

**Análisis tomográfico de la ausencia de tratamiento endodóntico del conducto mesiovestibular 2 y su relación con las lesiones periapicales en primeros molares superiores.**

**Tomographic analysis of the absence of endodontic treatment of mesiobuccal canal 2 and its relationship with periapical lesions in maxillary first molars.**

Andreina Arellano Díaz. Odontóloga, Residente Posgrado de Endodoncia, Pontificia Universidad Javeriana. [arellano\\_a@javeriana.edu.co](mailto:arellano_a@javeriana.edu.co)

Vanessa Mercedes Touza Maya. Odontóloga, Residente Posgrado de Endodoncia, Pontificia Universidad Javeriana. [vanessa.touza@javeriana.edu.co](mailto:vanessa.touza@javeriana.edu.co)

Catalina Méndez de la Espriella. Odontóloga, Especialista en Endodoncia, Pontificia Universidad Javeriana Profesora Asistente Departamento de Endodoncia, Facultad de Odontología, Pontificia Universidad Javeriana, Director Asociado – Postgrado en Endodoncia Nova Southeastern University College of Dental Medicine Davie, Florida USA. [catalina.mendez@javeriana.edu.co](mailto:catalina.mendez@javeriana.edu.co)

Silvia Barrientos Sánchez. Odontóloga, Magister en Microbiología. Especialista en Estomatología. Pontificia Universidad Javeriana. Profesora Asociada, Facultad de Odontología, Pontificia Universidad Javeriana. [barrien@javeriana.edu.co](mailto:barrien@javeriana.edu.co)

**Agradecimientos:**

Agradecimiento especial al centro Radiológico RD-Max, Bogotá; Dra. Liliana Restrepo y Dra. Liliana Quiroga.

**RESUMEN**

**Antecedentes:** Las lesiones apicales asociadas a conductos no tratados, en dientes que requieren tratamiento endodóntico, se presenta en mayor porcentaje en el primer molar superior, por la falta de localización, limpieza y obturación del conducto mesiovestibular 2 (MV2) en la raíz mesiovestibular debido al desconocimiento de su alta incidencia. **Objetivo:** Establecer la relación de la ausencia del tratamiento endodóntico del conducto MV2 y la presencia de lesiones periapicales en primeros molares superiores. **Métodos:** Se realizó un estudio de observacional descriptivo de corte transversal, donde se evaluaron 300 primeros molares superiores en CBCT con tratamiento endodóntico previo. Se aplicó la prueba de hipótesis exacta de Fisher para conteos con el objetivo de conocer la incidencia de la obturación del conducto MV2 en la presencia de una lesión apical. **Resultados:** La frecuencia de la presencia del conducto MV2 en primero molares superiores fue de 67.69%, siendo la configuración tipo IV de Vertucci (35%) la más frecuente y la frecuencia de lesiones apicales en dientes con el conducto MV2 no obturado fue del 40%. **Conclusión:** La frecuencia de la presencia del conducto MV2 en primero molares superiores fue de 67.69% y la frecuencia de lesiones apicales en dientes con el conducto MV2 no tratado fue del 40%; pudiéndose afirmar que la presencia del conducto MV2 no tratado y la presencia de la lesión apical son variables dependientes entre sí.

**Palabras clave:** CBCT; conducto mesiovestibular; primer molar superior; tomografía computarizada de haz de cono, lesiones periapicales.

## **ABSTRACT**

**Background:** Apical lesions associated missed canals, in teeth with requiring endodontic treatment, occurs in a higher percentage in the upper first molar, due to the lack of localization, cleaning and shaping and obturation of the mesobuccal canal 2 (MB2) in the mesobuccal root due to the lack of knowledge of its high incidence. **Purpose:** To establish the relationship between the absence of endodontic treatment of the MB2 canal and the presence of periapical lesions in upper first molars. **Methods:** A cross-sectional descriptive observational study was carried out, where 300 upper first molars were evaluated in CBCT with previous endodontic treatment. Fisher's exact hypothesis test was applied to counts in order to determine the incidence of MB2 canal filling in the presence of an apical lesion. **Results:** The frequency of the presence of the MB2 canal in maxillary first molars was 67.69%, being the Vertucci type IV configuration (35%) the most frequent, and the frequency of apical lesions in teeth with the unfilled MB2 canal was 40%. **Conclusion:** The frequency of the presence of the MB2 canal in maxillary first molars was 67.69% and the frequency of apical lesions in teeth with untreated MB2 canal was 40%; being able to affirm that the presence of the missed canal MB2 and the presence of the apical lesion are dependent variables.

**Keywords:** CBCT; mesiobuccal canal; maxillary first molar; cone beam computed tomography, periapical lesions.

## **INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas, la anatomía interna de la raíz mesiovestibular (MV) de los primeros molares superiores se ha estudiado más extensamente que cualquier otra raíz (1). Una de las principales causas de fracaso en los primeros molares superiores es la falta de localización del conducto mesiovestibular secundario (MV2) en la raíz mesiovestibular, lo que impide su correcta preparación biomecánica y posterior obturación, conllevando a un mal pronóstico a largo plazo (2). El objetivo principal de la terapia del conducto radicular es la conformación, limpieza y desinfección, seguida de una obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares (3). El desconocimiento de la complejidad de la morfología radicular puede generar ciertas complicaciones durante el tratamiento endodóntico, no sólo en el momento de realizar la cavidad de acceso sino también al momento de realizar la preparación del conducto radicular (4), lo cual dificulta determinar el número de conductos, la localización, disposición y tratamiento (3).

El primer molar superior permanente es el diente que presenta la mayor variación anatómica (5). La morfología de la raíz y de los conductos radiculares de estos dientes es la que más varía en la literatura reportada (6). Presenta tres raíces, bien diferenciadas: dos vestibulares (distal y mesial, DV y MV respectivamente) y una palatina (P) (7). La anatomía de la raíz del primer molar superior es predominantemente de tres raíces, como se muestra en todos los estudios anatómicos de este diente. La forma de dos raíces es escasamente reportada y puede ser el resultado de la

fusión de la raíz distovestibular con la raíz palatina o de la fusión de la raíz distovestibular con la raíz mesiovestibular (6).

