



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE REHABILITACIÓN BUCOMAXILOFACIAL**

**EFICACIA DEL CBCT Y MICROSCOPIO OPERATIVO EN LA DETECCIÓN DE
MV2 EN MOLARES SUPERIORES**

*Efficiency of the CBCT and operating microscope in the detection of MV2 in upper
molars*

Memoria presentada a la Escuela de Odontología de la Universidad de Talca
como parte de los requisitos científicos exigidos para la obtención del título
de Cirujano Dentista.

**ESTUDIANTES: MACARENA ALEJANDRA YÉVENES CAMPOS
PROFESOR GUÍA: DRA. ANDREA PAULINA RUIZ RODRÍGUEZ
PROFESOR INFORMANTE: DRA. LALFA ARLETTE VERA BUSTOS**

TALCA - CHILE

2020

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2021

INFORMACIONES CIENTÍFICAS DE LA PROFESORA GUÍA

Nombre

ANDREA RUIZ RODRÍGUEZ

ORCID

Google Scholar

Correo electrónico

aruiz@utalca.cl

DEDICATORIA

A mi mamá, papá y hermana que siempre han estado apoyándome en este largo y difícil camino. A mi tía Mencho, que está y estará siempre en mi corazón. Son las personas más importantes y que más amo en el mundo, a ellos les debo todo lo que he logrado.

A la gente maravillosa que he conocido en la universidad: mis amigas y Adolfo, que me han ayudado a hacer de este camino uno mucho más ameno y alegre.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia: mamá, papá, hermana y mi tía Mencho por todo su apoyo y esfuerzo para hacerme llegar hasta donde estoy.

A mis amigas y Adolfo por su ayuda cada vez que lo necesitaba.

mis docentes por enseñarnos y formarnos no solo como profesionales con conocimiento, sino también con calidad humana.

ÍNDICE

1	RESUMEN	1
1.1	Palabras clave.....	1
2	ABSTRACT.....	2
2.1	Keywords.....	2
3	INTRODUCCIÓN.....	3
4	ANATOMÍA DE MOLARES MAXILARES.....	5
4.1	Primer molar superior.....	7
4.2	Segundo molar superior.....	8
5	FRACASO EN ENDODONCIA.....	10
6	EXÁMENES COMPLEMENTARIOS.....	13
6.1	Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).....	13
6.1.1	Funcionamiento del CBCT	14
6.1.2	Campo de visión.....	15
6.1.3	Dosis de radiación.....	16
6.1.4	Aplicación del CBCT en endodoncia.....	17
6.1.5	CBCT para molares superiores	18
6.2	Microscopio operativo.....	19
6.2.1	Niveles de magnificación.....	20
6.2.2	Ventajas del uso de magnificación.....	21
6.2.3	Inconvenientes para el uso de magnificación.....	22
6.2.4	Microscopio óptico y su uso en molares superiores.....	22
6.3	CBCT y microscopio óptico.....	24
7	DISCUSIÓN	26
8	REFERENCIAS.....	27

1 RESUMEN

Una de las principales causas del fracaso en endodoncia es la no localización e inadecuado tratamiento del sistema de canales radiculares, la mayoría en molares superiores dada su compleja anatomía. El canal de más difícil identificación es MV2. Para disminuir las probabilidades de fracaso por la no localización se ha usado el apoyo de exámenes complementarios como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT por su sigla en inglés) y el microscopio operativo. En este estudio se describe la eficacia del CBCT y microscopio operativo en la detección de MV2 y sus ventajas y desventajas para ser usados en la práctica clínica. Actualmente no hay estudios que comparen ambos métodos de manera válida y que determinen la superioridad de uno sobre otro en cuanto a capacidad de detección, ambos son considerados como altamente eficaces en la localización de MV2, pero sí se destaca que el CBCT es más accesible y evita la solicitud de múltiples radiografías periapicales, mientras que el microscopio operativo requiere entrenamiento y es más costoso.

1.1 Palabras clave.

Endodoncia; molar; tomografía computarizada de haz cónico; microscopio operativo

2 ABSTRACT

One of the main causes of endodontic failure is the non-localization and inadequate treatment of the root canal system, mostly in upper molars given their complex anatomy. The most difficult canal to identify is MV2. To reduce the probability of failure due to non-localization, the support of complementary tests such as cone beam computed tomography (CBCT) and the operating microscope have been used. This study describes the efficacy of the CBCT and operating microscope in the detection of MV2 and its advantages and disadvantages for use in clinical practice. Currently there are no studies that validly compare both methods and that determine the superiority of one over the other in terms of detection capacity, both are considered highly effective in locating MV2, but it does stand out that CBCT is more accessible and avoids the request for multiple periapical radiographs, while the operating microscope requires training and is more expensive.

2.1 Keywords.

Endodontic, molar, cone beam computed tomography, operating microscope.

3 INTRODUCCIÓN

El objetivo del tratamiento endodóntico es el desbridamiento y desinfección del sistema de canales radiculares y la conformación de estos, para ser obturados con un material inerte, evitando cualquier posibilidad de infección. El no cumplimiento de esto podría desencadenar el fracaso del tratamiento.(1) (2)

Una de las principales causas del fracaso endodóntico es la no localización y el inadecuado tratamiento del sistema de canales radiculares, especialmente en molares superiores (3) (4). Dado el mayor número de raíces y presencia de un sistema de canales muy variable e impredecible, son considerados de mayor complejidad. (5)

Los primeros y segundos molares superiores presentan tres raíces. El achatamiento de la raíz mesiovestibular del primer molar determina la presencia de dos canales en esta raíz: uno mesiovestibular y otro mesiopalatino. Esta duplicidad de conductos se presenta en un porcentaje elevado de casos (96,1%) (6) (7) (8). En el caso de los segundos molares, la presencia de cuatro conductos es menos frecuente, pero a pesar de ello, se halla en un porcentaje significativo de 83,2% de los casos (3) (6) (7) (8) (9) (10)

En base a lo anterior, es de suma importancia un estudio acabado de la anatomía tanto externa como interna de estos dientes para planificar el tratamiento de conducto radicular (TCR). Esto se realiza, principalmente, con ayuda de radiografías periapicales que proporcionan una imagen bidimensional, sin embargo, son muy sensibles a la superposición de estructuras y a la distorsión por angulación (3)

