らの報告<sup>26)</sup>では, 3 根が M1 で 97.14%, M2 で 73.6%, 4 根が M1 で 0.48%, M2 で 0.77%検出されている. また, 同じ中国人の集団 Yongchun らの報告<sup>27)</sup>では 4 根は M1 で男女合計 0.07% (男性が 0.16%, 女性が 0%), M2 で男女合計 0.98% (男性が 1.28%, 女性が 0.74%) 出現し, 4 根の発現頻度は M2 の男性に多く出現している. 韓国の集団における歯根を分類した Kim らの報告<sup>22)</sup>では, 3 根が M1 で 97.91%, M2 で 74.79%検出され, 4 根は M2 にのみ 0.49%出現した. 以上のことから, モンゴロイドの集団では, M1 よりも M2 に 4 根が発現する傾向により, 男女の方に多く発現することが示唆された<sup>22, 27)</sup>. これらの差は座標軸の設定, 観察方法の統一性やサンプル数などで, わずかではあるが異なる結果が得られたものと推測された.

本研究の癒合根の結果から、男女共に癒合根の出現頻度は観察部位の根中央部、根尖 1/3 部に関わらず M1 よりも M2 が高かった ( $p<0.01$ )。M2 の根の癒合が男性で 30%以上、女性で 50%以上認められ、女性が高い割合であった ( $p<0.01$ )。M1, M2 どちらも観察部位の違いにより、歯根形態が変化することが分かった。鈴木ら<sup>13)</sup> はモンゴロイドの女性の下顎第二大臼歯は歯根癒合傾向が高いと報告している。本研究も上顎 M2 においての女性が高い歯根癒合傾向を示した。したがって、上下顎ともに女性の M2 は歯根の癒合傾向が強いことが示唆された。

## 2) 歯根形態

本研究の M1 を分析した結果、癒合しない I 型の 3 根は約 94% 検出された。M1 の歯根癒合率が約 5% であったが、CBCT を用いた他の人種の集団での歯根癒合率は、ブラジル人 4.5%<sup>12)</sup>、韓国人 2.09%<sup>23)</sup>、インド人 2.3%<sup>24)</sup>、中国人 0%~2.3%<sup>28,29)</sup>、北アメリカ人 0.9%<sup>30)</sup> であり、本研究結果と大きく変わらない値であった。すなわち、M1 における歯根癒合率は、どの人種においても大きな差はなく、M1 の 3 根性が強く出現することが示唆された。

CBCT 画像を用いて観察を行った日本人以外の集団の M2 の癒合率はブラジル人 20.6%<sup>12)</sup>、韓国人 24.72%<sup>23)</sup>、インド人 26.8%<sup>24)</sup>、中国人 19.0%<sup>29)</sup>、であった。これらの集団の癒合率を本研究と比較すると、本研究はこれら集団の約 2 倍の値を示していた。しかし、抜去歯を用いて Yang らの分類<sup>21)</sup> に従った中国人の歯根癒合率は 42.25%<sup>11)</sup>、40.1%<sup>21)</sup> と高い癒合率であった。歯根癒合形態を Yang らの分類<sup>21)</sup> で分類した Zhang らの報告<sup>11)</sup> では、MBR と DBR が最も検出率が高く、次に 3 根の癒合であった。一方 Yang ら<sup>21)</sup> は MBR と PR の癒合が最も検出率が高く、次に MBR と DBR の癒合であったと報告している。本研究は M2 の癒合根を尾崎の分類<sup>9)</sup> で分類した結果、最も多い型は III 型約 14% で次に多く出現したのが II 型約 10% であり、他はわずかであった。これらの結果から、MBR と DBR、MBR と PR は癒合しやすい傾向にあり、DBR と PR の癒合率は MBR と PR の癒合に比べ癒合しにくいようであった。癒合根の割合からすると、M1 より M2 の方が癒合する割合が高く、中国人の報告<sup>11, 21)</sup> と同様に M1 と M2 では歯根の癒合傾向に違いがあることが推測された。

## 2. 上顎 C 型歯根

上顎大臼歯の C 型歯根について、M1 は 443 歯中から 2~3 歯観察された。M2 は 443 歯中 24 歯 (5.4%) 観察され、わずかに女性の方が多く観察された。C 型歯根は中国人の集団の報告<sup>21)</sup> で M1 は 0.3%、M2 では 4.5% 検出し、M1 の結果は本研究結果と類似していたが、M2 では中国人の報告<sup>21)</sup> よりも本研究が若干高かった。上顎大臼歯の C 型歯根形態はブラジル人<sup>12)</sup> や、韓国人<sup>23)</sup> では検出されなかったと報告されている。

C型歯根において歯根のみならず根管も癒合し、C型根管を呈するものは中国人<sup>21)</sup>が報告している。しかし、本研究ではM1, M2ともにVb型とVc型にC型根管は出現しなかった。鈴木らの報告<sup>13)</sup>では下顎第二大臼歯の日本人のC型歯根(槌状根)、C型根管(槌状根管)の発現頻度は他の人種よりも高いと報告している。下顎のC型歯根に関しては髓下葉<sup>31)</sup>の発現に関連して発生する事が分かっているが、上顎大白歯に関しては詳細なことが分かっていない。鈴木らの報告<sup>13)</sup>であるように、下顎第二大臼歯のC型歯根にC型根管が高い頻度で発現する事が分かっているが、本研究においては上顎M2のC型歯根の発生率は低くC型根管の発生が見られなかったということは、上顎と下顎における発生学的違いがあるものと推測された。