La raíz distovestibular (DV) tiene forma cónica y su sección transversal es circular. Es la más pequeña y se inclina en dirección distovestibular hacia el tercio apical donde puede curvarse hacia mesial o hacia distal tomando forma de S o bayoneta. En estos casos la raíz se aproxima a la raíz mesiovestibular del segundo molar superior (7), el orificio del conducto distovestibular está cerca del ángulo obtuso del piso de la cámara pulpar (8). La raíz palatina es voluminosa, con forma cónica y sección transversal circular. Puede ser recta o curva; cuando es curva, es hacia vestibular. La raíz se inclina en dirección palatina después de dejar el tronco radicular cervical (7) el orificio del conducto palatino está centrado en palatino (8). La raíz mesiovestibular es achatada en sentido mesiodistal y amplía en sentido vestibulo-palatino, presenta una curvatura hacia distal. Esta raíz presenta ápice romo, se inclina en dirección mesiovestibular en los dos tercios coroneales y distalmente en el tercio apical. En el corte transversal del tercio apical presenta forma elíptica, en lágrima, en ocho, siendo el aspecto vestibular más grande que el palatino. La raíz mesiovestibular es más variable en la configuración de sus dos conductos (7).

Esta raíz presenta comúnmente 2 conductos radiculares principales, denominados mesiovestibular 1 (MV1) y mesiovestibular 2 (MV2), y una alta incidencia de estructuras anatómicas que incluyen comunicaciones interconductos, bucles, conductos accesorios y ramificaciones apicales resultando en un sistema de conductos muy complejo (1). El orificio principal del conducto mesiovestibular es vestibular y mesial al orificio distovestibular y se coloca dentro del ángulo agudo de la cámara pulpar. Cuando solo hay un conducto en la raíz mesiovestibular, el orificio puede ser redondo, ovalado o plano (8). El orificio del MV2 está generalmente ubicado mesialmente o en el surco subpulpar a 3,5 mm del conducto palatino y 2mm mesialmente del MV1, a menudo ocultos bajo la pared de dentina o calcificaciones en un pequeño surco (1). La presencia del conducto mesiovestibular 2 (MV2) fue reportada por primera vez por Hess en 1925 (4).

La anatomía radicular más frecuente es la de tres raíces con tres o cuatro conductos (9) y según la clasificación de Vertucci puede presentar la siguiente configuración: tipo I: conducto único desde la cámara pulpar hasta el ápice, que se presenta en las tres raíces mesiovestibular (MV), distovestibular (DV) y palatina (P); tipo II: dos conductos separados que salen de la cámara pulpar uniéndose cerca del ápice formando un sólo conducto; tipo III: un conducto sale de la cámara pulpar y divide en dos en la raíz, que a su vez se funden para terminar como uno solo; tipo IV: dos conductos separados desde la cámara pulpar hasta el ápice; tipo V: un conducto sale de la cámara pulpar y se divide cerca del ápice en dos conductos con forámenes apicales separados; tipo VI: dos conductos separados salen de la cámara pulpar, se funden en el cuerpo de la raíz y vuelven a dividirse cerca del ápice para salir como dos conductos distintos; tipo VII: un conducto sale de la cámara pulpar, se divide y después vuelve a unirse en el cuerpo de la raíz, finalmente, se divide otra vez en dos conductos distintos cerca de ápice; tipo VIII: tres conductos distintos y separados desde la cámara pulpar hasta el ápice (10), siendo las clasificaciones tipo I, II y IV las que se presentan únicamente en la raíz MV.

Esta variación anatómica es la que presenta una mayor frecuencia de fracaso en el tratamiento endodóntico (11). Se han reportado fallas en un 42% de los conductos no tratados y en el 93% de los primeros molares superiores debido a la ausencia del tratamiento endodóntico del conducto MV2 en la raíz mesiovestibular (9).

Karabucak y cols, realizaron un estudio de la prevalencia de lesiones apicales en premolares y molares tratados endodónticamente con la presencia de conductos no obturados, donde reportaron que el 23,04% de dientes están mal obturados y en ellos el riesgo de tener una lesión apical aumenta en 4,38 veces (12). Se ha reportado una prevalencia del conducto en MV2 del 51,5% al 96,1% (13). En casos de enfermedad periapical asociada a conductos no localizados, en el caso del MV2 del primer molar superior, se debe principalmente al desconocimiento de la alta incidencia, dificultad en localización y tratamiento inadecuado (2). Si la lesión apical reaparece después del tratamiento del conducto radicular, se considera una lesión persistente, generalmente atribuida al fracaso del tratamiento endodóntico (14), existen situaciones en las que los conductos radiculares sellados pueden contaminarse desde la cavidad oral: filtraciones a través de materiales de restauración temporal o permanente; fractura o pérdida de la restauración; fractura de la estructura dental; caries recurrentes que exponen el material de relleno de la raíz; o retraso en la aplicación del material de restauración definitivo. En estas circunstancias, si el relleno radicular no impide la percolación de saliva, los microorganismos pueden invadir y recolonizar el sistema de conductos (15).

La tomografía computarizada de haz de cono, en inglés, Cone Beam Computed Tomography (CBCT), o tomografía digital volumétrica fue desarrollada a finales de los años noventa con el fin de obtener escáneres tridimensionales del esqueleto maxilofacial con una dosis de radiación menor que la Tomografía Computarizada Convencional (TC), revolucionando la imagen del complejo craneofacial y ofreciendo una alternativa a la imagen convencional intraoral y panorámica, que elude la superposición y los problemas de distorsión de imágenes (16). La reciente incorporación de la TC de haz de cono ha permitido visualizar estructuras anatómicas de difícil acceso, siendo una valiosa ayuda al suministro de información adicional para el diagnóstico y tratamiento, con una menor dosis de radiación que la TC convencional, y mayor precisión que las radiografías digitales para estudiar los sistemas de conductos radiculares (17).

Para realizar un adecuado tratamiento endodóntico con un alto porcentaje de predictibilidad, además de un cuidadoso examen clínico y radiológico, es necesario conocer las variaciones de la morfología del sistema de conductos radiculares. El primer molar superior es uno de los dientes más comúnmente tratado en la endodoncia; presenta la mayor variación morfológica en su sistema de conductos radiculares, así como la más alta tasa de fracaso postratamiento, esto hace de él un desafío constante para el éxito de la terapia endodóntica (11). Algunos estudios clínicos han proporcionado evidencia de que la tomografía computarizada de haz de cono (CBCT) es un recurso importante en la evaluación de los sistemas de conductos radiculares, especialmente para identificar los conductos MV2 en los molares superiores, ya que las exploraciones por medio de tomografía computarizada de haz de cono permiten la investigación dental *in vivo* en los planos axial, sagital y coronal simultáneamente (18).