Ante las limitantes de la radiografía periapical como herramienta diagnóstica, se han utilizado otros métodos tales como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT por su sigla en inglés) la cual proporciona una imagen tridimensional sin superposición de estructuras anatómicas, además que la dosis de radiación es baja (11)

Un estudio de Vizzotto demostró que el CBCT tiene la más alta sensibilidad y especificidad en la detección del canal mesiovestibular 2 (MV2), siendo superior a la radiografía convencional que, incluso con modificaciones en la angulación, es incapaz de detectarlo. (12)

Las radiografías periapicales dan como resultado una alta cantidad de falsos negativos, dado que proporciona imágenes bidimensionales, lo que conduce a tener valores de sensibilidad más bajos en comparación al CBCT y microscopio operativo. Esto contribuye a la posibilidad de dejar sin tratar al canal MV2. (12)

En endodoncia, se sugiere el uso de campo de visión restringida, ya que, en general, se requiere la reconstrucción de un solo diente, lo que disminuiría la cantidad de radiación para el paciente. (12)

El uso de magnificación también es efectivo en la detección de canales adicionales, aumentando la precisión y la tasa de éxito en los TCR. Se ha informado que con el uso del microscopio operativo se aumentan las tasas de detección del canal MV2 desde un 51% mediante exploración clínica, a un 82% con ayuda de magnificación (13).

Actualmente se han identificado múltiples exámenes complementarios para contribuir al éxito en endodoncia, pero es importante saber identificar cuál es el más eficaz para cada caso, pues el conocimiento acabado de la anatomía de los molares superiores es decidor en el éxito o fracaso del tratamiento endodóntico.

Este estudio busca comparar la eficacia del CBCT y del microscopio operativo en la detección de MV2, además de establecer la importancia de su uso en la práctica clínica para aumentar las probabilidades de éxito del TCR.

4 ANATOMÍA DE MOLARES MAXILARES

El éxito de la terapia endodóntica está directamente relacionado con el conocimiento acabado de la anatomía del sistema de conductos radiculares y sus principales variaciones.

La configuración de los canales es variable, aunque en la mayoría de los casos siguen la curvatura de la raíz. Vertucci hizo una clasificación e identificó 8 configuraciones espaciales: (14)

- TIPO I: un conducto único que se extiende desde la cámara al ápice (1).
- TIPO II: dos conductos separados parten desde la cámara pulpar y se unen próximos al ápice, para terminar en uno solo (2-1).
- TIPO III: Un conducto que parte desde la cámara para luego a nivel del tercio medio dividirse y posteriormente unirse, terminando en un solo conducto a nivel apical (1-2-1).
- TIPO IV: Dos conductos separados que parten de la cámara pulpar y terminan como tales a nivel apical (2).
- TIPO V: un conducto que inicia a nivel de la cámara para luego dividirse y terminar en dos conductos separados a nivel apical (1-2).
- TIPO VI: dos conductos que emergen desde la cámara, a nivel del tercio medio se fusionan para luego nuevamente dividirse y terminar en dos foraminas diferentes a nivel apical (2-1-2).
- TIPO VII: un conducto que parte desde la cámara, a nivel medio se divide para inmediatamente fusionarse, ya próximo al ápice se vuelve a dividir para terminar como dos conductos individuales hasta el ápice. (1-2-1-2)
- TIPO VIII: tres conductos separados inician desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular.

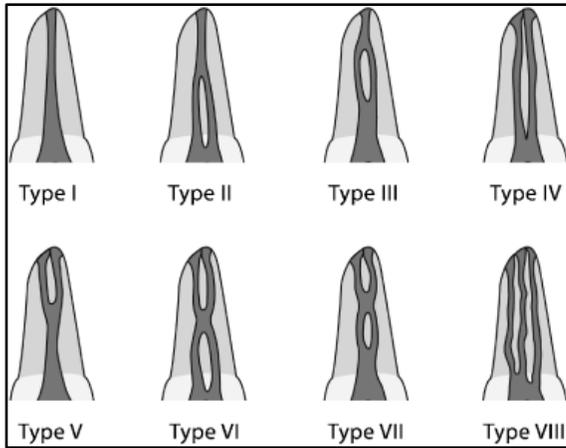


Figura 1: representación esquemática de la configuración de canales según Vertucci. (14)

Si bien esta clasificación aplica para cualquier diente, también hizo una tabla donde detalla la prevalencia de cada tipo de canales según cada diente. En el caso de los primeros y segundos molares superiores, la raíz mesiovestibular presentó canales tipo I y tipo IV (14)

Teeth	No. of teeth	Type I, 1 canal	Type II, 2-1 canals	Type III, 1-2-1 canals	Total with one canal at apex	Type IV, 2 canals	Type V, 1-2 canals	Type VI, 1-2-1 canals	Type VII, 1-2-1-2 canals	Total with two canals at apex	Type VIII, 3 canals	Total with three canals at apex
Maxillary central	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Maxillary lateral	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Maxillary canine	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Maxillary first premolar	400	8	18	0	26	62	7	0	0	69	5	5
Maxillary second premolar	200	48	22	5	75	11	6	5	2	24	1	1
Maxillary first molar												
Mesio Buccal	100	45	37	0	82	18	0	0	0	18	0	0
Distobuccal	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Palatal	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Maxillary second molar												
Mesio Buccal	100	71	17	0	88	12	0	0	0	12	0	0
Distobuccal	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Palatal	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0

*Results published previously in: Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1984; 58:589-599.

Tabla 1: clasificación y porcentaje de tipos de canales en dientes maxilares según Vertucci. (14)

Los primeros y segundos molares superiores se han descrito como dientes de gran complejidad, ya que poseen cuatro canales, presentando el canal MV2 hasta en un 96,1% de los casos (3) (6) (7)

4.1 Primer molar superior

El primer molar superior presenta tres raíces bien diferenciadas. La raíz mesiovestibular es achatada en sentido mesiodistal, con curvatura hacia distal. La raíz distopalatina tiene forma cónica y no presenta curvaturas acentuadas. La raíz palatina es la más voluminosa, tiene forma cónica y puede ser recta o curva hacia vestibular (8)

La configuración de su sistema de conductos es muy compleja debido a la presencia de estructuras anatómicas accesorias, como el conducto MV2, delta apicales, conductos accesorios o laterales.