### 3. 根管形態

#### 1) Vertucciの分類による根管分析

過去の報告<sup>6)</sup>では、M1のMB2発現頻度は、基礎研究で60.5%、臨床研究で54.7%であったとしている。本研究結果のM1, MBRにおいて、根管が分岐しないType Iは35.4%、根管の分岐があるType IIからType VIIは64.6% (Table 5)と従来の報告<sup>6)</sup>の範囲であり、M1とM2では、M1の2根管の方が高い割合であった( $p < 0.01$ )。日本人の抜去歯を用いて行ったM1の根管形態の報告は、Weineら<sup>17)</sup>、Yamadaら<sup>18)</sup>、Peiris<sup>7)</sup>、恩田ら<sup>19)</sup>がそれぞれ行っている。Weine<sup>17)</sup>らによれば、M1のMB2の発現率は58.0%であり、またYamada<sup>18)</sup>も、55.6%の頻度で検出されたことを報告している。恩田ら<sup>19)</sup>はM1の3根管が29.9%、4根管が60.8%、5根管が8.2%と報告している。Peiris<sup>7)</sup>はVertucciの方法<sup>10)</sup>に従って報告しており、Type Iが25.9%検出、またそれ以外のTypeにおいても、Type II 18.5%、Type III 5.5%、Type IV 16.7%、Type V 14.8%、Type VI 16.7%、Type VII 1.9%であったとしている。いずれの報告も、M1でのMB2の発現率が6割以上でありこれは本研究結果と近似していた。

本研究において、M1における2根管以上あるMBRのうちでは、Type IVのものが30.4%と最も多い頻度で出現し、MB2が存在する日本人のM1, MBRの中では最も一般的な型であった。次いで、2根管が結合するType IIのものが16.0%と多く認められた。MB2が存在するM1のMBRのうち、2根尖孔が存在するType IV, Type V, Type VI, およびType VIIの方が、最終的に1根管に結合するType IIおよびType IIIよりも多く検出された。Yamadaらの報告<sup>18)</sup>ではWeineの分類<sup>17)</sup>より1根管のtype Iが44.4%、2根管-1根尖孔のtype IIが22.3%、2根管-2根尖孔のtype IIIが24.4%、1根管-2根尖孔のtype IVが8.9%と報告している。Weineらによる報告<sup>17)</sup>ではWeineの分類<sup>17)</sup>よりtype Iが42.0%、type IIが24.2%、type IIIが30.4%、type IVが3.4%と報告している。これらの日本人のM1についての報告<sup>7, 17-19)</sup>から本研究と同じく2根管

以上ある MBR のうち 2 根尖孔が存在する根管が多い事が分かった。しかしこれら日本人の過去の報告<sup>7,17-19)</sup>では抜去歯を対象としているため、CT 撮像の情報よりも情報量が乏しいと考える。

そこで CBCT 画像を使用した研究と比較すると、Kim ら<sup>23)</sup>は、M1 での 3 根において根管が分岐しない Type I が、M1 において 36.41%検出されており、それ以外の Type においても Type II が 20.45%、Type III が 0.25%、Type IV が 40.65%、Type V が 2.0%、Type VI が 0.12%出現したと報告している。この結果は本研究結果とほぼ一致していた。

一方、中国人の集団を観察した Jing の報告<sup>26)</sup>では、M1 の MBR において、根管が分岐しない Type I が M1 において 69.12%検出されており、またそれ以外の型においても、Type II が 7.35%、Type III が 3.59%、Type IV が 9.97%、Type V が 9.80%とほぼ均等に出現していたと報告している。本研究の日本人の結果では、M1 の MBR で Type I 35.4%であるが中国人では 69.12%と I 型が高い割合を示し、この点においては本研究と異なる結果となった。また MBR での 2 根管では、1 根尖孔の Type II および Type III の総計と、2 根尖孔である Type IV および Type V の総計で比較すると、本研究結果と同様に 2 根尖孔存在する型が多く検出される傾向が認められたが、MBR で 2 根管になる総数は日本人よりも中国人の方が少ない割合を示した。

M2 においては根管が分岐しない Type I が 70.7%、2 根管では Type II が 9.2%、Type III が 5.4%検出され、Type IV が 7.1%と Type V が 4.2%、Type VI が 3.3%検出され、Type VII と Type VIII は検出されなかった。日本の集団で墨汁を使用して観察した過去の論文<sup>7)</sup>によると、M2 で MB2 が発現するものが半数程度見られるという報告があるが、これと比較すると半分程度である。これは対象と分析方法の違いによるものだと考えられた。Kim ら<sup>23)</sup>の韓国の集団での M2 の報告は、本研究結果とほぼ一致していた。一方 Jing ら<sup>26)</sup>による中国の集団を観察した結果では、Type I が 86.13%で最も多く、分岐するもののうちでは Type II と Type V がそれぞれ 4.19%と 2.62%程度検出されたと報告されている。本研究結果と比較すると、MBR の 2 根管となる最終的な根尖孔の数で分類すれば、2 根管が結合して 1 根尖孔になる Type II および Type III の総計と 2 根尖孔存在する Type IV、Type V、Type VI の総計はいずれも同程度であった。よって M2 の MBR では、M1 と違い約 70%以上が 1 根管を占め、30%弱存在する 2 根管の場合においては、根尖孔に至るまでに結合し 1 根尖孔となるものと、2 根尖孔となるものがほぼ同率程度出現する事が分かった。

20 代から 40 歳代の間の被験者で近心頰側第 2 根管 (MB2) の発現率が高く<sup>28,32)</sup>、その原因について、加齢による根管内の石灰化、および狭窄をあげ、根管形態は加齢により単純な形態になると報告されている。一方、須藤ら<sup>33)</sup>は乳臼歯で加齢と共に広く単純な歯髓腔が

狭窄し、複雑な分岐根管となったと報告している。これらの報告より、永久歯と乳臼歯では加齢によって根管の狭窄に伴い、真逆の傾向が示唆された。従って 2 根管が発生、消失する過程において乳歯と永久歯で違いがある可能性が考えられた。しかし、本研究では永久歯の MB2 の発現がより明確であると思われる 20 歳代の集団を選択した。そのため、MB2 が比較的多く観察されたものと推察された。MB2 の位置については、近心頬側根管の約 2mm 口蓋より出現するという報告<sup>34-36)</sup>があり、アクセスオープニング時において偏菱形の形成による MB2 の探索が重要となる。

