

Investigation of the prevalence of missed MB2 canals in root canal-treated maxillary first molars using CBCT in patients referred to Borujerd dental school (2014-2018)

Marjan Babadi Borujeni¹, Parisa Ilkhanizadeh², Hiva Ebrahimi^{3*}

1- Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran

2- Dentist, School of Dentistry, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran

3- Dental Student, School of Dentistry, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article History:
Received: 3 Dec 2025
Accepted: 12 Apr 2026
Published: 20 Apr 2026

Corresponding Author:
Hiva Ebrahimi

School of Dentistry, Borujerd Branch,
Islamic Azad University, Borujerd, Iran

(Email: hiva3753@gmail.com)

Abstract

Background and Aims: Identification of the second mesiobuccal canal (MB2) in maxillary first molars is considered one of the major challenges in endodontic treatment. This study aimed to investigate the prevalence of missed MB2 canals using cone-beam computed tomography (CBCT).

Materials and Methods: This descriptive-analytical retrospective study was conducted on CBCT images taken in years between 2014 and 2018. The images were selected from patients who had undergone treatment on the maxillary first molars and had visited the radiology department of Borujerd dental school. Inclusion criteria were adequate image quality and presence of root canal treatment, while exclusion criteria included incomplete images and teeth lacking complete treatment. Image analysis was performed by an oral radiology specialist. Sample size was calculated using a statistical formula considering confidence level and study power. Data analysis was performed using descriptive statistics and Spearman's correlation test in SPSS (version 18) at a significance level of $P < 0.05$.

Results: Out of 90 patients examined, 59 cases (65.5%) had an MB2 canal, of which 56 cases (62.2%) had not been identified during initial treatment. The prevalence of MB2 canals was significantly higher in males than in females ($P < 0.01$). No statistically significant association was found between the presence of periapical radiolucency and MB2 canals. In most cases, the MB2 canal orifice appeared as a separate opening.

Conclusion: The results of this study indicated a high prevalence of missed MB2 canals during initial endodontic treatment. The use of CBCT can play an effective role in detecting these canals and improving the success rate of endodontic therapy. Considering individual characteristics such as gender may aid in more accurate diagnosis.

Keywords: Second mesiobuccal canal (MB2), Maxillary first molar, Cone-beam computed tomography (CBCT), Root canal morphology, Missed root canals, Endodontic treatment failure, Prevalence

Cite this article as: Babadi Borujeni M, Ilkhanizadeh P, Ebrahimi H. Investigation of the prevalence of missed mb2 canals in root canal-treated maxillary first molars using CBCT in patients referred to Borujerd dental school (2014-2018). J Dent Med-TUMS. 2026;39:14. [Persian]



بررسی میزان شیوع کانال مزیبوکال دوم (MB2) شناسایی نشده در دندان‌های مولر اول ماگزایلا درمان شده با استفاده از توموگرافی با پرتو مخروطی (CBCT) در مراجعه کنندگان به دانشکده دندانپزشکی بروجرد (۱۳۹۷-۱۳۹۴)

مرجان بابادی بروجنی^۱، پریسا ایلخانی زاده^۲، هیوا ابراهیمی^۳

۱- استادیار گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران

۲- دندانپزشک، دانشکده دندانپزشکی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران

۳- دانشجوی دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله: مقاله پژوهشی</p> <p>دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۱۲ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۲۳ انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۳۱</p>	<p>زمینه و هدف: شناسایی کانال مزیبوکال دوم (MB2) در دندان‌های مولر اول ماگزایلا از چالش‌های مهم در درمان اندودنتیک محسوب می‌شود. این مطالعه با هدف بررسی میزان شیوع کانال‌های MB2 شناسایی نشده (Missed MB2) با استفاده از توموگرافی کامپیوتری با پرتو مخروطی (CBCT) انجام شد.</p> <p>روش بررسی: این مطالعه توصیفی-تحلیلی از نوع گذشته نگر بود که بر روی تصاویر CBCT مربوط به سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۷ انجام گرفت. تصاویر از بیماران مراجعه کننده به بخش رادیولوژی دانشکده دندانپزشکی بروجرد که دندان مولر اول ماگزایلا درمان شده داشتند، انتخاب شد. معیارهای ورود شامل کیفیت مناسب تصویر و وجود درمان ریشه بود و معیارهای خروج شامل تصاویر ناقص و دندان‌های فاقد درمان کامل بودند. تحلیل تصاویر توسط متخصص رادیولوژی دهان انجام شد. حجم نمونه با استفاده از فرمول آماری با در نظر گرفتن سطح اطمینان و توان مطالعه محاسبه شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و آزمون همبستگی اسپیرمن در نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد و سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.</p> <p>یافته‌ها: از میان ۹۰ بیمار بررسی شده، ۵۹ مورد (۶۵/۵ درصد) دارای کانال MB2 بودند که از این تعداد، ۵۶ مورد (۶۲/۲ درصد) شناسایی نشده باقی مانده بودند. شیوع کانال MB2 در مردان به طور معنی داری بیشتر از زنان بود ($P < 0.01$). هیچ ارتباط آماری معنی داری میان وجود رادیولوسنسی پری اپیکال و کانال MB2 گزارش نشد. در اغلب موارد، شکل اوریفیس MB2 به صورت مجزا بود.</p> <p>نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که شیوع بالایی از کانال‌های MB2 در طی درمان اولیه شناسایی نمی‌شوند. استفاده از CBCT می‌تواند نقش مؤثری در تشخیص این کانال‌ها و افزایش موفقیت درمان اندودنتیک داشته باشد. در نظر گرفتن ویژگی‌های فردی مانند جنسیت می‌تواند به تشخیص دقیق‌تر کمک کند.</p>
<p>نویسنده مسؤول: هیوا ابراهیمی</p> <p>دانشکده دندانپزشکی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران</p> <p>(Email: hiva3753@gmail.com)</p>	<p>کلید واژه‌ها: کانال مزیبوکال دوم (MB2)، مولر اول ماگزایلا، توموگرافی کامپیوتری با پرتو مخروطی (CBCT)، مورفولوژی کانال ریشه، کانال‌های شناسایی نشده، شکست درمان اندودنتیک، شیوع</p>

مقدمه

درمان دندان‌های مولر اول ماگزایلا به دلیل پیچیدگی آناتومیکی، تعداد کانال‌ها و مشکل در شناسایی کانال‌های اضافی مانند کانال مزیبوکال دوم (MB2)، چالش‌های زیادی در درمان اندودنتیک ایجاد می‌کند (۱). شناسایی دقیق این کانال‌ها برای موفقیت درمان ضروری است، زیرا عدم شناسایی آن‌ها می‌تواند منجر به شکست درمان شود (۲-۵). نشان داده شده است که شیوع کانال‌های MB2 در مولرهای اول بالا متغیر است و این تفاوت‌ها ممکن است به روش‌های مطالعه و تفاوت‌های نژادی مربوط باشد (۶،۷). استفاده از تصویربرداری سه بعدی CBCT به دلیل توانایی آن در نمایش دقیق آناتومی دندان در سه بعد، ابزاری ارزشمند برای شناسایی این کانال‌ها محسوب می‌شود (۸،۹).

بیماری‌های اندودنتیک، به ویژه ضایعات پری اپیکال و مشکلات پالپی، تأثیر قابل توجهی بر سلامت دهان و کیفیت زندگی بیماران دارند (۱۰). یکی از چالش‌های اساسی در تشخیص و مدیریت این بیماری‌ها، تشخیص دقیق آناتومی کانال‌های ریشه و ضایعات پری اپیکال است (۱۱-۱۳). تصویربرداری‌های رادیوگرافیک متداول مانند رادیوگرافی پری اپیکال، اگرچه ابزارهای مهمی در ارزیابی ساختارهای دندانی محسوب می‌شوند، اما به دلیل ماهیت دو بعدی خود محدودیت‌هایی در شناسایی جزئیات دقیق کانال‌های ریشه‌ای و ضایعات مرتبط دارند (۱۴-۱۶).