Principalmente, presenta tres o cuatro conductos. El conducto palatino es amplio, recto o con leve curvatura hacia vestibular. El conducto distovestibular es atrésico y puede presentar curvaturas. Cabe destacar, el achatamiento mesiodistal de la raíz mesiovestibular determina la existencia de dos conductos (MV y MV2) en el 96,1% de los casos, los que pueden unirse en su trayecto para terminar en un foramen único, o bien en forámenes separados. (6) (7) (8)

El orificio del canal MV2 generalmente se encuentra 2 mm mesial a MV y, a menudo, oculto bajo calcificaciones en un pequeño surco, lo que provoca habitualmente su pérdida en la práctica clínica (9)



Figura 2: anatomía primer molar superior.

4.2 Segundo molar superior

El segundo molar superior presenta tres raíces: dos vestibulares y una palatina. Aunque es similar al primer molar superior, tiene las raíces menos separadas.

Presenta tres o cuatro conductos y, si bien la presencia de cuatro conductos es menos frecuente que en el primer molar, igualmente se halla en un porcentaje significativo de hasta 83,2% de los casos. (3) (6) (7) (8) (9) (10)



Figura 3: anatomía segundo molar superior

5 FRACASO EN ENDODONCIA

El objetivo de la terapia endodóntica es el desbridamiento y desinfección del sistema de conductos radiculares de cualquier tejido pulpar infectado y preparar el conducto para ser rellenado con un material inerte, evitando cualquier posibilidad de infección (1) (2)

En la literatura se ha reportado una gran tasa de éxito en los tratamientos endodónticos, que varían de un 86% hasta 98% (1) (4) (15).

Para determinar el éxito o fracaso de un tratamiento debe haber una evaluación tanto clínica como radiográfica. Los signos y síntomas clínicos que garantizan el éxito son: ausencia de dolor, remisión de la inflamación e infección y mantenimiento de la funcionalidad del diente. Radiográficamente se debe observar la curación completa de la lesión apical y apariencia normal de la lámina dura del alveolo por un periodo de 6 a 24 meses. (15)

En caso de no cumplirse estos requisitos, se desencadena el fracaso del tratamiento endodóntico. Se han realizado numerosos estudios para establecer sus principales causas, dentro de las cuales se encuentran: (1) (4)

- Canales perforados (30%)
- Canal no tratado (20%)
- Canal subobturado (14%)
- Complejidad anatómica (9%)
- Canal sobreobturado (3%)
- Iatrogenia (3%)
- Cálculo apical (2%)
- Grietas apicales (1%)

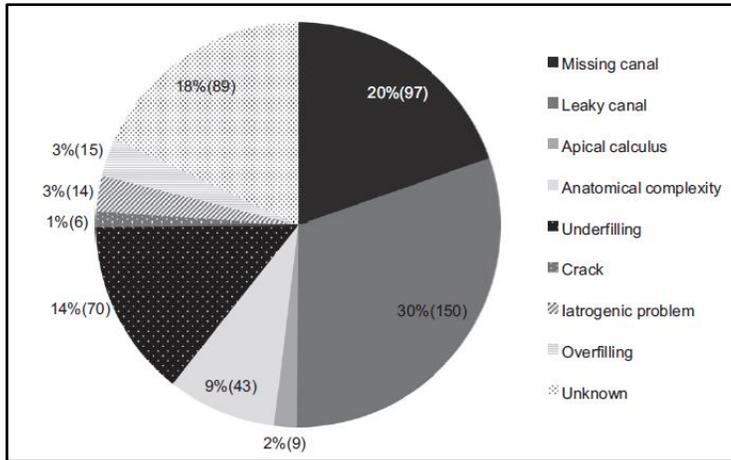


Figura 4: principales causas de fracaso en endodoncia (4)

Específicamente, se logra apreciar que en molares maxilares la principal causa de fracaso fueron los conductos no tratados (45,9%) (4) esto debido a que el número de conductos es mayor que la cantidad de raíces, el conducto MV2 es muy estrecho o la apertura insuficiente del acceso impide una correcta visualización de los canales suplementarios. Las bacterias que residen en estos canales conducen a la persistencia de los signos y síntomas de enfermedad pulpar y periapical (1)

En primeros y segundos molares superiores el canal de más difícil identificación es MV2 dado que, generalmente, es de dimensiones menores, especialmente en pacientes mayores, debido a la aposición de dentina a través del tiempo. (16)

	Cause of failure, % (N)									P value
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Maxillary										<.001
Anterior	8.25, (16)	40.21, (78)	2.58, (5)	5.67, (11)	13.92, (27)	2.06, (4)	1.55, (3)	3.61, (7)	22.16, (43)	
Premolar	11.70, (11)	30.85, (29)	0.00, (0)	13.83, (13)	23.40, (22)	0.00, (0)	3.19, (3)	2.13, (2)	14.89, (14)	
Molar	45.90, (28)	16.39, (10)	0.00, (0)	4.92, (3)	6.56, (4)	0.00, (0)	3.28, (2)	3.28, (2)	19.67, (12)	
Mandibular										
Anterior	25.00, (11)	29.55, (13)	6.82, (3)	4.55, (2)	6.82, (3)	4.55, (2)	0.00, (0)	2.27, (1)	20.45, (9)	
Premolar	31.25, (10)	18.75, (6)	3.13, (1)	6.25, (2)	9.38, (3)	0.00, (0)	0.00, (0)	6.25, (2)	25.00, (8)	
Molar	30.88, (21)	20.59, (14)	0.00, (0)	17.65, (12)	16.18, (11)	0.00, (0)	8.82, (6)	1.47, (1)	4.41, (3)	

1, Missing canal; 2, leaky canal; 3, apical calculus; 4, anatomical complexity; 5, underfilling; 6, crack; 7, iatrogenic problem; 8, overfilling; 9, unknown.