## 2) 尾崎の分類変法による歯根・根管分析

M1 の中で歯根の癒合しない I 型において、MBR に 2 根管存在するものが根中央部では男性 62.3%、女性 59.6%、根尖 1/3 部では男性 60.9%、女性 59.6%観察された。本研究と CBCT を使用し MBR の 2 根管性を検出した他の人種のデータと比較すると、韓国人では男性 68.38%・女性 59.08%<sup>23)</sup>、中国人では男性 54.27%・女性 50.00%<sup>28)</sup>、北アメリカ人では男性 74.52%・女性 71.66%<sup>30)</sup>であり、M1 の MBR の 2 根管性は人種によって男女の出現頻度に差があり、本研究結果では中国人と韓国人は日本人と同じモンゴロイドであるため観察したデータが類似したと考える。モンゴロイドの集団とヨーロッパ系集団で MBR の 2 根管性の発現頻度に差が生じた事は、鈴木らの報告<sup>13)</sup>と同じように何らかの遺伝的要因の影響を受けていることが推測された。また、中国人と韓国人 (モンゴロイドの集団) の報告<sup>23, 28)</sup>では年齢制限を設けていないため高齢者の根管石灰化による影響がデータに与えられたことも考えられ<sup>28, 32)</sup>、本研究とわずかに差が生じたと推測された。男女合計した MBR の 2 根管の割合は約 60%であった。男女合計した割合を本研究と同様に 20 代の CT 画像から MBR の 2 根管性を検出した他の人種のデータと比較すると、韓国人 65.62%<sup>23)</sup>、中国人 68.3%<sup>28)</sup>、北アメリカ人 72.4%<sup>30)</sup>であり、これらに比べて本研究は低い割合ではあるが、M1 の MBR の 2 根管性は人種や性別に関係なく 50%を超えることが推察された。

M1 の癒合根形態と根管形態について CBCT を使用し観察した、ブラジル人の集団の報告<sup>12)</sup>では様々なタイプの癒合根、根管形態が観察されたが、本研究で観察された II-2、II-3、II-4、IV-2、Vb-1、Vc-3、VI-3 は検出されていない。また、韓国人<sup>23)</sup>、インド人<sup>24)</sup>の癒合形態と根管形態については 1 根 1 根管、1 根 2 根管、2 根 2 根管、2 根 3 根管と分類報告されており、本研究と比べて単純な癒合根形態と根管形態を示した。本研究での M1 の癒合根の中でも II-4 と IV-1 は他の型よりも比較的多く観察され、II-4 では歯根は 2 根であるにもかかわらず根管は 4 根管と複雑な形態を取り、他の人種<sup>12, 23, 24)</sup>ではほとんど見られない歯根と根管形態が観察された。



M2 において、ブラジル人の集団の報告<sup>12)</sup>では、M1 同様様々なタイプが検出されたが、本研究が癒合率約 44%対し、ブラジル人は約 20%と癒合率は低かった。M2 の癒合根の根管形態はⅢ-1 が最も検出率が高く、次にⅡ-3、Va-2、Vb-2 の順に多く観察された。Ⅲ-1、Ⅱ-3、Va-2、Vb-2 はそれぞれ、女性の方が男性よりも約 2 倍多く観察された。また、Ⅲ-1、Ⅱ-3、Va-2、Vb-2 は歯根が癒合していても根管は癒合せずに 3 根管あるものが多く観察された。また、本研究ではブラジル人には観察されていないⅡ-2、Ⅱ-3、Ⅱ-4、Ⅲ-1、Ⅲ-2、Ⅲ-3、Va-1、Va-2、Va-3、Vb-1、Vb-2、Vc-1、Vc-2、Vc-3、といった癒合根形態と根管形態が観察された。本研究では、日本人の癒合根と根管の形態は、他の人種ではほとんど見られない様々なタイプが観察されていた。

## 結論

本研究に供した MDCT から得られた日本人の M1、M2 について検討した結果、以下の結論を得た。

- 1) 男女共に M1 は 3 根 (尾崎の分類 I 型) の検出率が高く、他の人種との差はなかった。
- 2) 男女共に歯根の癒合率は M1 よりも M2 の方が高かった ( $p<0.01$ )。
- 3) M2 の歯根の癒合率は男性で約 30%、女性で約 50%認められ、観察部位に関係せず女性が高かった ( $p<0.01$ )。
- 4) M2 においては他の人種の集団と比較して高い割合で歯根の癒合がおこることが示唆された。
- 5) MBR の 2 根管の発現率は M2 より M1 の方が高かった ( $p<0.01$ )。
- 6) MBR に発現した 2 根管の形態では、2 根管が結合せず、2 根尖孔存在する形態のものが最も多く検出された。
- 7) M2 の癒合根形態における根管形態は、MBR と PR が癒合したⅢ-1 が最も検出率が高かった。Ⅲ-1、Ⅱ-3、Va-2、Vb-2 はそれぞれ、女性の方が男性よりも約 2 倍多く観察された。また、Ⅲ-1、Ⅱ-3、Va-2、Vb-2 は歯根が癒合していても根管は癒合せずに 3 根管あるものが男女共に多く観察された。
- 8) 日本人における上顎大白歯の上顎 C 型歯根 (Vb 型、Vc 型) がわずかであるが検出された。下顎第二大臼歯と違い、C 型歯根において根管が癒合し、C 型根管を呈するものは見られなかった。

## 謝辞

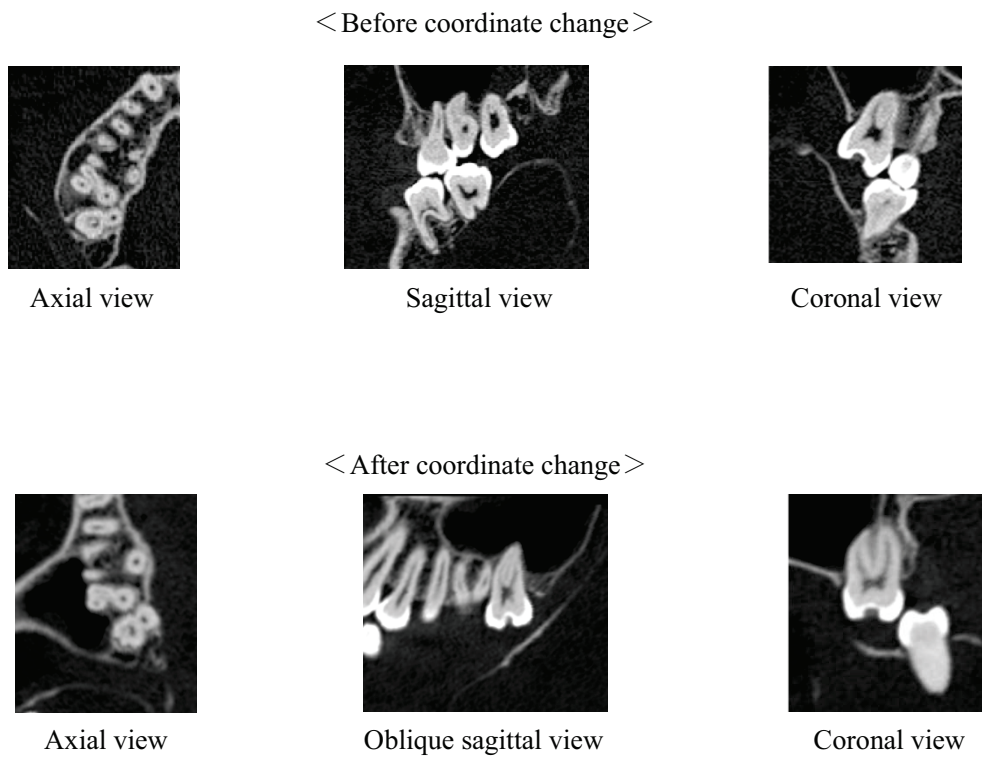
本研究を行うにあたり多大なるご協力を頂きました，本学放射線学講座金田隆教授はじめ講座員各位，本学付属病院放射線科医員，放射線技師各位ならびにスタッフ各位に感謝いたします。