در سال‌های اخیر، تصویربرداری با اشعه مخروطی (CBCT) به عنوان یک فناوری پیشرفته، امکان بررسی سه بعدی و دقیق‌تر ساختارهای دندانی و پری اپیکال را فراهم کرده است (۱۷-۱۹). این روش نسبت به تصویربرداری‌های دو بعدی مرسوم، دقت بالاتری در تشخیص ضایعات پری اپیکال، تحلیل‌های ریشه و کانال‌های اضافی مانند کانال مزیبوکال دوم (MB2) در مولر اول ماگزایلا دارد. مطالعات نشان داده‌اند که بسیاری از ریشه‌های اضافی، به ویژه MB2، در روش‌های تصویربرداری سنتی شناسایی نمی‌شوند که این امر می‌تواند منجر به درمان‌های ناقص و افزایش نرخ شکست درمان اندودنتیک شود (۲۰-۲۲).

درصد بالایی از موارد شکست درمان ریشه به دلیل عدم شناسایی و درمان کامل این کانال گزارش شده است. مطالعات مختلف، میزان شیوع کانال MB2 را متفاوت گزارش کرده‌اند، به طوری که شیوع جهانی آن

بین ۶۹ تا ۹۶ درصد متغیر است. در جمعیت ایرانی نیز شیوع این کانال در مطالعات مختلف با استفاده از CBCT بین ۴۶ تا ۸۶ درصد گزارش شده است؛ به‌عنوان مثال در تهران ۴۶٪ (۲۱)، اصفهان ۲۰٪ (۲۰)، ارومیه ۸۶٪ (۲۴)، رشت ۶۲-۷۸٪ (۲۵،۲۹) و در سایر مناطق ایران بین ۵۸ تا ۸۰ درصد بوده است (۲۳،۲۴-۲۸). این تفاوت‌ها ممکن است ناشی از عوامل نژادی، تفاوت در روش مطالعه، کیفیت دستگاه CBCT، مهارت مشاهده‌گر و معیارهای تشخیصی باشد (۲۹-۳۳،۲۰،۲۱،۲۳). عدم تشخیص این کانال در درمان‌های اولیه می‌تواند منجر به باقی ماندن میکروارگانیسم‌ها، عفونت‌های مزمن و در نهایت شکست درمان اندودنتیک شود. مطالعات نشان داده‌اند که میزان کشف کانال MB2 در درمان اولیه ۵۹ درصد و در درمان مجدد ۶۷ درصد است که این موضوع نشان دهنده اهمیت بررسی دقیق‌تر این کانال در اولین مرحله درمان است (۲).

بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی میزان شیوع کانال‌های Missed MB2 در دندان‌های مولر اول ماگزایلا درمان شده با استفاده از CBCT در شهرستان بروجرد انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه یک پژوهش توصیفی مقطعی و گذشته نگر است که در سال ۱۴۰۳ با هدف بررسی میزان شیوع کانال‌های Missed MB2 در دندان‌های مولر اول ماگزایلا درمان شده با استفاده از تصویربرداری CBCT انجام گرفت. جامعه آماری شامل بیمارانی بود که به بخش رادیولوژی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۷ مراجعه کرده بودند و دارای دندان‌های مولر اول ماگزایلا درمان شده بودند.

معیار ورود: تمامی CBCTهایی که به صورت یک طرفه یا دو طرفه از ناحیه ماگزایلا بیمارانی مراجعه کننده به کلینیک دانشکده دندانپزشکی بروجرد تهیه شده و دارای دندان مولر ماگزایلا درمان شده بودند وارد مطالعه شدند.