Aunque la radiografía convencional es más práctica y adecuada para los procedimientos habituales de endodoncia, la TC de haz de cono aporta una visión axial, coronal y sagital que con la radiografía convencional no se obtiene. La capacidad de reducir o eliminar la superposición de las estructuras circundantes la hace muy ventajosa en su aplicación endodóntica (16). El escáner de TC de haz de cono con un limitado tamaño de ventana (FOV) identifica con mayor exactitud los conductos radiculares al compararlo con la radiografía periapical digital, además de aportar unas mediciones de las angulaciones de las raíces muy precisas en comparación con la imagen convencional, lo que sirve para poder evaluar la anatomía del diente (16), es por ello que el uso de la TC de haz de cono que ofrece una imagen tridimensional, permite observar las diferentes configuraciones anatómicas que presenta el primer molar superior permanente, para así poder evaluar la presencia o ausencia del tratamiento endodóntico del conducto MV2 en dientes tratados endodónticamente y su relación con la presencia o ausencia de lesión apical.

Un conducto puede dejarse sin tratar si el odontólogo no reconoce su presencia. Por lo tanto, además del conocimiento, se deben utilizar todos los métodos posibles para localizar y detectar todo el sistema de conductos radiculares. En estudios de laboratorio se han adoptado varios métodos para demostrar la anatomía del conducto, incluidas las técnicas de tinción con azul de metileno y limpieza del conducto, corte transversal, examen radiográfico, test de burbujas, test de líneas blancas y rojas, empleo de ultrasonidos, cambio de coloración de la dentina, simetría de la cámara pulpar, transiluminación, microscopio electrónico de barrido y microtomografía computarizada. Pero, en la situación clínica, el uso de un microscopio operatorio y la radiografía convencional son los métodos más comunes para evaluar la anatomía del diente (11),(19),(20).

Publicaciones de diversos estudios realizados en Chile, Brasil, USA y Asia, donde se ha analizado la prevalencia del conducto MV2 del primer molar superior mediante TC de haz de cono, reportan que la incidencia de la anatomía del conducto MV2 no tratado en el primer molar superior está entre el 41,3% y el 46,5% (13). Por otra parte, estudios realizados en Brasil, Portugal y Suiza donde buscaban evaluar la presencia de lesiones apicales en dientes tratados endodónticamente en donde no se localizaron los conductos MV2, llegaron a la conclusión de que existe una mayor prevalencia de lesiones periapicales asociadas con la no preparación del conducto MV2 (9),(15),(21),(22).

Los conductos no preparados al momento de un tratamiento endodóntico, puede conducir a la proliferación de microorganismos y al desarrollo de lesiones periapicales, contribuyendo al fracaso del tratamiento (19). Este alto porcentaje de falla está relacionado con la dificultad para localizar e instrumentar el conducto MV2 ubicado en la raíz mesiovestibular principalmente por su variada ubicación (13). Hoy en día, la técnica de imagen estándar de oro para evaluar la presencia del conducto MV2 clínicamente, es a través de la TC de haz de cono (1). Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es la relación de la ausencia del tratamiento endodóntico del conducto MV2 y la presencia de lesiones apicales en primeros molares superiores?

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio, fue diseñado como un estudio de carácter observacional descriptivo de corte transversal. Este proyecto, fue aprobado por el Comité de Investigación y Ética de la Pontificia Universidad Javeriana (CIEFOPUJ). Se evaluaron 300 primeros molares superiores de hombres y mujeres en TC de haz de cono, de acuerdo con los principios de ALARA (tan bajo como sea razonablemente posible) de una población colombiana. Las TC de haz de cono fueron recopiladas en un periodo de 8 meses donadas por diferentes centros radiográficos de la ciudad de Bogotá, del consultorio particular de la investigadora principal; así como de docentes de la especialidad de Endodoncia de la Pontificia Universidad Javeriana.

Se incluyeron en este estudio las TC de haz de cono que cumplieran los siguientes criterios: Tomografías con un tamaño de la ventana pequeña, mediana y grande, con una resolución de hasta 90 $\mu$ m, tomografías que presenten el primer molar superior con tratamiento endodóntico. Como criterio de exclusión, no se tomaron en cuenta tomografías con primeros molares con artefacto metálico, el cual provoque ruido y no permita observar de manera clara la raíz MV.

Las tomografías fueron evaluadas por dos residentes del Posgrado de Endodoncia previamente calibradas. Las imágenes de las tomografías se analizaron utilizando diversos softwares de medición integrado: Carestream, iCATVision, OneVolumeViweer y Planmeca Romexis Viewer, se visualizaron en tres planos distintos: axial, sagital y coronal. Todos los escaneos se orientaron utilizando la misma metodología. Las secciones sagital y coronal se centraron y orientaron a lo largo del eje longitudinal de la raíz MV. El corte axial se observó a nivel de la unión amelo cementaria para evaluar la configuración de la raíz y de los conductos. En el corte sagital se evaluó el estado de la obturación (sobreobturación o subobturación) y si había o no presencia de lesión, así como también la configuración de los conductos. En el corte coronal se observó la presencia o ausencia de lesión apical.

La evaluación de los conductos se realizó mediante la clasificación de Vertucci (10) que se presenta con mayor frecuencia en primeros molares superiores: Tipo I: un conducto único desde la cámara pulpar hasta el ápice. Tipo II: dos conductos separados salen de la cámara pulpar uniéndose cerca del ápice formando un conducto. Tipo IV: dos conductos separados desde la cámara pulpar hasta el ápice.

La configuración de la fusión radicular se realizó mediante la metodología de Yang et al (23): Tipo 1: raíz mesiovestibular (RMV) fusionada con raíz distovestibular (RDV); Tipo 2: raíz mesiovestibular (RMV) fusionada con raíz Palatina (RP); Tipo 3: raíz distovestibular (RDV) fusionada con raíz palatina (RP); Tipo 4: raíz mesiovestibular (RMV) fusionada con raíz distovestibular (RDV), raíz palatina (RP) fusionada con raíz mesiovestibular (RMV) o raíz distovestibular (RDV); Tipo 5: raíz palatina (RP) fusionada con raíz mesiovestibular (RMV) y raíz distovestibular (RDV); Tipo 6: raíz palatina (RP), raíz mesiovestibular (RMV) y raíz distovestibular (RDV) fusionadas en una raíz en forma de cono.

El estado del tratamiento de endodoncia se evaluó según los siguientes criterios: subobturación: cuando el relleno radicular del conducto MV2 queda distante del foramen apical por 2mm o más; en otras palabras, que no llene el espacio radicular en toda su longitud de trabajo;

sobreobtención: implica que el sistema de conductos ha sido obturado en tres dimensiones y un excedente de material se extruye 1mm o más a través del foramen apical.