Tabla 2: Causas de fracaso en endodoncia según diente (4)

Con los avances tecnológicos se han introducidos nuevas técnicas para evaluar las variaciones anatómicas de los sistemas de conductos radiculares. El uso de exámenes complementarios como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y de microscopio operativo han facilitado la localización y tratamiento de MV2 (17), además que

la experiencia del operador está asociado a la mayor detección de canales adicionales y, por consecuencia, aumentan la probabilidad de éxito del tratamiento. (11) (17)

6 EXÁMENES COMPLEMENTARIOS

Tanto el examen clínico como radiográfico son componentes esenciales en el diagnóstico preoperatorio. Las imágenes respaldan el diagnóstico clínico y ayudan al operador a planificar el tratamiento. (18)

Las radiografías convencionales bidimensionales (2D) siguen siendo las más populares por su alta calidad y rentabilidad, sin embargo, su potencial diagnóstico es limitado. La información puede ser insuficiente o difícil de interpretar, especialmente cuando la anatomía es compleja. (18) (19)

Se ha demostrado que la detección de MV2 aumenta entre un 54 – 58% al usar exámenes complementarios como CBCT o microscopio operativo en comparación al uso de radiografías periapicales y evaluación clínica (16) (17) lo que respalda la necesidad de usar métodos combinados para garantizar el éxito clínico.

6.1 Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT)

La tomografía computarizada de haz cónico es ampliamente utilizada en odontología, pues captura imágenes en un solo escaneo y los datos procesados en cada rotación se reconstruyen para formar imágenes en 3D, lo que supera limitaciones como superposición de estructuras o distorsión geométrica del área. (2) (18) (19)

Sin embargo, ha generado controversia respecto a la justificación de su uso por la dosis de radiación y la capacitación de los usuarios para sacar el máximo provecho a este examen, por lo mismo es de suma importancia la comprensión de los principios técnicos básicos del CBCT, para obtener el máximo provecho y minimizar el riesgo del paciente en cuanto a radiación (20) (21)

6.1.1 Funcionamiento del CBCT

El equipo de CBCT se basa en los mismos principios de formación radiográfica que las radiografías bidimensionales.

Se requiere una fuente de emisión de rayos X, un objeto o paciente de estudio y un sensor que recopila la información, además se requiere un software para procesar las imágenes y hacer la reconstrucción en tres planos del espacio. (20)

Una corriente calienta el filamento en el cátodo, lo que provoca la liberación de electrones (e^-) a través del efecto termoiónico. Estos electrones se aceleran hacia el ánodo mediante una alta diferencia de potencial (kV). A través de colisiones de electrones con el ánodo objetivo, se producen rayos X. Solo los rayos X que van en la dirección requerida para la obtención de imágenes pueden salir del tubo. La mayor parte de la energía liberada por el impacto de los electrones se traduce en calor y una parte mínima en rayos X. (20)

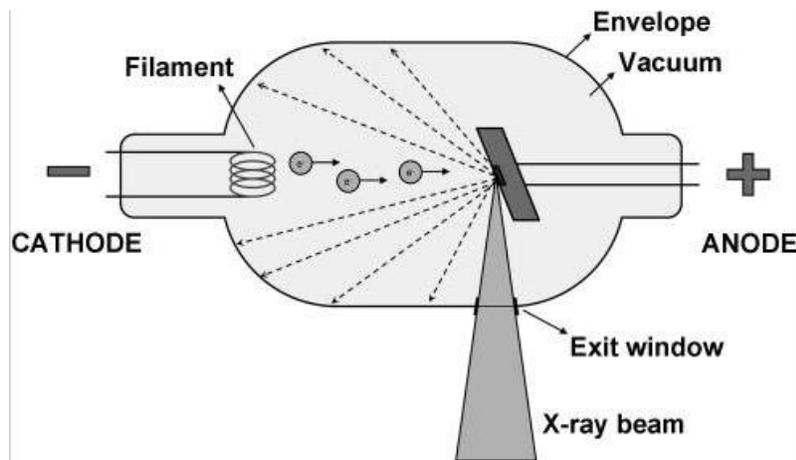


Figura 5: esquema de un tubo de rayos X. (20)

El equipo se desplaza en 360° alrededor de la muestra y es seguido por un sensor que envía la información hacia el equipo y posteriormente será procesado para hacer la reconstrucción en 3D. (20)

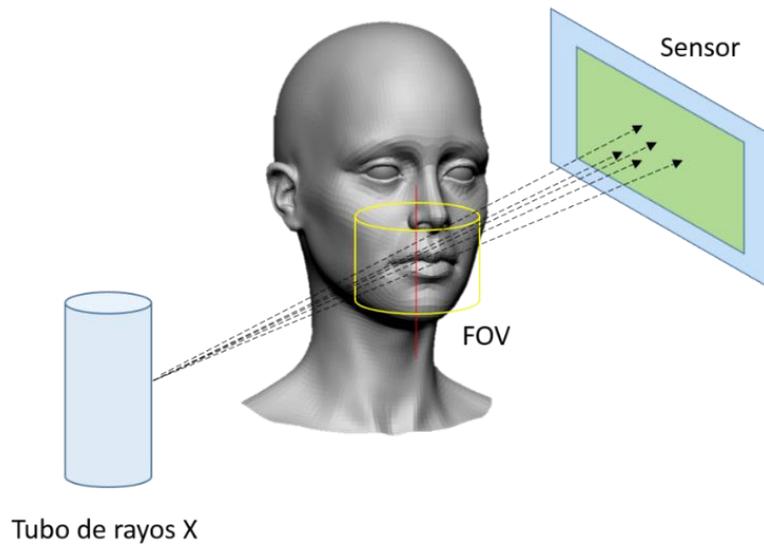


Figura 6: representación esquemática del funcionamiento general de un equipo de CBCT

6.1.2 Campo de visión

El tamaño del campo de visión o FOV (del inglés field of view) se refiere al volumen de escaneo. Depende del tamaño y de la forma del detector, la geometría de proyección del haz y la capacidad de colimar el haz (22)

La colimación del haz limita la exposición a la radiación X en la región de interés y asegura que se pueda seleccionar un campo de visión óptimo en función del uso que se requerirá (22)

Los dispositivos CBCT se dividen en cuatro categorías según FOV: (19)

- dentoalveolar (FOV <8 cm)
- maxilomandibular (FOV 8-15 cm)
- esquelético (FOV 15-21 cm)
- cabeza y cuello (FOV > 21 cm).