معیار خروج: CBCTهایی که به علت آرتیفکت، دارای اطلاعات ناقص یا ناواضحی از ناحیه مورد مطالعه بودند و همچنین CBCT که حاوی دندان مولر درمان ریشه شده نبودند از مطالعه خارج شدند. نمونه‌گیری به صورت تصادفی ساده انجام شد و حجم نمونه

با استفاده از فرمول آماری زیر محاسبه گردید.

$$n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{z^2 pq}{d^2} - 1 \right)}$$

متغیرها:

- جنسیت بیماران به عنوان یک متغیر جمعیت شناختی ثبت شد و در تحلیل آماری لحاظ گردید.

- وجود کانال MB2 در تصاویر CBCT بررسی شد. تشخیص کانال MB2 توسط متخصص رادیولوژی با مشاهده تصاویر در سه پلن (کرونال، سائیتال و اگزیتال) انجام گرفت. در مواردی که کانال MB2 در تصاویر قابل مشاهده نبود یا پر نشده بود، به عنوان کانال Missed در نظر گرفته شد.

- وجود رادیولوسنسی پری اپیکال با بررسی تصاویر CBCT و بر اساس مشاهده ناحیه هیپو دانس در اطراف اپکس ریشه‌ها توسط متخصص رادیولوژی تعیین شد.

- شکل اوریفیس کانال MB2 به دو صورت "جدا" یا "مشترک" با کانال MB1 طبقه بندی شد. این طبقه بندی بر اساس مشاهده مستقیم در تصاویر CBCT و فاصله بین اوریفیس‌ها انجام شد.

- مشکلات اندودنتیک کانال MB1 شامل مواردی مانند آبجوریشن ناقص، ترانسپورت، شکستگی ابزار و پرکردگی ناقص بودند که با بررسی دقیق تصاویر CBCT توسط متخصص رادیولوژی شناسایی شدند.

- برای بررسی ارتباط بین متغیرها، از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام گرفت.

یافته‌ها

یافته‌های توصیفی:

جنسیت: بیماران شامل ۴۷ نفر (۵۲/۲ درصد) مرد و ۴۳ نفر (۴۷/۸ درصد) خانم بودند.

شیوع کانال MB2: از بین ۹۰ بیمار، ۵۹ بیمار (۶۵/۵ درصد) دارای کانال MB2 بودند که از این تعداد، ۳ بیمار (۳/۳ درصد) کانال‌های MB2 پر شده و ۵۶ بیمار (۶۲/۲ درصد) کانال‌های MB2 Missed داشتند.

رادیولوسنسی پری اپیکال: ۵۸ بیمار (۶۴/۴ درصد) رادیولوسنسی داشتند، در حالی که ۳۲ بیمار (۳۵/۶ درصد) فاقد رادیولوسنسی بودند. شکل اوریفیس کانال‌های MB2: در تمامی بیماران دارای کانال MB2 (۶۲ دندان)، اوریفیس جدا بوده و هیچ دندانی اوریفیس مشترک نداشت.

تصاویر CBCT از آرشیو دانشکده که با استفاده از دستگاه White Fox با تنظیمات 105Kvp، 9 mA، و کسل‌های ۰/۳ میلی متر، FOV=۶۰ × ۶۰ mm، زمان اکسپوزر ۹ ثانیه و ضخامت برش ۰/۳ میلی متر تهیه شده بودند انتخاب شدند. تصاویر در نرم افزار White Fox ورژن ۴ بازسازی و توسط یک متخصص رادیولوژی دهان و دندان مورد بررسی قرار گرفتند. حضور یا عدم حضور کانال‌های MB2، شکل کانال‌ها و وجود رادیولوسنسی در اپیکال دندان‌ها در سه پلن اگزیتال، کرونال و ساجیتال ارزیابی شدند.