## 文献

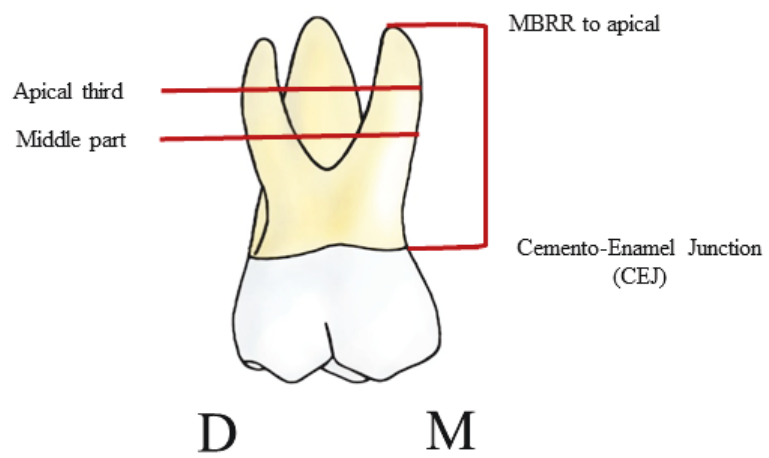
1. Peters OA, Peters CI. Cleaning and shaping of the root canal systems. Cohen S, Hargreaves KM, Berman LM. Cohen's pathways of the pulp. 10th ed. Mosby: St. Louis; 2011. 283-388.
2. Delivanis PD, Mattison GD, Mendel RW. The survivability of F43 strain of *Streptococcus sanguis* in root canals filled with gutta-percha and procoseal cement. J Endod 1983; 9: 407-410.
3. Green D. Double canals in single roots. Oral Surg 1973; 35: 689-696.
4. Pomeranz HH, Fishberg G. The secondary mesiobuccal canal of maxillary molars. J Am Dent Assoc 1974; 88: 119-124.
5. Hartwell G, Bellizzi R. Clinical investigation of *in vivo* endodontically treated mandibular and maxillary molars. J Endod 1982; 8: 555-557.
6. Clegborn BM, Chrisite WH, Dong CCS. Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: A literature review. J Endod 2006; 32: 813-821.
7. Peiris R. Root and canal morphology of human permanent teeth in a Sri Lankan and Japanese population. Anthropol Sci 2008; 116: 123-133.
8. Peeters HH, Suardita K, Setijianto D. Prevalence of second canal in the mesiobuccal root of permanent maxillary first molars from an Indonesian population. J Oral Sci 2011; 53: 489-494.
9. 尾崎 公, 根岸 光義, 糟谷 勝一, 浜田 貞雄, 沢 進, 五十嵐 進. 上顎大臼歯歯根の癒合傾向. 日大歯学 1967; 41: 163-167.
10. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1984; 58: 589-599.
11. Zhang Q, Chen H, Fan B, Fan W, Gutmann JL. Root and root canal morphology in maxillary second molar with fused root from a native Chinese population. J Endod. 2014; 40: 871-875.
12. Silva EJ, Nejaim Y, Silva AI, Haiter-Neto F, Zaia AA, Cohenca N. Evaluation of root canal configuration of maxillary molars in a Brazilian population using cone-beam computed tomographic imaging: an *in vivo* study. J Endod 2014; 40: 173-176.
13. 鈴木 誠, 辻本 恭久, 松野 昌展, 近藤 信太郎, 松島 潔. 下顎第二大臼歯の槓状根の MDCT 画像における根管形態の臨床評価. 日大口腔科学 2015; 41: 30-35.

14. Alavi AM, Opananon A, Ng YL, Gulabivala K. Root and canal morphology of Thai maxillary molars. *Int Endod J* 2002; 35: 478-485.
15. Gulabivala K, Aung TH, Alavi A, Ng YL. Root and canal morphology of Burmese maxillary molars. *Int Endod J* 2001; 34: 620-630.
16. Weng XL, Yu SB, Zhao SL, Wang HG, Mu T, Tang RY, Zhou XD. Root canal morphology of permanent maxillary teeth in the Han nationality in Chinese Guanzhong area: a new modified root canal staining technique. *J Endod* 2009; 35: 651-656.
17. Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969;28:419-25.
18. Yamada M, Ide Y, Matsunaga S, Kato H, Nakagawa K. Three-dimensional analysis of mesiobuccal root canal of Japanese maxillary first molar using micro-CT. *Bull Tokyo Dent Coll* 2011; 52: 77-84.
19. 恩田 千爾, 正木 岳馬. 大白歯の根管の解剖. *松本歯学* 1998; 24: 171-190.
20. Kraus BS, Jordan RE, Abrams L, 久米川 正好. 咬合と歯の解剖 第1版, 医歯薬出版: 東京; 1969. 216-220.
21. Yang ZP, Yang SF, Lee G, The root and root canal anatomy of maxillary molars in a Chinese population. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 215-218.
22. Peters OA, Peters CI. *Tooth Morphology and Access Cavity Preparation*. Cohen S, Hargreaves KM, Berman LM. *Cohen's pathways of the pulp*. 10th ed. Mosby: St. Louis; 2011. 139-145.
23. Kim Y, Lee SJ, Woo J. Morphology of maxillary first and second molars analyzed by cone-beam computed tomography in a Korean population: variations in the number of roots and canals and the incidence of fusion. *J Endod* 2012; 38: 1063-1068.
24. Neelakantan P, Subbarao C, Ahuja R, Subbarao CV, Gutmann JL. Cone-beam computed tomography study of root and canal morphology of maxillary first and second molars in an Indian population. *J Endod* 2010; 36: 1622-1627.
25. Ross IF, Evanchik PA. Root fusion in molars: incidence and sex linkage. *J Periodontol* 1981;52:663-7.
26. Jing YN, Ye X, Liu DG, Zhang ZY, Ma XC. Cone-beam computed tomography was used for study of root and canal morphology of maxillary first and second molars. *Beijing Da Xue Xue Bao* 2014; 46: 958-962.