En endodoncia, el CBCT requiere detectar áreas pequeñas con la mejor calidad de imagen, como la localización del conducto MV2, siendo necesaria una resolución óptima dada por un FOV más pequeño. (22)

Una limitación del CBCT es el tamaño del campo irradiado, ya que a menos que se seleccione un tamaño de vóxel muy pequeño en máquinas con FOV grandes, la resolución será reducida en comparación a las radiografías intraorales o a máquinas de FOV más pequeños.

Por lo tanto, en endodoncia se prefiere usar CBCT de campo limitado por sobre CBCT de gran volumen por las siguientes razones: (22)

1. Mayor resolución espacial para mejorar la precisión de las tareas específicas de endodoncia, como la visualización de pequeñas características, incluidos los conductos accesorios, fracturas radiculares, deltas apicales, calcificaciones, etc.
2. La resolución espacial más alta posible que proporciona una relación señal / ruido aceptable para el diagnóstico para la tarea en cuestión.
3. Disminución de la exposición del paciente a la radiación.
4. Ahorro de tiempo debido al menor volumen a interpretar.

Se deben hacer todos los esfuerzos posibles para reducir la dosis de radiación efectiva al paciente para tareas específicas de endodoncia, buscando siempre el equilibrio entre una buena calidad de imagen y la menor radiación para el paciente. Se recomienda el uso de vóxel pequeño, con un tiempo corto de exposición, lo suficiente para la correcta visualización de la anatomía dentaria y, de esta manera, sacarle el máximo provecho a la imagen obtenida. (22)

6.1.3 Dosis de radiación

La dosis efectiva de radiación puede ser variable, pero debe tratar de ser la menor posible. Esto se consigue seleccionando un FOV más pequeño, tamaño de vóxel más grande (aunque

en endodoncia se recomienda el uso de vóxel pequeño) y tiempo de exposición corto (19) (22) (23)

La dosis de radiación de un CBCT puede llegar a ser la misma de una radiografía panorámica y mucho menor que una tomografía computarizada médica (19)

	Effective dose (μSv)
Intraoral radiograph	<1.5
Panoramic radiograph	2.7–24.3
Cephalometric radiograph	<6
MSCT maxillo-mandibular	280–1,410
Dental CBCT unit type	
Dentoalveolar (small and medium FOV)	11–674
Craniofacial (large FOV)	30–1,073

CBCT, cone-beam computed tomographic; FOV, field of view; MSCT, multi-slice computer tomography.

Tabla 3: rango de dosis efectiva de las técnicas convencionales de obtención de imágenes dentales y la obtención de imágenes tomográficas computarizadas de haz cónico dental en μSv . (19)

La dosis de radiación de un CBCT de FOV pequeño es equivalente a 2-7 radiografías periapicales convencionales, mientras que la radiación emitida por un CBCT con FOV más grande es equivalente a radiografías periapicales de boca completa, aunque esto es variable de acuerdo con el equipo utilizado. (19)

6.1.4 Aplicación del CBCT en endodoncia

La endodoncia requiere imágenes radiográficas en varias etapas: diagnóstico, durante el tratamiento y controles posteriores. Usualmente se utiliza la radiografía periapical, pero ésta posee varias limitaciones, ya que al ser bidimensionales, no reflejan la verdadera anatomía de estructuras tridimensionales (19) (24) (25)

Principalmente, las imágenes del CBCT se han usado en endodoncia para diagnóstico previo de retratamientos, estudios experimentales y endodoncia quirúrgica (18) (19) pero no para diagnóstico inicial, salvo que clínicamente el diente presente alguna particularidad que haga evidente la necesidad de su solicitud, a pesar de que está ampliamente demostrada su superioridad al momento de determinar la anatomía dentaria. (19) (24) (25)

Si bien el CBCT ha sido cuestionado como examen de primera elección, fundamentalmente por la dosis de radiación, la Asociación Estadounidense de Endodoncistas (AAE) y la Academia Estadounidense de Radiología Oral y Maxilofacial (AAOMR) declaran que “el uso de sistemas CBCT de campo de visión limitado puede proporcionar imágenes de varios dientes con aproximadamente la misma dosis de radiación que dos radiografías periapicales, y pueden proporcionar un ahorro de dosis sobre múltiples imágenes tradicionales en casos complejos” (24) (25)

Durante el curso del tratamiento de endodoncia pueden ocurrir situaciones que pueden requerir información de diagnóstico adicional para proporcionar el mejor resultado para el paciente. El uso de CBCT en lugar de múltiples radiografías periapicales para obtener esta información no solo proporciona una evaluación más precisa, sino que también reduce la exposición del paciente a la radiación, ya que se podría evitar tomar más imágenes radiográficas posteriores con distintas angulaciones en casos que se prevean como complejos debido a la imposibilidad para determinar la anatomía. (24)

Como es conocido, la anatomía de los molares superiores puede llegar a ser muy compleja y puede tener variaciones en su sistema de conductos radiculares que justifiquen la necesidad de pedir un CBCT en primera instancia, ahorrando tiempo, disminuyendo la radiación al paciente y minimizando las probabilidades de fracaso del TCR.