ارزیابی توافق درونی مشاهده‌گر

برای ارزیابی توافق درونی مشاهده‌گر (Intra-observer agreement)، ۲۰ درصد از نمونه‌ها (۱۸ تصویر CBCT) به صورت تصادفی انتخاب و دو هفته پس از ارزیابی اولیه، مجدداً توسط همان متخصص رادیولوژی دهان و دندان بررسی شدند. نتایج دو مرحله ارزیابی با استفاده از شاخص کاپای کوهن (Cohen's Kappa) در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ مقایسه شد. مقدار $\kappa = 0/91$ به دست آمد که بر اساس معیارهای Koch و Landis نشان‌دهنده «توافق بسیار عالی» است.

داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ تحلیل و از آمار توصیفی برای ارائه فراوانی‌ها و از آزمون همبستگی اسپیرمن برای بررسی ارتباط بین متغیرها استفاده شد. محدودیت‌های مطالعه شامل عدم دسترسی به تاریخچه کامل بیماران و عدم امکان بررسی تأثیر بیماری‌های زمینه‌ای بر نتایج بود. مطالعه بر روی گرافی‌هایی که در آرشیو دانشکده بودند انجام گردید لذا نیازی به اخذ رضایت نامه و ملاحظات خاصی نبود و تمامی گرافی‌ها صرفاً جهت بررسی میزان شیوع کانال‌های Missed MB2 در دندان‌های مولر اول ماگزینا درمان شده بررسی شدند و لذا اسرار پزشکی بیماران محفوظ ماند.

بالاتر بود (۷۱ درصد در برابر ۵۰ درصد) ولی مطابق آزمون اسپیرمن با اطمینان ۹۵ درصد نمی توان رابطه را از نظر آماری معنی دار دانست اما خیلی نزدیک به معنی داری است ($P=۰/۰۵۴$).

ارتباط مشکلات اندودنتیک کانال MB1 با رادیولوسنسی: هیچ ارتباط معنی داری بین مشکلات اندودنتیک کانال MB1 و وجود رادیولوسنسی پری اپیکال در دندان‌های دارای کانال MB2 مشاهده نشد ($P=۰/۱۴۸$).

ارتباط جنسیت با شیوع کانال MB2: در کل نمونه، شیوع کانال MB2 در مردان به طور معنی داری بیشتر از زنان بود ($P=۰/۰۰۳$).

مشکلات اندودنتیک کانال MB1: در ۳۶ بیمار (۵۸/۱ درصد) طی بررسی رادیوگرافی، مشکل خاصی در درمان کانال MB1 مشاهده نگردید، در حالی که ۲۶ بیمار (۴۱/۹ درصد) با مشکلاتی مانند آبچوریشن، ترانسپورت، پرکردگی ناقص یا شکستگی ابزار مواجه بودند (جدول ۱).

یافته‌های تحلیلی:

ارتباط رادیولوسنسی پری اپیکال با کانال MB2: هرچند درصد رادیولوسنسی در دندان‌هایی که کانال MB2 داشتند به طور قابل توجهی

جدول ۱- مشکلات درمان کانال MB1 و وضعیت پری‌اپیکس در دندان‌های دارای و فاقد کانال MB2

متغیرها	گروه/وضعیت	تعداد	درصد
جنسیت (کل نمونه)	مرد	۴۷	۵۲/۲۰
	زن	۴۳	۴۷/۸۰
	جمع	۹۰	۱۰۰
شیوع کانال MB2 (کل نمونه)	ندارد	۳۱	۳۴/۴۴
	Miss	۵۶	۶۲/۲۲
	پرشده	۳	۳/۳۳
شیوع رادیولوسنسی پری اپیکال (کل نمونه)	جمع	۹۰	۱۰۰
	دارد	۵۸	۶۴/۴۰
	ندارد	۳۲	۳۵/۶۰
شکل اورفیس (دندان‌های دارای MB2)	جمع	۹۰	۱۰۰
	جدا	۶۲	۱۰۰
	پیوسته	۰	۰
مشکلات اندودنتیک کانال MB1 (دندان‌های دارای MB2)	جمع	۶۲	۱۰۰
	دارد	۲۶	۴۱/۹۰
	ندارد	۳۶	۵۸/۱۰
	جمع	۶۲	۱۰۰