La recolección de los datos se registró en el siguiente formato diseñado para tal fin, en una hoja de cálculo Excel como se muestra en la Tabla #1.

| PRIMER MOLAR SUPERIOR         |         |                  |   |                  |  |   |  |   |                          |
|-------------------------------|---------|------------------|---|------------------|--|---|--|---|--------------------------|
| GENERO                        | DIENTE  | Raíz Fusionada   | Tipo de fusión  | 4 raíces         | VERTUCCI   | CONDUCTOS OBTURADOS   | CONDUCTOS NO OBTURADOS   | ESTADO DE OBTURACIÓN RAÍZ MV  | LESIÓN APICAL EN RAÍZ MV |
| 0 = Masculino<br>1 = Femenino | 16 o 26 | 0 = No<br>1 = SI | 0 = No aplica<br>1 = Tipo 1<br>2 = Tipo 2<br>3 = Tipo 3<br>4 = Tipo 4<br>5 = Tipo 5<br>6 = Tipo 6 | 0 = NO<br>1 = SI | 1: TIPO I<br>2: TIPO II<br>3: TIPO III<br>4: TIPO IV | 1: un sólo conducto<br>2: dos conductos<br>3: tres conductos<br>4: cuatro conductos | 0: TODOS OBTURADOS<br>1: MV 2: MV2<br>3: DV<br>4: DV- MV/MV2<br>5: P<br>6: MV/MV2-P<br>7: DV/P 8: MV/MV2 9: MV2/DV/P | 0: SATISFACTORIO MV1 Y MV2 OBTURADO/ TODOS OBTURADOS<br>1: INSATISFACTORIO MV1 OBTURADO MV2 NO OBTURADO<br>2: INSATISFACTORIO MV1 O MV2 SOBREOBTURADO<br>3: INSATISFACTORIO MV1 O MV2 SUBOBTURADO<br>4: INSATISFACTORIO MV1/MV2 NO OBTURADO | 0: No<br>1: SI           |

**Tabla #1:** Recolección de datos de TC de haz de cono de primeros molares superiores con tratamiento endodóntico.

## PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Para el análisis de datos, se aplicó la prueba de hipótesis exacta de Fisher para conteos con el objetivo de conocer la incidencia de la obturación del conducto MV2 en la presencia de una lesión apical. De igual forma, se calculó la Razón de Odds con el fin de relacionar la presencia del conducto no obturado MV2 con la presencia de una lesión apical. Por otro lado, se realizaron distintas tablas de contingencia, tanto con frecuencias absolutas como relativas porcentuales, para analizar las características de los pacientes.

## RESULTADOS

Se observaron 300 TC de haz de cono, 111 molares (37%) fueron de hombres y 189 molares (63%) fueron de mujeres. Se valoraron diferentes variables y se expresaron en diversas tablas de contingencia.

Se evaluó el tipo de configuración del MV2 y los resultados se muestran en la Tabla #2. De los 300 primeros molares 90 (30.33%) presentaron la clasificación de Vertucci tipo I, 45 molares (15.67%) presentaron la clasificación tipo II, 60 molares (20%) presentaron la clasificación tipo III y 105 (35%) presentaron la clasificación tipo IV de Vertucci.

| Tabla #2  |                   |                |
|---|-------------------|----------------|
| Relación en porcentaje entre el número de dientes valorados y la clasificación de Vertucci. |                   |                |
| Total de dientes evaluados: 300.  |                   |                |
| Clasificación de Vertucci   | Número de dientes | Porcentaje (%) |
| Tipo I  | 90                | 30,33          |
| Tipo II   | 45                | 15,67          |
| Tipo III  | 60                | 20             |
| Tipo IV   | 105               | 35             |

**Tabla #2:** Relación en porcentaje entre el número de dientes valorados y la clasificación de Vertucci.

Se evaluó igualmente, la frecuencia de la presencia del MV2 y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla #3. Del total de la muestra evaluada teniendo en cuenta el MV1 es un solo conducto en 210 molares (69.67%) se observó la presencia del conducto MV2 en la raíz mesiovestibular.

| <b>Tabla #3</b>                               |                   |                |
|---|-------------------|----------------|
| <b>Presencia y ausencia del conducto MV2.</b> |                   |                |
| Total de dientes evaluados: 300.              |                   |                |
|   | Número de dientes | Porcentaje (%) |
| <b>Presencia MV2</b>                          | 210               | 69,67          |
| <b>Ausencia MV2</b>                           | 90                | 30,33          |

**Tabla #3:** Presencia y ausencia del conducto MV2.

Se evaluó la frecuencia del conducto MV2 con tratamiento endodóntico realizado y los resultados se presentan en la Tabla #4. De los 210 molares que presentan la configuración con la presencia de MV2 se observó que 130 molares (61,67%) presentaron el conducto MV2 obturado y 80 molares (38.33%) no presentaron el conducto MV2 obturado.

| <b>Tabla #4</b>   |                |
|---|----------------|
| <b>Frecuencia del conducto MV2 con tratamiento endodóntico realizado.</b> |                |
| Total de dientes evaluados: 210.  |                |
|   | Porcentaje (%) |
| <b>Conducto MV2 obturado</b>  | 61,67          |
| <b>Conducto MV2 no obturado</b>   | 38,33          |

**Tabla #4:** Frecuencia del conducto MV2 con tratamiento endodóntico realizado.

Se evaluó la frecuencia de la lesión periapical en la raíz mesiovestibular y su relación con la presencia o ausencia de la obturación del conducto MV2 y los resultados se presentan en la Tabla #5. De los 300 primeros molares evaluados con tratamiento endodóntico valorados, 120 molares (40%) no presentan el conducto MV2 obturado y se observa la presencia de lesión apical, 14 (4,66%) molares no presentan el conducto MV2 obturado y no se observa la presencia de lesión apical.

| <b>Tabla #5</b>  |           |            |
|--|-----------|------------|
| <b>Frecuencia de la lesión periapical en la raíz MV y su relación con la presencia o ausencia de la obturación del conducto MV2.</b> |           |            |
| Total de dientes evaluados: 300.   |           |            |
| Presencia de lesión apical.  |           |            |
|  | Sí        | No         |
| <b>Conducto MV2 no obturado</b>  | 120 (40%) | 14 (4,66%) |

**Tabla #5:** Frecuencia de la lesión periapical en la raíz MV y su relación con la presencia o ausencia de la obturación del conducto MV2.