6.1.5 CBCT para molares superiores

Los molares superiores han sido ampliamente estudiados dada su variada y compleja anatomía, particularmente en su raíz mesiovestibular. En específico, el primer molar superior es considerado el diente más voluminoso y complejo anatómicamente (3)

El centro de la investigación de los molares ha sido la raíz mesiovestibular y su conducto MV2 que, según las diferentes literaturas y poblaciones estudiadas, se puede localizar hasta en el 96,1% de los casos en primeros molares y hasta 83,2% en segundos molares. (3) (6) (7) (8) (10) pero con radiografías convencionales es muy difícil visualizarlo y cuando no se logra y no es tratado durante la endodoncia, puede contribuir a la persistencia del dolor o a la falla del tratamiento (3) (9)

En un estudio realizado por Abuabara se demostró que la capacidad de detección del canal MV2 aumentó desde un 8% con radiografía periapical, a un 54% con CBCT (17). Esto refleja que, durante un tratamiento inicial, usando radiografía periapical, habría una gran probabilidad de dejar sin tratar este conducto, lo que podría conducir al fracaso del tratamiento y requerir un retratamiento, lo que disminuye la probabilidad de éxito, ya que el tratamiento endodóntico tiene una tasa de éxito de un 86% hasta un 98% según diferentes autores (1) (4) (15), mientras que el retratamiento es de 80% (26)

6.2 Microscopio operativo

El microscopio operativo es una herramienta ampliamente utilizada en la odontología en la actualidad, especialmente en endodoncia, donde su uso ha aumentado un 90% desde la década de 1990 (27)

Su aplicación en el área de la endodoncia tiene como principales objetivos aumentar la agudeza visual y la ergonomía, especialmente en esta disciplina donde el área de trabajo se limita a un espacio quirúrgico estrecho y diminuto, donde los casos más complejos demandan una alta agudeza visual (28)

El uso de magnificación ha traído múltiples beneficios, incluso para dientes que inicialmente se creían no rehabilitables. La mayor visión e iluminación puede facilitar lo siguiente: (28) (29)

- Diagnóstico de caries y fisuras diminutas
- Apertura de acceso conservadora

- Identificación de anatomía
- Manejo de canales esclerosados
- Confirmación de la limpieza del canal antes de la obturación
- Delimitación y eliminación de piedras pulpares
- Manejo de la perforación y la reabsorción dental
- Recuperación de puntas, instrumento separado y poste fracturado
- Osteotomía más pequeña, inspección ampliada de la superficie reseca, así como retropreparación y relleno en microcirugía endodóntica

Las variables asociadas al nivel de magnificación son el campo de visión y la profundidad del campo, es decir, la distancia de trabajo donde un objeto permanece enfocado. A mayor aumento, el campo visual se reduce y la profundidad del campo es menor, por lo que el operador debe ajustar ambas variables de acuerdo con el procedimiento a realizar (28)

6.2.1 Niveles de magnificación

Ampliación baja: 3X – 8X (28) (30)

Es usado para examinar orientación de los dientes y posicionar fresas o puntas ultrasónicas.

El amplio campo de visión permite realizar comparaciones con la anatomía adyacente y se usa en casos sencillos, donde este aumento sirve para realizar de manera competente el procedimiento.

Ampliación media: 8X – 16X (28) (30)

Se utiliza en procedimientos de endodoncia quirúrgicos y no quirúrgicos, ya que proporciona un campo de visión y profundidad de campo aceptables. Se utiliza para realizar

procedimientos complejos como reparación de perforaciones, extracción de instrumentos separados y procedimientos quirúrgicos que requieren mayor precisión y exactitud.

Gran aumento: 16X – 30X (28) (30)

Se utiliza principalmente para exámenes de cerca e inspecciones de anatomías diminutas, por ejemplo, orificios calcificados del canal y grietas diminutas.

Además de tener un campo de visión diminuto, puede producirse una pérdida inmediata de enfoque después de movimientos menores. La sutil variación de color entre la dentina secundaria y terciaria se puede distinguir a este nivel.

El periodo de ajuste del operador debe ser gradual, comenzando desde aumentos menores y aumentar progresivamente, en especial quienes poseen deterioro en la vista. Este periodo de adaptación se hace más largo en dispositivos con mayor aumento, pero para quienes ya están familiarizados con el uso de lupas, esta transición es menos compleja ya que el sistema de ambos dispositivos es similar. (28) (30)

6.2.2 Ventajas del uso de magnificación

Las ventajas para el operador con el uso de magnificación se relacionan principalmente con la visión y ergonomía.

La visión comienza a deteriorarse naturalmente desde los 40 años y en estados iniciales puede pasar desapercibido, lo que podría causar dificultades en la práctica del odontólogo. Sin embargo, esta discapacidad visual relacionada con la edad se puede reducir con el uso de lupas y compensar mediante el uso de microscopio óptico. (28)

En cuanto al manejo, los movimientos deben ser precisos y muy finos, ya que los que antes parecían desapercibidos, con el uso de microscopio se hacen evidentes. Este problema puede ser controlado adoptando una buena postura, equilibrada, con los brazos ubicados cerca del cuerpo y usando una silla con apoyo para los brazos. Una mejor ergonomía conferida por los dispositivos de aumento puede prevenir problemas posturales que son inherentes a los dentistas en su carrera (28)



Figura 7: representación de la mejora en la postura producto del uso de microscopio.

6.2.3 Inconvenientes para el uso de magnificación

Un inconveniente de los dispositivos de magnificación es el alto costo del equipo que en algunos casos también implica la necesidad de gastar en el sistema de iluminación que se debe conectar al microscopio y el equipo microquirúrgico que se utilizará incurre en un costo adicional. (28)

También se considera una de las mayores desventajas la portabilidad limitada, ya que su transporte es sumamente difícil y no es un aspecto modificable del equipo en si mismo, sino que se puede optar por otras opciones de magnificación, como lo son las lupas dentales (28)

6.2.4 Microscopio operativo y su uso en molares superiores

El uso de microscopio proporciona una agudeza en la sensación táctil muy precisa. Esto permite que el odontólogo distinga con claridad los niveles y sensaciones de penetración en el techo cameral, la cámara pulpar y el piso (31)

Dado que el canal está presente en la mayoría de los casos, su presencia debe asumirse hasta que se demuestre lo contrario (31)

La probabilidad de localizar este canal mediante microscopio operativo aumenta significativamente. En un estudio hecho por Abuabara et al. se demostró que la detección de este canal aumentó de un 8% de los casos con radiografía periapical a un 58% con microscopio óptico. (17)

	Periapicalradiography	Clinical	CBCT	Clinical post-CBCT	Clinical operating microscope	Clinical operating ultrasound
2 canals (MB2)	4 (8%)	25 (50%)	27 (54%)	27(54%)	29 (58%)	31(62%)
1 canal	46 (92%)	25 (50%)	23(46%)	23(46%)	21(42%)	19 (38%)

Tabla 4: resultados de evaluación con radiografía periapical, examen clínico, CBCT, clínica y CBCT, microscopio operativo y clínica y ultrasonido. (17)

Numerosos estudios han mostrado la prevalencia de anatomía adicional encontrada con y sin aumento visual. Es evidente que el poder de diagnóstico e identificación de MV2 está asociado con el nivel de aumento.