27. Gu Y, Wang W, Ni L. Four-rooted permanent maxillary first and second molars in a northwestern Chinese population. *Arch Oral Biol.* 2015; 60: 811-817.
28. Zheng QH, Wang Y, Zhou XD, Wang Q, Zheng GN, Huang DM. A cone-beam computed tomography study of maxillary first permanent molar root and canal morphology in a Chinese population. *J Endod* 2010; 36: 1480-1484.
29. Zhang R, Yang H, Yu X, Wang H, Hu T, Dummer PMH. Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a Chinese subpopulation. *Int Endod J* 2010; 44: 162-169.
30. Guo J, Vahidnia A, Sedghizadeh P, Enciso R. Evaluation of root and canal morphology of maxillary permanent first molars in a North American population by cone-beam computed tomography. *J Endod* 2014; 40: 635-639.
31. 大江 規玄 : 歯の発生学, 第 2 版, 121-148, 医歯薬出版, 東京, 1984.
32. Lee JH, Kim KD, Lee JK, Park W, Jeong JS, Lee Y, Gu Y, Chang SW, Son WJ, Lee WC, Baek SH, Bae KS, Kum KY. Mesio Buccal root canal anatomy of Korean maxillary first and second molars by cone-beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 111: 785-791.
33. 須藤 健太郎, 坂 英樹, 井出 吉信. Micro-CT を用いた上顎第二乳臼歯根管口部の三次元的観察. *小児歯科学雑誌.* 2002; 40: 541-548.
34. Gilles J, Reader A. An SEM investigation of the mesiolingual canal in human maxillary first and second molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 70: 638-643.
35. Kulild JC, Peters DD. Incidence and configuration of canal systems in the mesio Buccal root of maxillary first and second molars. *J Endod* 1990; 16: 311-317.
36. Acosta Vigouroux SA, Trugeda Bosaans SA. Anatomy of the pulp chamber floor of the permanent maxillary first molar. *J Endod* 1978; 4: 214-219.