Se evaluó el porcentaje de la muestra con tratamiento de endodoncia, adecuado (satisfactorio) e inadecuado (insatisfactorio), en raíz mesiovestibular y los resultados se presentaron en la Tabla #6. De los 300 primeros molares valorados, 127 (42.33%) presentan un estado satisfactorio con conducto MV1 o MV1/MV2 obturados, 115 (38.33%) presentan un estado insatisfactorio con conducto MV1 obturado y MV2 no obturado, 12 (4%) presentan un estado insatisfactorio con conducto MV1 o MV2 sobreobturado, 38 (12.67%) presentan un estado insatisfactorio donde el conducto MV1 o MV2 se encuentra sobreobturado y 8 (2,67%) presentan un estado insatisfactorio donde conducto MV1 o MV1/MV2 no se encuentran obturados.

| <b>Tabla #6</b>  |                          |                       |
|--|--------------------------|-----------------------|
| <b>Estado del tratamiento endodóntico en raíz mesiovestibular.</b> |                          |                       |
| Total de dientes evaluados: 300.                                   |                          |                       |
| <b>Estado de obturación</b>  | <b>Número de dientes</b> | <b>Porcentaje (%)</b> |
| <b>Satisfactorio MV1 y MV2 obturados/todos obturados</b>           | 127                      | 42.33                 |
| <b>Insatisfactorio MV1 obturado, MV2 no obturado</b>               | 115                      | 38.33                 |
| <b>Insatisfactorio MV1 o MV2, sobreobturado</b>                    | 12                       | 4                     |
| <b>Insatisfactorio MV1 o MV2, subobturado</b>                      | 38                       | 12.67                 |
| <b>Insatisfactorio MV1/MV2 no obturado</b>                         | 8                        | 2.67                  |

**Tabla #6:** Estado del tratamiento endodóntico en raíz mesiovestibular.

De acuerdo con los P-valores arrojados en la prueba exacta de Fisher para conteos (Tabla #7), hay suficiente evidencia estadística para afirmar que las categorías del conducto tratado (obturado), no tratado (no obturado) y el estado de la obturación se relacionan con la aparición de una lesión apical (p-0.05).

| <b>Tabla #7</b>   |                |
|---|----------------|
| <b>Incidencia de la obturación del conducto MV2 en la presencia de una lesión apical.</b> |                |
| <b>Relación</b>   | <b>P-valor</b> |
| <b>Conducto obturado - Lesión apical</b>  | 1,54E-05       |
| <b>Conducto no obturado - Lesión apical</b>   | 5,59E-38       |
| <b>Estado de obturación - Lesión apical</b>   | 1,10E-45       |

**Tabla #7:** Incidencia de la obturación del conducto MV2 en la presencia de una lesión apical.

Con respecto a la relación del conducto no obturado MV2 y la lesión apical, se calculó la Razón de Odds (Tabla #8) la cual fue de 24.16, con un nivel de confianza del 95%, se puede afirmar que la presencia del conducto no obturado 2(MV) y la presencia de la lesión apical son variables

dependientes entre sí. Lo anterior denota que, existe relación entre estas dos variables de acuerdo con sus conteos.

| <b>Tabla #8</b>  |             |              |                |
|--|-------------|--------------|----------------|
| <b>Relación de la presencia del conducto no obturado MV2, con la presencia de una lesión periapical.</b> |             |              |                |
| <b>Razón de Odds</b>   | <b>2.5%</b> | <b>97.5%</b> | <b>P-valor</b> |
| 24,16957649  | 12,30726721 | 50,63152029  | 2.74E-30       |

**Tabla #8:** Relación de la presencia del conducto no obturado MV2, con la presencia de una lesión periapical.

## **DISCUSIÓN**

Las infecciones de los conductos radiculares son causadas por microorganismos que han penetrado en la pulpa dental y han colonizado el sistema de conductos radiculares. El porcentaje de fracasos de tratamientos endodónticos se caracteriza por lesiones apicales persistentes o recurrentes. Por lo general, la falta de cicatrización es el resultado de una infección intraradicular persistente debido a la presencia de microorganismos y sus subproductos metabólicos que acceden rápidamente a los tejidos perirradiculares a través de los agujeros apicales o laterales y provocan una infección, y posteriormente se vuelven resistentes a las medidas de desinfección, residiendo en conductos previamente no instrumentados o en las complejas morfologías del sistema de conductos radiculares, desencadenando una serie de respuestas inflamatorias (15),(24),(25).

A pesar de los avances de la endodoncia moderna con respecto a la instrumentación mecánica de los espacios radiculares, las infecciones del conducto radicular y sus lesiones apicales asociadas siguen siendo notablemente prevalentes. una revisión sistemática reciente incluso ha informado un aumento en la prevalencia de lesiones apicales durante los últimos 8-9 años, supuestamente debido a tratamientos de endodoncia y restauración inadecuados (24). Se ha dicho que numerosos factores contribuyen a los fracasos del tratamiento endodóntico. Estos incluyen tejido pulpar necrótico residual, instrumentos fracturados, sobreobturaciones/subobturaciones del conducto radicular, perforaciones y fracturas radiculares, presencia de lesiones perirradiculares y enfermedad periodontal (26), considerándose que los procedimientos que no han eliminado satisfactoriamente las comunidades microbianas que colonizan el sistema del conducto radicular perpetúan las lesiones apicales persistentes (24). El papel de las bacterias en la infección periradicular ha sido bien establecida en la literatura y el tratamiento endodóntico se verá afectado por una mayor probabilidad de fracaso si los microorganismos persisten en los conductos en el momento de la obturación del conducto radicular (27). Si conductos como el MV2, se contaminan y no son tratados, albergan bacterias en cantidades suficientes para mantener o causar la enfermedad (22); es por ello la importancia de conocer la anatomía exacta del diente que se va a tratar, para no dejar ningún conducto sin preparar que nos lleve al posterior fracaso del tratamiento por una lesión periapical.

Los conductos pueden dejarse sin tratar si su presencia no es reconocida por el odontólogo (11). En el 2005 Wolcott *et al.*, realizaron un estudio in vivo donde valoraron 5616 primeros molares superiores con tratamiento endodóntico, para determinar la presencia del conducto MV2 en la raíz mesiovestibular, donde reportaron que el conducto MV2 se encontró en 2133 (60%) primeros molares de la muestra valorada (28). En otro estudio realizado por Fernandes *et al.*, en el año 2019, buscaron determinar la prevalencia de conductos MV2 en molares superiores permanentes utilizando CBCT, reportaron que el primer molar superior presentó la prevalencia más alta de conductos MV2, 92% (diente 16) y 87% (diente 26), para los primeros molares superiores (29).