Study	Type of study	Anatomy investigated	Visual magnification (%)		
			Unaided eye	Loupe	DOM
Burhley et al. 2002	<i>In vivo</i> (clinical)	MB2	18.2	55.3	57.4
Schwarze et al. 2002	<i>In vitro</i>	MB2	-	41.3	93.7
Baldassari-Cruz et al. 2002	<i>In vitro</i>	MB2	-	51.3	82.1
Alaçam et al. 2007	<i>In vitro</i>	MB2	-	62	74
Paliwal et al. 2011	<i>In vitro</i>	MB2	66.6	-	92.5
Park et al. 2014	<i>In vitro</i>	MB2	-	15.8	70.5
Nath and Shetty 2017	<i>In vitro</i>	MB2	68	76	100
Slaton et al., 2003	<i>In vitro</i>	Dentinal crack	39	45	53

DOM: Dental operating microscope, MM: Mid mesial canal, MB2: Mesiobuccal canal

Tabla 5: resumen de la capacidad de detección de MV2 en diferentes estudios usando magnificación. (28)

A pesar de las grandes ventajas del uso del microscopio operativo, tanto en diagnóstico como en comodidad para el operador, está lejos de convertirse en una herramienta accesible y de uso general porque sus mayores desventajas como el costo del equipo y su limitada portabilidad no son modificables o manejables.

6.3 CBCT y microscopio operativo

La ubicación exacta de los canales accesorios exige habilidad y experiencia por parte del odontólogo, sin embargo, los recursos tecnológicos como magnificación y CBCT se han introducido progresivamente en endodoncia para facilitar su ubicación y reducir las tasas de fallo (10)

Actualmente hay pocos estudios que comparen la eficacia de ambos métodos para identificar MV2, sin embargo, en un estudio realizado por De Carlo *et. al.* se determinó que el microscopio es un método altamente superior a la inspección visual dependiendo de la experiencia del operador y de la correcta eliminación de dentina de la entrada del canal, mientras que el CBCT fue eficaz en la detección de MV2 independiente de la ubicación en la que se encontrara y es posible determinar su anatomía en toda su extensión (10)

Por otro lado, en un estudio realizado por Mirmohammadi *et. al.* se observó la superioridad del CBCT para identificar MV2 sobre el microscopio operativo, incluso en casos donde los conductos ya estaban obturados, sin embargo, la comparación no fue válida dado que los examinadores no eran expertos en el uso de microscopio óptico pero sí eran especialistas en radiología (32)

Tanto el uso de magnificación como CBCT pueden ser un gran aporte al momento de determinar la presencia o ausencia de MV2, pero para sacar el máximo provecho es importante la experiencia y conocimiento de la anatomía dentaria por parte del operador. (33)

En otro estudio realizado por Abuabara, *et al.* al comparar los resultados obtenidos con CBCT y microscopio, las diferencias no fueron estadísticamente significativas, pero sí lo fueron las comparaciones con las radiografías periapicales, por lo que en cuanto a resultados, no se puede determinar la superioridad del CBCT o microscopio, pero hay evidencia suficiente que respalda el uso de CBCT o microscopio por sobre las radiografías periapicales (17).

En cuanto a accesibilidad y factibilidad de uso, el CBCT es más accesible, ya que se puede solicitar el examen y ser evaluado por cualquier profesional entrenado, mientras que el microscopio requiere de su instalación en la misma consulta y, muchas veces, también

requiere de instalación de iluminación, lo que genera mayor desembolso económico, por lo tanto, es menos accesible para una gran parte de los profesionales endodoncistas. (17) (18) (30) (29)

7 DISCUSIÓN

Tanto el CBCT como el microscopio operativo son altamente eficaces en la detección de MV2. Hay numerosos estudios que demuestran que ambos métodos aumentan la probabilidad de detección de MV2 por sobre las radiografías periapicales convencionales. (10) (17) (32) (33) El examen CBCT debe ser utilizado en casos complejos, tal como los molares superiores, que presentan la anatomía más variable e impredecible. Solicitar inicialmente un examen CBCT evita la toma excesiva de radiografías periapicales con distinta angulación para ubicar a MV2.

El microscopio operativo debe ser utilizado por un profesional correctamente entrenado para obtener los mejores resultados. Además, ayuda en casos donde hay desgaste natural de la visión y mejora la ergonomía del operador.

Actualmente, no hay estudios donde utilicen estos métodos en conjunto, pero se prevé que al usar ambos, la probabilidad de hallazgo de MV2 puede ser cercana al 100%, lo que causa que no existan fracasos por la no localización y consecuente no tratamiento de MV2.

En la práctica clínica obtener una imagen CBCT es más accesible, mientras que el microscopio operativo, a pesar de obtener buenos resultados, es más caro y requiere entrenamiento previo para su uso. De esta manera, se recomienda el uso de CBCT en la práctica clínica para tratamiento de molares superiores, ya que es un examen accesible, fácil de obtener y aumenta significativamente las probabilidades de éxito del tratamiento.

8 REFERENCIAS

1. Tabassum S, Khan FR. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *Eur J Dent.* 2016;10(1):144-7. doi: 10.4103/1305-7456.175682.
2. 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(8):1063-8. doi: 10.1016/j.joen.2012.04.025.
3. Hiebert BM, Abramovitch K, Rice D, Torabinejad M. Prevalence of Second Mesio Buccal Canals in Maxillary First Molars Detected Using Cone-beam Computed Tomography, Direct Occlusal Access, and Coronal Plane Grinding. *J Endod.* 2017;43(10):1711-5. doi: 10.1016/j.joen.2017.05.011.
4. Song M, Kim HC, Lee W, Kim E. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *J Endod.* 2011;37(11):1516-9. doi: 10.1016/j.joen.2011.06.032.
5. Betancourt P, Navarro P, Cantín M, Fuentes R. Cone-beam computed tomography study of prevalence and location of MB2 canal in the mesio buccal root of the maxillary second molar. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8(6):9128-34.
6. Kharouf N, Mancino D. An In Vivo Study: Location and Instrumentation of the Second Mesio Buccal Canal of the Maxillary Second Molar. *J Contemp Dent Pract.* 2019;20(2):131-5.
7. Bauman R, Scarfe W, Clark S, Morelli J, Scheetz J, Farman A. Ex vivo detection of mesio buccal canals in maxillary molars using CBCT at four different isotropic voxel dimensions. *Int Endod J.* 2011;44(8):752-8. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01882.x.