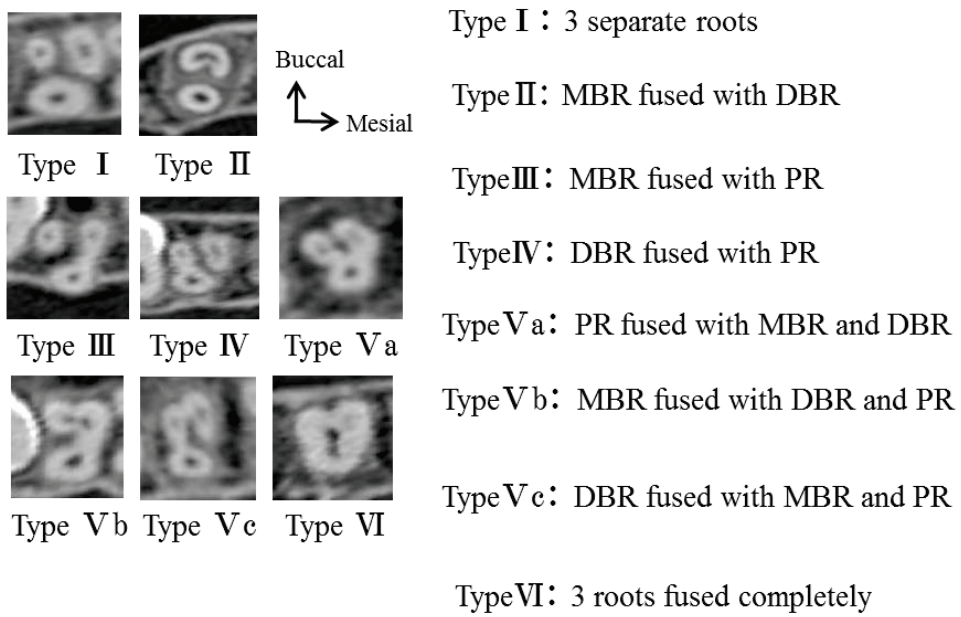


**Fig. 1** Coordinate change using 3D reconstruction software

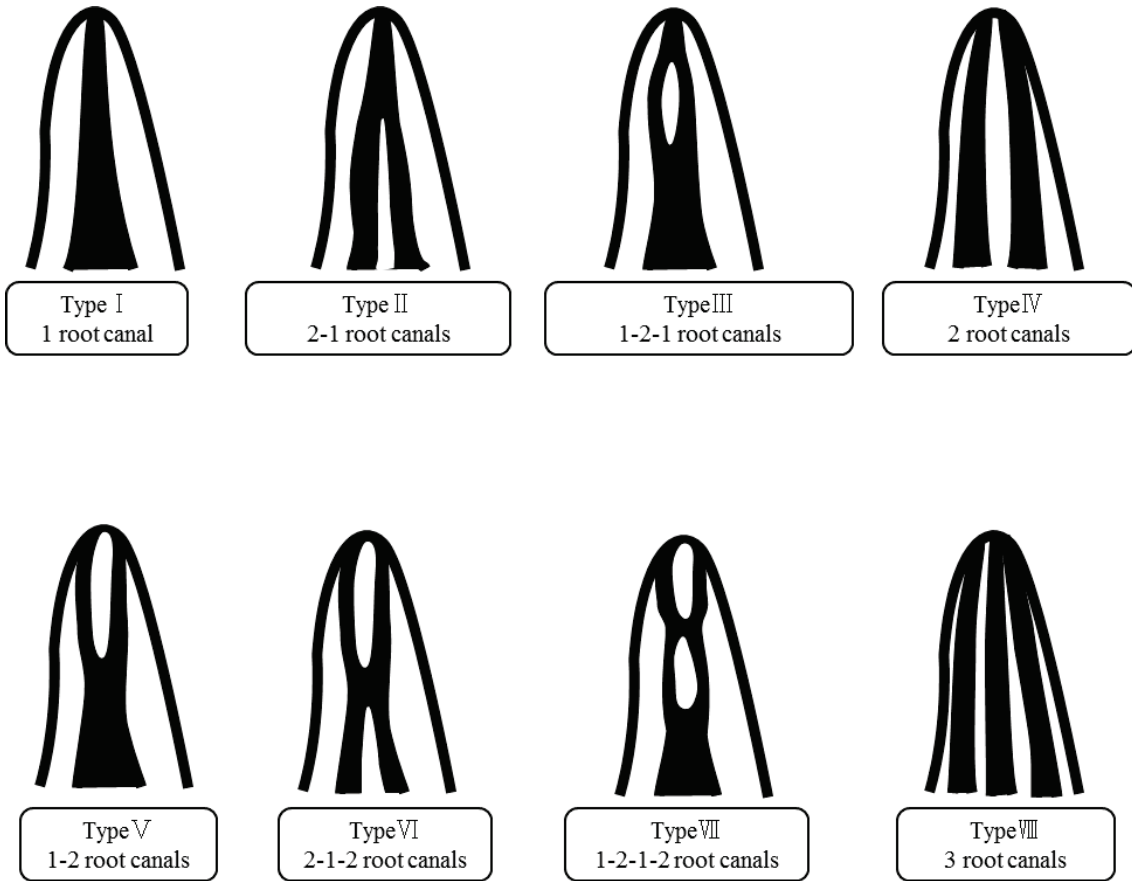


**Fig. 2** Observation site of CT image (Buccal View)

M: Mesial D: Distal

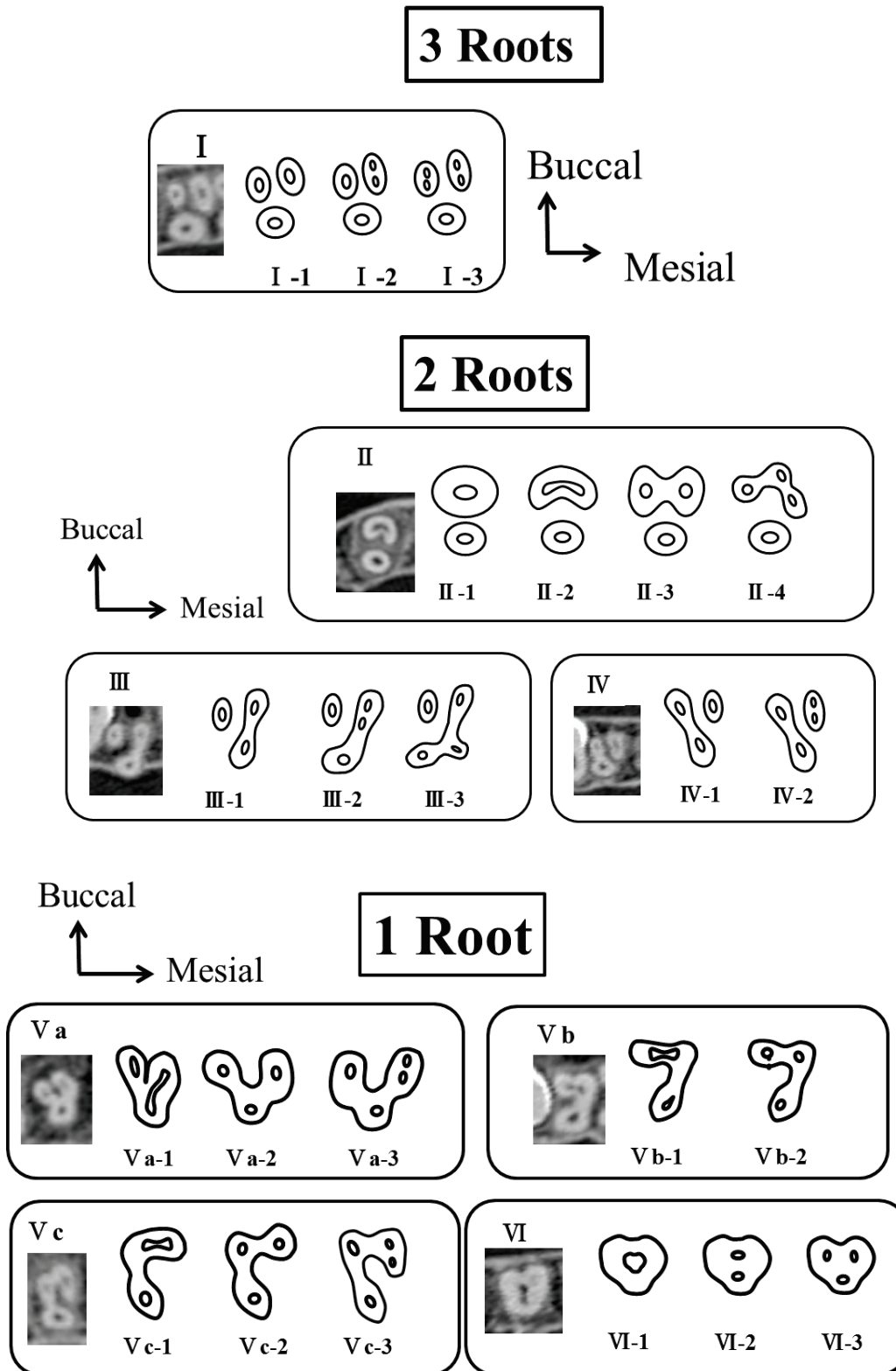


**Fig. 3** Classification of root configurations according to Ozaki<sup>9)</sup>



**Fig. 4** Diagrammatic representation for Vertucci's canal configurations <sup>10, 22)</sup>





**Fig. 5** Classification of root configurations according to Variants of Ozaki

**Table 1** Number and morphology of roots in M1 and M2

		n	1 root	2 roots	3 roots	4 roots	
M1	Male	Middle part	220	2 (0.9)	10 (4.5)	208 (94.5)	0 (0.0)
		Apical third	220	1 (0.5)	10 (4.5)	209 (95.0)	0 (0.0)
	Female	Middle part	223	2 (0.9)	10 (4.5)	210 (94.2)	1 (0.4)
		Apical third	223	1 (0.4)	10 (4.5)	211 (94.6)	1 (0.4)
	Male + Female	Middle part	443	4 (0.9)	20 (4.5)	418 (94.4)	1 (0.2)
		Apical third	443	2 (0.5)	20 (4.5)	420 (94.8)	1 (0.2)
				Fused roots		3 roots	
	Male	Middle part	220	12 (5.5)		208 (94.5)	
		Apical third	220	11 (5.0)		209 (95.0)	
	Female	Middle part	222	12 (5.4)		210 (95.5)	
Apical third		222	11 (5.0)		211 (95.0)		
Male + Female	Middle part	442	24 (5.4)		418 (94.6)		
	Apical third	442	22 (5.0)		420 (95.0)		
		n	1 root	2 roots	3 roots	4 roots	
M2	Male	Middle part	220	33 (15.0)	40 (18.2)	142 (64.5)	5 (2.3)
		Apical third	220	29 (13.2)	42 (19.1)	144 (65.5)	5 (2.3)
	Female	Middle part	223	55 (24.7)	63 (28.3)	104 (46.6)	1 (0.4)
		Apical third	223	56 (25.1)	65 (29.1)	101 (45.3)	1 (0.4)
	Male + Female	Middle part	443	88 (19.9)	103 (23.3)	246 (55.5)	6 (1.4)
		Apical third	443	85 (19.2)	107 (24.2)	245 (55.3)	6 (1.4)
				Fused roots		3 roots	
	Male	Middle part	215	73 (34.0)		142 (66.0)	
		Apical third	215	71 (33.0)		144 (67.0)	
	Female	Middle part	222	118 (53.2)		104 (46.8)	
Apical third		222	121 (54.5)		101 (45.5)		
Male + Female	Middle part	437	191 (43.7)		246 (56.3)		
	Apical third	437	192 (43.9)		245 (56.1)		