La falta de localización e instrumentación de un segundo sistema de conductos contribuye de manera importante a los tratamientos endodónticos fallidos (30), siendo ésta, una de las principales causas de la falla del tratamiento endodóntico en primeros molares superiores, al no localizar el conducto MV2. Un conducto no tratado en un diente con tratamiento endodóntico podría ser el resultado de la limitación del operador, falta de conocimiento de la anatomía dental, complejidades en la configuración del conducto o errores de procedimiento, como diseño inadecuado de la cavidad de acceso (30),(31) Baruwa *et al.*, evaluaron la prevalencia de conductos no tratados/no localizados en dientes con tratamiento endodóntico y su asociación con lesiones periapicales, teniendo en consideración el diente como un todo y cada raíz particular, analizaron 2305 dientes con tratamiento endodóntico y la proporción general de conductos no obturados fue de 12% y la prevalencia de lesiones apicales en dientes con tratamiento endodóntico y conductos no tratados fue del 82,6%, concluyendo que la asociación entre conductos no tratados y la presencia de lesiones apicales observadas en el estudio mostraron que los conductos no tratados, tienen un impacto significativo en el pronóstico del tratamiento (31).

La mayoría de los estudios que examinan el impacto de la falta de localización de conductos en tratamientos endodónticos y la presencia de lesiones apicales, se centran en la morfología de la raíz mesiovestibular de molares superiores.

Vertucci (10), en 1984 reportó que la morfología radicular más frecuente presente en la raíz mesiovestibular de los primeros molares superiores fue tipo I, tipo II, y tipo IV. Los hallazgos del presente estudio muestran que, de los 300 primeros molares valorados en las tomografías computarizadas de rayo de cono, presentaron 4 variaciones anatómicas en la raíz mesiovestibular, donde 90 molares presentaron la variación tipo I; 45 la variación tipo II; 60 presentaron la variación tipo III y 105 molares presentaron la variación tipo IV. Esto es similar a los resultados obtenidos por Alrahabi y Sohail (32), en donde evaluaron la morfología radicular en primeros molares superiores usando TC de haz de cono y reportaron que en la raíz mesiovestibular 29,4% de los primeros molares superiores presentaron la configuración tipo I, siendo la configuración tipo II (47%) la más frecuente y que tanto la configuración tipo III y tipo IV se presentaron en el 11,8% cada uno, corroborando los hallazgos de este estudio sobre la presencia del configuración tipo III de Vertucci en la raíz mesiovestibular de los primeros molares superiores. La diferencia de estos hallazgos podría relacionarse con el método que se utilizó en ambos estudios; para la valoración de la morfología radicular, el uso de la TC de haz de cono en endodoncia, se puede utilizar para determinar el número y morfología de raíces y conductos asociados, tanto principales como accesorios, establecer longitudes de trabajo,

determinar el tipo y grado de angulación de la raíz y también proporciona verdadera evaluación de las obturaciones del conducto radicular actual (33).

Con respecto a la presencia de lesiones apicales asociadas al conducto MV2 no obturado, en el presente estudio se valoró una muestra de 300 TC de rayo de cono donde de los 300 primeros molares evaluados con tratamiento endodóntico, 120 molares (40%) no presentan el conducto MV2 obturado y se observa la presencia de lesión apical, 14 (4,66%) molares no presentan el conducto MV2 obturado y no se observa la presencia de lesión apical. Entre otros hallazgos 43 molares (14,33%) presentaron otros conductos no obturados (MV1, D o P) donde se observó la presencia de lesión apical y en 123 molares (41%) los cuales presentan otros conductos no obturados (MV1, D o P), no se observa la presencia de una lesión apical.

Estos resultados son similares a los presentados por Omokeji *et al.*, (31) quienes evaluaron la prevalencia de conductos no tratados/no localizados, en dientes con tratamiento endodóntico y su asociación con lesiones periapicales, reportaron que la raíz que presentó el mayor porcentaje de conductos no tratados fue la raíz mesiovestibular del primer molar con un 62,8%, la cual también se asoció con la mayor presencia de lesiones apicales relacionado con conductos no obturados con un 75,2% y que la prevalencia de conductos no tratados fue más alto en los primeros molares superiores con 59.5% (23).

Al igual que los resultados presentados por Witherspoon *et al.*, donde evaluaron la incidencia de sistemas de conductos adicionales o no localizados en casos de retratamiento de molares en un entorno de práctica privada, donde reportaron que se identificaron conductos no localizados en 64 de los 133 dientes previamente tratados (48%). Del total de conductos no localizados, 44% involucró primeros molares superiores. Para los primeros molares superiores, el 93% de todos los conductos no localizados se identificaron en la raíz mesiovestibular, los cuales presentaban lesiones apicales asociadas a dicha raíz por falta de localización del conducto MV2 (30).

Al igual que en el estudio realizado por Costa, Siqueira *et al.*, se identificaron un total de 2.294 dientes con evidencia de obturaciones radiculares de los cuales, 281 dientes tenían al menos un conducto faltante no tratado (12%). La frecuencia de lesiones apicales en dientes con al menos un conducto no obturado fue significativamente mayor en comparación con dientes donde todos los conductos fueron tratados. Las raíces mesiovestibulares de los primeros molares superiores tenían la mayor frecuencia de conductos no tratados (74%), siendo el MV2 el no obturado con mayor frecuencia. La probabilidad de que estuviera presente una lesión apical fue 6,25 veces mayor para los dientes con un conducto no tratado (22). Lo cual es similar a los resultados obtenidos en nuestro estudio que, con base en la información obtenida, hay suficiente evidencia estadística para afirmar que los pacientes que presentan una lesión apical son 24.16 veces más propensos a presentar un conducto no obturado MV2 en contraste con otros conductos.

Las lesiones apicales se pueden valorar en las radiografías periapicales convencionales a través del índice PAI, conocido como un sistema de puntuación para la evaluación radiográfica de la lesión apical. El PAI representa una escala ordinal de 5 puntuaciones que van desde ausencia de enfermedad hasta periodontitis grave (lesión apical) con características de exacerbación y se basa en radiografías de referencia con diagnóstico histológico; pero dadas las limitaciones de la radiografía convencional para la detección las lesiones apicales y la disponibilidad de nuevas

modalidades de imágenes tridimensionales emergentes, se estableció en el año 2008, una clasificación de PAI para las TC de haz de cono (CBCTPAI) (34); teniendo en cuenta que con la CBCTPAI se pueden obtener altos niveles de precisión, sensibilidad y especificidad de las lesiones apicales (35).