جدول ۲- ارتباط آماری متغیرهای مطالعه جنسیت، کانال MB2، رادیولوسنسی و مشکلات (MB1)

متغیرها	مقدار P	نتیجه آماری
ارتباط رادیولوسنسی و MB2 (کل نمونه)	۰/۰۵۴	عدم ارتباط معنی دار ($P<۰/۰۵$)
ارتباط رادیولوسنسی و وضعیت MB2 (دندان‌های دارای MB2)	۰/۶۵	عدم ارتباط معنی دار ($P<۰/۰۵$)
ارتباط مشکلات اندودنتیک MB1 و رادیولوسنسی (دندان‌های دارای MB2)	۰/۱۴۸	عدم ارتباط معنی دار ($P<۰/۰۵$)
ارتباط جنسیت و وضعیت MB2 (دندان‌های دارای MB2)	۰/۳۰۸	عدم ارتباط معنی دار ($P<۰/۰۵$)
ارتباط جنسیت و شیوع MB2 (کل نمونه)	۰/۰۰۳	ارتباط معنی دار؛ شیوع MB2 در مردان بیشتر است (آماره آزمون: ۹/۱۱، درجه آزادی: ۱)

داشتند، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

دندانپزشکی و همچنین بیماران محترم که در این مطالعه مشارکت

References:

- 1- Xiang Y, Wu Z, Yang L, Zhang W, Cao V, Xu X, et al. Prevalence and morphology of second mesiobuccal canals in maxillary molars: A CBCT study in a Chinese population. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):568.
- 2- Al-Assadi HZ, Al-Qrimli AF, Aun Thyab S. Evaluation of root canal morphology of the maxillary permanent first molar among Iraqi population: a cone beam computed tomography study. *Front Biomed Technol*. 2024;11(4):548-55.
- 3- Habibzadeh S, Ghanbarzadeh M, Kabiri P, Mosaddad SA. Diagnostic accuracy of CBCT in detecting root fractures in endodontically treated teeth. *BMC Med Imaging*. 2023;23(68):1-13.
- 4- Rosen E, Goldberger T, Beitlitum I, Littner D, Tsesis I. Cone-beam computed tomography in endodontics: A review of current applications and future perspectives. *Appl Sci*. 2022;12(3):938.
- 5- Jayasimha Raj U, Mylswamy S. Root canal morphology of maxillary second premolars in an Indian population. *J Conserv Dent*. 2010;13(3):148-51.
- 6- Azim A, Alaugaily I. CBCT prevalence of MB2 canals in maxillary molars and its subsequent clinical detection: A comparative clinical study. *ResearchGate*. 2023.
- 7- Alani AH. Endodontic treatment of bilaterally occurring four-rooted maxillary second molars: case report. *J Can Dent Assoc*. 2003;69:733-5.
- 8- Silveira LFM, Marques MM, da Costa RK, Martos J, Lorenzi A. Location and negotiability of second mesiobuccal canal in upper molar by tomographic and anatomical macroscopic analysis. *Surg Radiol Anat*. 2013;35(9):791-5.
- 9- Liu P, McGrath C, Cheung GSP. Quality of life and psychological well-being among endodontic patients: a case-control study. *Aust Dent J*. 2012;57(4):493-7.
- 10- Cohen S, Hargreaves KM. *Pathways of the Pulp*. 7th edn. Philadelphia: Mosby Elsevier, 2006.
- 11- Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod*. 2007;33(9):1121-32.
- 12- Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J*. 2007;40(10):818-30.
- 13- Patel S, Kanagasingam S, Mannocci F. Cone Beam Computed Tomography (CBCT) in Endodontics. *Dental Update*. 2009;37(6):373-9.
- 14- Webber RL, Messura JK. An in vivo comparison of digital information obtained from tuned-aperture computed tomography and conventional dental radiographic imaging modalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1999;88(2):239-47.
- 15- Cohenca N, Simon JH, Rogers R, Morag Y, Malfaz JM. Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 1: Traumatic injuries. *Dent Traumatol*. 2007;23(2):95-104.
- 16- Arnheiter C, Scarfe WC, Farman AG. Trends in maxillofacial cone-beam computed tomography usage. *Oral Radiol*. 2006;22:80-5.
- 17- Matherne RP, Angelopoulos C, Kulild JC, Tira D. Use of Cone-Beam Computed Tomography to identify root canal systems in vitro. *J Endod*. 2008;34(1):87-9.
- 18- Maini A, Durning P, Drage N. Resorption: within or without? The benefit of Cone-Beam Computed Tomography when diagnosing a case of an internal/external resorption defect. *Br Dent J*. 2008;204(3):135-7.
- 19- Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *Int J Dent*. 2010;2009:634567.
- 20- Khademi A, Zamani Naser A, Bahreinian Z, Mehdizadeh M, Najarian M, Khazaei S. Root Morphology and Canal Configuration of First and Second Maxillary Molars in a Selected Iranian Population: A Cone-Beam Computed Tomography Evaluation. *Iran Endod J*. 2017;12(3): 288-92.
- 21- Ghoncheh Z, Zade BM, Kharazifard MJ. Root Morphology of the Maxillary First and Second Molars in an Iranian Population Using Cone Beam Computed Tomography. *J Dent (Tehran)*. 2017;14(3):115-22.
- 22- Weissman J, Johnson JD, Anderson M, Hollender L, Huson T, Paranjpe A, et al. Association between the presence of apical periodontitis and clinical symptoms in endodontic patients using cone-beam computed tomography and periapical radiographs. *J Endod*. 2015;41(11):1824-9.
- 23- Studebaker B, Hollender L, Mancini L, Johnson JD, Paranjpe A. The Incidence of Second Mesiobuccal Canals Located in Maxillary Molars with the Aid of Cone-beam Computed Tomography. *J Endod*. 2018;44(4):565-70.
- 24- Ghaznavi A, Illbegi Diarjan A, Abaszadeh A, Jafary Heidarloo M, Esmaili Moghoddam ME. Prevalence of second mesiobuccal canal in maxillary first molar by cone beam computed tomography in patients referred to radiology centers of Urmia in 2011-2014. *Urmia Med J*. 2017;28(9):520-8.
- 25- Khosravifard N, Dalili Kajan Z, Hasanpoor H. Cone beam computed tomographic survey of the mesiobuccal root canal anatomy in the maxillary first and second molar teeth of an Iranian population. *Eur J Dent*. 2018;12(3):422-7.
- 26- Mohammadi Z, Asgary S, Shalavi S, Abbott PV. A Clinical Update on the Different Methods to Decrease the Occurrence of Missed Root Canals. *Iran Endod J*. 2016;11(3):208-13.
- 27- Zheng Q, Wang Y, Zhou X, Wang Q, Zheng G, Huang D. A Cone-Beam Computed Tomography Study of Maxillary First Permanent Molar Root and Canal Morphology in a Chinese Population. *J Endod*. 2010;36(9):1480-4.
- 28- Badole GP, Bahadure RN, Warhadpande MM, Kubde R. A rare root canal configuration of maxillary second molar: a case report. *Case Rep Dent*. 2012;2012:767582.
- 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*. 2011;44(2):162-9.

30- Mohd Nizar NS, Abdul Ghani NR, Peiris R, Ghani N. A review of the second mesiobuccal (MB2) canal in maxillary molars across different demographic factors: gender, age, and geographic region. *Asian J Med Biomed*. 2025;9(1):48-58.

31- Calazans MAA, Pontual AA, Pontual MLA, Ferreira FABS, Santos A, Alcoforado MLMG, et al. A system for automatic classification of endodontic treatment quality in CBCT. *Clin Oral Investig*. 2024;28(4):223.