M1: maxillary first molar M2: maxillary second molar

The numbers of roots for M1 and M2 were showed at the upper row, respectively. And the numbers of the fused roots and 3 roots, except 4 roots, were showed at the lower row, respectively. Values within parentheses are percentages of the total number of subjects in each group.

☆: ( $p < 0.01$ )

**Table 2** Number and morphology of root

		4 roots		Ozaki's classification							
		n	Additional	3 roots	2 roots			1 root			
				I	II	III	IV	V a	V b	V c	VI
M1	Male	220	-	208 (94.5)	4 (1.8)	1 (0.5)	5 (2.3)	-	1 (0.5)	1 (0.5)	-
	Female	223	1 (0.4)	210 (94.2)	7 (3.1)	-	3 (1.3)	-	-	1 (0.4)	1 (0.4)
	Total	443	1 (0.2)	418 (94.4)	11 (2.5)	1 (0.2)	8 (1.8)	-	1 (0.2)	2 (0.5)	1 (0.2)
	Male	220	-	209 (95.0)	5 (2.3)	1 (0.5)	4 (1.8)	-	1 (0.5)	-	-
	Female	223	1 (0.4)	211 (94.6)	7 (3.1)	-	3 (1.3)	-	-	1 (0.4)	-
	Total	443	1 (0.2)	420 (94.8)	12 (2.7)	1 (0.2)	7 (1.6)	-	1 (0.2)	1 (0.2)	-
M2	Male	220	5 (2.3)	142 (64.5)	11(5.0)	28 (12.7)	2 (0.9)	10 (4.5)	4 (1.8)	6 (2.7)	12 (5.5)
	Female	223	1 (0.4)	103 (46.2)	24 (10.8)	35 (15.7)	2 (0.9)	26 (11.7)	14 (6.3)	2 (0.9)	16 (7.2)
	Total	443	6 (1.4)	245 (55.3)	35 (7.9)	63 (14.2)	4 (0.9)	36 (8.1)	18 (4.1)	8 (1.8)	28 (6.3)
	Male	220	5 (2.3)	144 (65.5)	16 (7.3)	25 (11.4)	2 (0.9)	3 (1.4)	7 (3.2)	5 (2.3)	13 (5.9)
	Female	223	1 (0.4)	101 (45.3)	30 (13.5)	33 (14.8)	1 (0.4)	14 (6.3)	18 (8.1)	2 (0.9)	23 (10.3)
	Total	443	6 (1.4)	245 (55.3)	46 (10.4)	58 (13.1)	3 (0.7)	17 (3.8)	25 (5.6)	7 (1.6)	36 (8.1)

M1: maxillary first molar    M2: maxillary second molar

Values within parentheses are percentages of the total number of subjects in each group.

**Table 3** The proportion of C-shaped roots in maxillary molars

		n	C-shaped roots	%	
M1	Middle part	Male	220	2	0.9
		Female	223	1	0.4
		Total	443	3	0.7
	Apical third	Male	220	1	0.5
		Female	223	1	0.4
		Total	443	2	0.5
M2	Middle part	Male	220	9	4.1
		Female	223	15	6.7
		Total	443	24	5.4
	Apical third	Male	220	9	4.1
		Female	223	15	6.7
		Total	443	24	5.4