En este estudio se puede observar la importancia del uso de TC de haz de cono como método de diagnóstico, teniendo en cuenta las limitaciones del examen radiográfico, como son la compresión de la anatomía tridimensional en una imagen bidimensional, limitando en gran medida el rendimiento del diagnóstico, la falta de precisión al replicar la anatomía que se evalúa y los ruidos anatómicos, la evaluación con la TC de haz de cono se pueden revelar factores adicionales para el pronóstico (36),(37), este es un método radiográfico de evaluación que construye imágenes de forma tridimensional (planos axial, coronal y sagital), aportando una serie de ventajas en el diagnóstico, planificación y seguimiento de casos, las aplicaciones endodónticas de la TC de haz de cono incluyen el diagnóstico de lesiones periapicales debido a inflamación pulpar, identificación y localización de reabsorciones internas y externas, detección de fracturas radicales verticales, visualización de morfología radicular y conductos accesorios, e identificación de causas de los dientes tratados con endodoncia que no cicatrizan, como la localización de conductos no tratados, como es el caso del conducto MV2 (38).

Los resultados del presente estudio refuerzan el uso de TC de haz de cono como método de diagnóstico para detectar conductos no localizados y la importancia de conocer las diversas variaciones anatómicas que se puedan presentar para realizar la localización, instrumentación, desinfección y obturación de todos los conductos, en especial la instrumentación y obturación del conducto MV2 (39).

## **CONCLUSIONES**

La frecuencia de la presencia del conducto MV2 en primero molares superiores fue de 67.69% y la frecuencia de lesiones apicales en dientes con el conducto MV2 no obturado fue del 40%; pudiéndose afirmar que la presencia del conducto MV2 no obturado y la presencia de la lesión apical son variables dependientes entre sí. Los odontólogos, especialistas en endodoncia deben ser conscientes de los riesgos de no localizar un conducto durante la endodoncia, ya que esto aumentará el riesgo de falla del tratamiento endodóntico, por la persistencia de bacterias y microorganismos dentro del conducto que pueden generar o exacerbar una infección perirradicular que conlleve a la formación o no cicatrización de una lesión apical.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martins JNR, Marques D, Silva EJNL, Caramês J, Mata A, Versiani MA. Second mesiobuccal root canal in maxillary molars-A systematic review and meta-analysis of prevalence studies using cone beam computed tomography. *Arch Oral Biol.* 2020 May;113:104589. doi: 10.1016/j.archoralbio.2019.104589. Epub 2019 Oct 24. PMID: 31735252.
2. Betancourt, P., Cantín, M., & Fuentes, R. Frecuencia del canal MB2 en la raíz mesiovestibular del primer molar maxilar en estudios in vitro e in vivo: una revisión sistemática. *Av Odontoestomatol.* 2014. 30(1), 11-22.
3. Ortiz JP, Forero J, Gamboa LF, Niño JL. Análisis mediante tomografías de haz de cono de la configuración anatómica de los orificios de la raíz mesial del primer molar maxilar en población colombiana. *Univ Odontol.* 2015 Jul-Dic; 34(73): 77-85. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.uo34-73.cbct>
4. Coelho MS, Lacerda MFLS, Silva MHC, Rios MA. Locating the second mesiobuccal canal in maxillary molars: challenges and solutions. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2018 Sep 20;10:195-202. doi: 10.2147/CCIDE.S154641. PMID: 30288125; PMCID: PMC6159800.
5. 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 Sep;36(9):1480-4. doi: 10.1016/j.joen.2010.06.018. PMID: 20728713.
6. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CC. Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: a literature review. *J Endod.* 2006 Sep;32(9):813-21. doi: 10.1016/j.joen.2006.04.014. Epub 2006 Jun 30. PMID: 16934622.
7. Cardona-Castro JA, Fernandez-Grisales R. Anatomía radicular, una mirada desde la micro-cirugía endodóntica: Revisión. *Rev. CES Odont* 2015; 28(2): 70-99
8. Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH, editores. Cohen's pathways of the pulp. 12th ed. St. Louis, Mo: Mosby Elsevier; 2011. 811 p
9. Do Carmo WD, Verner FS, Aguiar LM, Visconti MA, Ferreira MD, Lacerda MFLS, Junqueira RB. Missed canals in endodontically treated maxillary molars of a Brazilian subpopulation: prevalence and association with periapical lesion using cone-beam computed tomography. *Clin Oral Investig.* 2021 Apr;25(4):2317-2323. doi: 10.1007/s00784-020-03554-4. Epub 2020 Sep 2. PMID: 32875385.
10. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984 Nov;58(5):589-99. doi: 10.1016/0030-4220(84)90085-9. PMID: 6595621.
11. Zhang R, Yang H, Yu X, Wang H, Hu T, Dummer PM. Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a Chinese subpopulation. *Int Endod J.* 2011 Feb;44(2):162-9. doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01826.x. PMID: 21091495.
12. Webb D, Barrientos S, Méndez C, Rodríguez, A. Frecuencia y características de hallazgos endodónticos en radiografías panorámicas digitales. *Odontoestomatología.* 2017 Jun; 19(29): 76-84.