8. Soares IJ, Goldberg F. Endodoncia. Técnica y fundamentos: Médica Panamericana; 2002.
9. Martins JNR, Marques D, Silva E, 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;113:104589. doi: 10.1016/j.archoralbio.2019.104589.
10. De Carlo Bello M, Tibúrcio-Machado C, Dotto Londero C, Branco Barletta F, Cunha Moreira CH, Pagliarin CML. Diagnostic Efficacy of Four Methods for Locating the Second Mesiobuccal Canal in Maxillary Molars. Iran Endod J. 2018;13(2):204-8. doi: 10.22037/iej.v13i2.16564.
11. Sujith R, Dhananjaya K, Chaurasia VR, Kasigari D, Veerabhadrapa AC, Naik S. Microscope magnification and ultrasonic precision guidance for location and negotiation of second mesiobuccal canal: An in vivo study. J Int Soc Prev Community Dent. 2014;4(Suppl 3):S209-12. doi: 10.4103/2231-0762.149045.
12. Vizzotto MB, Silveira PF, Arús NA, Montagner F, Gomes BP, da Silveira HE. CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB2) canals in maxillary molar teeth: effect of voxel size and presence of root filling. Int Endod J. 2013;46(9):870-6. doi: 10.1111/iej.12075.
13. Baldassari-Cruz LA, Lilly JP, Rivera EM. The influence of dental operating microscope in locating the mesiolingual canal orifice. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2002;93(2):190-4. doi: 10.1067/moe.2002.118285.
14. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. Endodontic Topics. 2005;10(1):3-29. doi: 10.1111/j.1601-1546.2005.00129.x.

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;24(3):e364-e72. doi: 10.4317/medoral.22907.
16. 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;44(2):162-9. doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01826.x.
17. Abuabara A, Baratto-Filho F, Aguiar Anele J, Leonardi DP, Sousa-Neto MD. Efficacy of clinical and radiological methods to identify second mesiobuccal canals in maxillary first molars. *Acta Odontol Scand*. 2013;71(1):205-9. doi: 10.3109/00016357.2011.654262.
18. Ee J, Fayad MI, Johnson BR. Comparison of endodontic diagnosis and treatment planning decisions using cone-beam volumetric tomography versus periapical radiography. *J Endod*. 2014;40(7):910-6. doi: 10.1016/j.joen.2014.03.002.
19. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbaly G, Mickevičienė L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod*. 2014;40(12):1895-901. doi: 10.1016/j.joen.2014.05.009.
20. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(1):20140224. doi: 10.1259/dmfr.20140224.
21. Alamri HM, Sadrameli M, Alshalhoob MA, Sadrameli M, Alshehri MA. Applications of CBCT in dental practice: a review of the literature. *Gen Dent*. 2012;60(5):390-400; quiz 1-2.
22. Use of cone-beam computed tomography in endodontics Joint Position Statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and

Maxillofacial Radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2011;111(2):234-7. doi: 10.1016/j.tripleo.2010.11.012.

23. Zhang Y, Xu H, Wang D, Gu Y, Wang J, Tu S, et al. Assessment of the Second Mesio Buccal Root Canal in Maxillary First Molars: A Cone-beam Computed Tomographic Study. J Endod. 2017;43(12):1990-6. doi: 10.1016/j.joen.2017.06.021.

24. Ball RL, Barbizam JV, Cohenca N. Intraoperative endodontic applications of cone-beam computed tomography. J Endod. 2013;39(4):548-57. doi: 10.1016/j.joen.2012.11.038.

25. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015;120(4):508-12. doi: 10.1016/j.oooo.2015.07.033.

26. Kang M, In Jung H, Song M, Kim SY, Kim HC, Kim E. Outcome of nonsurgical retreatment and endodontic microsurgery: a meta-analysis. Clin Oral Investig. 2015;19(3):569-82. doi: 10.1007/s00784-015-1398-3.

27. Al Shaikhly B, Harrel SK, Umorin M, Augsburger RA, Jalali P. Comparison of a Dental Operating Microscope and High-resolution Videoscope for Endodontic Procedures. J Endod. 2020;46(5):688-93. doi: 10.1016/j.joen.2020.01.013.

28. Low JF, Dom TNM, Baharin SA. Magnification in endodontics: A review of its application and acceptance among dental practitioners. Eur J Dent. 2018;12(4):610-6. doi: 10.4103/ejd.ejd_248_18.

29. Perrin P, Neuhaus KW, Eichenberger M, Lussi A. Influence of different loupe systems and their light source on the vision in endodontics. Swiss Dent J. 2019;129(11):922-8.

30. Eichenberger M, Perrin P, Ramseyer ST, Lussi A. Visual Acuity and Experience with Magnification Devices in Swiss Dental Practices. *Oper Dent.* 2015;40(4):E142-9. doi: 10.2341/14-103-c.
31. Mamoun JS. The maxillary molar endodontic access opening: A microscope-based approach. *Eur J Dent.* 2016;10(3):439-46. doi: 10.4103/1305-7456.184153.
32. Mirmohammadi H, Mahdi L, Partovi P, Khademi A, Shemesh H, Hassan B. Accuracy of Cone-beam Computed Tomography in the Detection of a Second Mesio Buccal Root Canal in Endodontically Treated Teeth: An Ex Vivo Study. *J Endod.* 2015;41(10):1678-81. doi: 10.1016/j.joen.2015.06.011.
33. Brito M, Jr., Moreira G, Jr., Normanha JA, Faria-e-Silva AL, Camilo CC, Savioli RN, et al. Midbuccal canals of maxillary molars evaluated by cone-beam computed tomography: endodontic management of two cases. *Braz Dent J.* 2013;24(6):575-9. doi: 10.1590/0103-6440201302358.