M1: maxillary first molar    M2: maxillary second molar

**Table 4** The distribution and percentage of root canal system morphology in M1 and M2

			Vertucci's classification								
			n	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
MBR	Male	M1	208	71 (34.1)	35 (16.8)	9 (4.3)	69 (33.2)	15 (7.2)	8 (3.8)	1 (0.5)	-
		M2	140	95 (67.9)	18 (12.9)	5 (3.6)	12 (8.6)	6 (4.3)	4 (2.9)	-	-
	Female	M1	210	77 (36.7)	32 (15.2)	7 (3.3)	58 (27.6)	23 (11.0)	12 (5.7)	1 (0.5)	-
		M2	99	74 (74.7)	4 (4.0)	8 (8.1)	5 (5.1)	4 (4.0)	4 (4.0)	-	-
DBR	Male	M1	208	205 (98.6)	-	2 (1.0)	-	1 (0.5)	-	-	-
		M2	140	140 (100)	-	-	-	-	-	-	-
	Female	M1	210	209 (99.5)	-	1 (0.5)	-	-	-	-	-
		M2	99	99 (100)	-	-	-	-	-	-	-
PR	Male	M1	208	208 (100)	-	-	-	-	-	-	-
		M2	140	140 (100)	-	-	-	-	-	-	-
	Female	M1	210	210 (100)	-	-	-	-	-	-	-
		M2	99	99 (100)	-	-	-	-	-	-	-

MBR: mesiobuccal root    DBR: distobuccal root    PR: palatal root

M1: maxillary first molar    M2: maxillary second molar

Values within parentheses are percentages of the total number of subjects in each group.

**Table 5** The distribution and percentage of root canal system morphology in M1 and M2

			Vertucci's classification								
			n	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
MBR	M1	418	148 (35.4)	67 (16.0)	16 (3.8)	127 (30.4)	38 (9.1)	20 (4.8)	2 (0.5)	-	
			1 root canal	2 root canals							
	M2	239	148 (35.4)	270 (64.6)							
			169 (70.7)	22 (9.2)	13 (5.4)	17 (7.1)	10 (4.2)	8 (3.3)	-	-	
			1 root canal	2 root canals							
			169 (70.7)	70 (29.3)							

MBR: mesiobuccal root

M1: maxillary first molar    M2: maxillary second molar

Values within parentheses are percentages of the total number of subjects in each group.

☆: ( $p < 0.01$ )

**Table 6** The distribution and percentage of root canal system morphology

	n	4 roots			3 roots			2 roots			1 root																
		Additional	I-1	I-2	I-3	II-1	II-2	II-3	II-4	III-1	III-2	III-3	IV-1	IV-2	Va-1	Va-2	Va-3	Vb-1	Vb-2	Vc-1	Vc-2	Vc-3	VI-1	VI-2	VI-3		
M1	Male	220	-	71 (32.3)	137 (62.3)	-	2 (0.9)	-	2 (0.9)	1 (0.5)	-	-	5 (2.3)	-	-	-	-	1 (0.5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Female	223	1 (0.4)	77 (34.5)	133 (59.6)	-	2 (0.9)	2 (0.9)	3 (1.3)	-	-	-	2 (0.9)	1 (0.4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	443	1 (0.2)	148 (33.4)	270 (60.9)	-	4 (0.9)	2 (0.5)	5 (1.1)	1 (0.2)	-	-	7 (1.6)	1 (0.2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M2	Male	220	-	72 (32.7)	134 (60.9)	3 (1.4)	2 (0.9)	-	3 (1.4)	1 (0.5)	-	-	4 (1.8)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Female	223	1 (0.4)	77 (34.5)	133 (59.6)	1 (0.4)	2 (0.9)	2 (0.9)	3 (1.3)	-	-	-	2 (0.9)	1 (0.4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	443	1 (0.2)	149 (33.6)	267 (60.3)	4 (0.9)	4 (0.9)	2 (0.5)	6 (1.4)	1 (0.2)	-	-	6 (1.4)	1 (0.2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Middle part	Male	220	5 (2.3)	97 (39.1)	45 (16.3)	-	2 (0.9)	4 (1.8)	5 (2.3)	-	22 (10.0)	6 (2.7)	2 (0.9)	-	2 (0.9)	8 (3.6)	-	1 (0.5)	3 (1.4)	2 (0.9)	3 (1.4)	1 (0.5)	7 (3.2)	7 (3.2)	4 (1.8)	1 (0.5)	
	Female	223	1 (0.4)	76 (34.1)	27 (12.1)	-	4 (1.8)	4 (1.8)	12 (5.4)	2 (0.9)	30 (13.5)	2 (0.9)	3 (1.3)	2 (0.9)	1 (0.4)	22 (9.9)	3 (1.3)	4 (1.8)	4 (1.8)	10 (4.5)	-	2 (0.9)	-	4 (1.8)	6 (2.7)	6 (2.7)	
	Total	443	6 (1.4)	173 (39.1)	72 (16.3)	-	8 (1.8)	8 (1.8)	17 (3.8)	2 (0.5)	52 (11.7)	8 (1.8)	3 (0.7)	4 (0.9)	-	30 (6.8)	3 (0.7)	5 (1.1)	5 (1.1)	13 (2.9)	2 (0.5)	5 (1.1)	1 (0.2)	11 (2.5)	10 (2.3)	7 (1.6)	
Apical third	Male	220	5 (2.3)	97 (44.1)	47 (21.4)	-	3 (1.4)	4 (1.8)	9 (4.1)	-	21 (9.5)	4 (1.8)	2 (0.9)	-	2 (0.9)	1 (0.5)	-	1 (0.5)	6 (2.7)	2 (0.9)	3 (1.4)	-	8 (3.6)	2 (0.9)	1 (0.5)	3 (1.4)	
	Female	223	1 (0.4)	76 (34.1)	25 (11.2)	-	7 (3.1)	5 (2.2)	16 (7.2)	2 (0.9)	29 (13.0)	1 (0.4)	3 (1.3)	1 (0.4)	-	12 (5.4)	1 (0.4)	4 (1.8)	4 (1.8)	14 (6.3)	-	2 (0.9)	-	6 (2.7)	5 (2.2)	12 (5.4)	
	Total	443	6 (1.4)	173 (39.1)	72 (16.3)	-	10 (2.3)	9 (2.2)	25 (5.6)	2 (0.5)	50 (11.3)	5 (1.1)	3 (0.7)	3 (0.7)	-	13 (2.9)	1 (0.2)	5 (1.1)	5 (1.1)	20 (4.5)	2 (0.5)	5 (1.1)	-	14 (3.2)	7 (1.6)	15 (3.4)	

M1: maxillary first molar M2: maxillary second molar

Values within parentheses are percentages of the total number of subjects in each group.