13. Zhuk R, Taylor S, Johnson JD, Paranjpe A. Locating the MB2 canal in relation to MB1 in Maxillary First Molars using CBCT imaging. *Aust Endod J.* 2020 Aug;46(2):184-190. doi: 10.1111/aej.12414. PMID: 32557914.
14. Mordanov O, Khabadze Z, Daurova F, Bagdasarova I, Zoryan A, Kulikova A, Blokhina A, Mustafaeva R, Bakaev Y, Abdulkerimova S. Second Mesiobuccal Canal Evaluation Features with Cone-Beam Computed Tomography. *Int J Dent.* 2019 Apr 9;2019:5856405. doi: 10.1155/2019/5856405. PMID: 31093286; PMCID: PMC6481140.
15. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2019 May 1;24(3):e364-e372. doi: 10.4317/medoral.22907. PMID: 31041915; PMCID: PMC6530959.
16. Lenguas AL, Ortega R, Samara G, López, M.A. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. *Cient Dent* 2010;7;2:147-159
17. Betancourt, P., Fuentes, R., Aracena Rojas, S., Cantín, M., & Navarro Cáceres, P. Prevalencia del segundo canal en la raíz mesiovestibular de los primeros molares maxilares mediante tomografía computarizada de haz de cono. *Av Odontostomatolo.* 2013 29(1), 31-36.
18. Shetty H, Sontakke S, Karjodkar F, Gupta P, Mandwe A, Banga KS. A Cone Beam Computed Tomography (CBCT) evaluation of MB2 canals in endodontically treated permanent maxillary molars. A retrospective study in Indian population. *J Clin Exp Dent.* 2017 Jan 1;9(1):e51-e55. doi: 10.4317/jced.52716. PMID: 28149463; PMCID: PMC5268108.
19. Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp-chamber floor. *J Endod.* 2004 Jan;30(1):5-16. doi: 10.1097/00004770-200401000-00002. PMID: 14760900.
20. Ruddle CJ. Locating Canals: Strategies, Armamentarium, and Techniques. *Dent Today.* 2017 Feb;36(2):122-5. PMID: 29235762.
21. Huumonen S, Kvist T, Gröndahl K, Molander A. Diagnostic value of computed tomography in re-treatment of root fillings in maxillary molars. *Int Endod J.* 2006 Oct;39(10):827-33. doi: 10.1111/j.1365-2591.2006.01157.x. PMID: 16948669.
22. Costa FFNP, Pacheco-Yanes J, Siqueira JF Jr, Oliveira ACS, Gazzaneo I, Amorim CA, Santos PHB, Alves FRF. Association between missed canals and apical periodontitis. *Int Endod J.* 2019 Apr;52(4):400-406. doi: 10.1111/iej.13022. PMID: 30284719.
23. Aydin H. Analysis of root and canal morphology of fused and separate rooted maxillary molar teeth in Turkish population. *Niger J Clin Pract.* 2021 Mar;24(3):435-442. doi: 10.4103/njcp.njcp\_316\_20. PMID: 33723120.
24. Wong J, Manoil D, Näsman P, Belibasakis GN, Neelakantan P. Microbiological Aspects of Root Canal Infections and Disinfection Strategies: An Update Review on the Current Knowledge and Challenges. *Front Oral Health.* 2021 Jun 25;2:672887. doi: 10.3389/froh.2021.672887. PMID: 35048015; PMCID: PMC8757850.
25. Nair PN, Sjögren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a

- long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod.* 1990 Dec;16(12):580-8. doi: 10.1016/S0099-2399(07)80201-9. PMID: 2094761.
26. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod.* 1992 Dec;18(12):625-7. doi: 10.1016/S0099-2399(06)81335-X. PMID: 1298804.
  27. Tabassum S, Khan FR. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *Eur J Dent.* 2016 Jan-Mar;10(1):144-147. doi: 10.4103/1305-7456.175682. PMID: 27011754; PMCID: PMC4784145.
  28. Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J. A 5 yr clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. *J Endod.* 2005 Apr;31(4):262-4. doi: 10.1097/01.don.0000140581.38492.8b. PMID: 15793380.
  29. Fernandes NA, Herbst D, Postma TC, Bunn BK. The prevalence of second canals in the mesiobuccal root of maxillary molars: A cone beam computed tomography study. *Aust Endod J.* 2019 Apr;45(1):46-50. doi: 10.1111/aej.12263. Epub 2018 Mar 23. PMID: 29573065.
  30. Witherspoon DE, Small JC, Regan JD. Missed canal systems are the most likely basis for endodontic retreatment of molars. *Tex Dent J.* 2013 Feb;130(2):127-39. PMID: 23930451.
  31. Baruwa AO, Martins JNR, Meirinhos J, Pereira B, Gouveia J, Quaresma SA, Monroe A, Ginjeira A. The Influence of Missed Canals on the Prevalence of Periapical Lesions in Endodontically Treated Teeth: A Cross-sectional Study. *J Endod.* 2020 Jan;46(1):34-39.e1. doi: 10.1016/j.joen.2019.10.007. Epub 2019 Nov 14. Erratum in: *J Endod.* 2020 Jun;46(6):881. PMID: 31733814.
  32. Alrahabi M, Sohail Zafar M. Evaluation of root canal morphology of maxillary molars using cone beam computed tomography. *Pak J Med Sci.* 2015 Mar-Apr;31(2):426-30. doi: 10.12669/pjms.312.6753. PMID: 26101504; PMCID: PMC4476355.
  33. Venkatesh E, Elluru SV. Cone beam computed tomography: basics and applications in dentistry. *J Istanbul Univ Fac Dent.* 2017 Dec 2;51(3 Suppl 1):S102-S121. doi: 10.17096/jiufd.00289. PMID: 29354314; PMCID: PMC5750833.
  34. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *J Endod.* 2008 Nov;34(11):1325-1331. doi: 10.1016/j.joen.2008.08.013. Epub 2008 Sep 17. PMID: 18928840.
  35. Boubaris M, Chan KL, Zhao W, Cameron A, Sun J, Love R, George R. A Novel Volume-based Cone-beam Computed Tomographic Periapical Index. *J Endod.* 2021 Aug;47(8):1308-1313. doi: 10.1016/j.joen.2021.04.027. Epub 2021 May 10. PMID: 33984376.
  36. Restrepo-Restrepo FA, Cañas-Jiménez SJ, Romero-Albarracín RD, Villa-Machado PA, Pérez-Cano MI, Tobón-Arroyave SI. Prognosis of root canal treatment in teeth with preoperative apical periodontitis: a study with cone-beam computed tomography and digital periapical radiography. *Int Endod J.* 2019 Nov;52(11):1533-1546. doi: 10.1111/iej.13168. Epub 2019 Jul 2. PMID: 31211862.

37. Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J.* 2009 Jun;42(6):447-62. doi: 10.1111/j.1365-2591.2008.01530.x. Epub 2009 Mar 2. PMID: 19298577.
38. Fernández R, Cadavid D, Zapata SM, Alvarez LG, Restrepo FA. Impact of three radiographic methods in the outcome of nonsurgical endodontic treatment: a five-year follow-up. *J Endod.* 2013 Sep;39(9):1097-103. doi: 10.1016/j.joen.2013.04.002. Epub 2013 May 21. PMID: 23953279.
39. Tyndall DA, Kohltfarber H. Application of cone beam volumetric tomography in endodontics. *Aust Dent J.* 2012 Mar;57 Suppl 1:72-81. doi: 10.1111/j.1834-7819.2011.01654.x. PMID: 22376099.