

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y DEL SISTEMA DE CONDUCTOS
RADICULARES DE PRIMEROS MOLARES MANDIBULARES**



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

POSGRADO DE ENDODONCIA

CARTAGENA DE INDIAS

2022

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y DEL SISTEMA DE CONDUCTOS
RADICULARES DE PRIMEROS MOLARES MANDIBULARES**

Investigador disciplinar

JACOBO IVAN RAMOS MANOTAS

Odontólogo – Universidad
Maestro en Endodoncia – Universidad
Docente de Universidad de Cartagena

DEMETRIO ALFONSO BARCHA BARRETO

Odontólogo- Universidad Metropolitana.
Especialista en Endodoncia-Universidad de Cartagena.
Mg Auditoria y sistema de Calidad de salud-Universidad Simón Bolívar.
Docente de Universidad de Cartagena

Investigadores

DANIELA CRISTINA MENDOZA RHENALS

CRISTINA MERCEDES BANQUEZ SANTAMARIA

Odontólogas aspirantes al título de Endodoncia

Residentes IV semestre postgrado de Endodoncia

Asesora metodológica

ROSSANA LÓPEZ SALEME

Magister en educación

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

POSGRADO DE ENDODONCIA

CARTAGENA DE INDIAS

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de Indias, noviembre de 2022

AGRADECIMIENTOS

Damos los más sinceros agradecimientos a:

Dios por darnos la voluntad para no desfallecer a lo largo de esta especialización, a nuestras familias quienes siempre fueron apoyo incondicional en todas y cada una de nuestras decisiones, por el tiempo dedicado, por inculcarnos valores, por enseñarnos a luchar con tenacidad para alcanzar nuestras metas, por demostrarnos que el deseo de superación permite salir adelante a pesar de los obstáculos que se presenten, por brindarnos la oportunidad de tener una formación integral y por confiar en nuestras capacidades hasta el final.

A la universidad de Cartagena por hacernos parte de ella y abrirnos las puertas de su seno científico para estudiar nuestra carrera y en este caso culminar nuestra especialización.

A nuestro asesor metodológico Rossana López Saleme por la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento al guiarnos durante el desarrollo de este proyecto, así como también, a nuestros asesores disciplinares Jacobo Ramos Manotas y Demetrio Barcha Barreto, quienes con paciencia y dedicación influyeron en nuestra formación académico; y a nuestros docentes en general por habernos compartido todo su conocimiento a lo largo de nuestra especialización.

A nuestros compañeros, quienes fueron nuestro apoyo durante las horas de desarrollo del proceso de aprendizaje, con quienes se compartió alegrías, tristezas y estrés; pero finalmente siempre fueron soporte en todo momento.

¡¡¡A todos los que de una u otra manera hicieron parte de este proceso, GRACIAS!!!

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS	16
3.1. Objetivo general	16
3.2. Objetivos Específicos	16
4. MARCO TEÓRICO	17
5. METODOLOGÍA	27
5.1 Tipo de estudio	27
5.2 Muestra	27
5.2.1 Criterios de selección	27
5.3 Operacionalización de las variables	28
5.4 Recolección de la información	28
5.5 Análisis estadístico	29

5.6	Consideraciones éticas	29
6.	Resultados	30
7.	Discusión	32
8.	CONCLUSIONES	35
9.	RECOMENDACIONES	36
	REFERENCIAS	37
	ANEXOS	42

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipología de conductos radiculares en la raíz mesial según Vertucci	31
Tabla 2. Tipología de conductos radiculares en la raíz distal según Vertucci	32
Tabla 3. Análisis comparativo del tipo de conductos por raíz con el sexo	32

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquematización gráfica de la clasificación de conductos radiculares según Vertucci	26

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Instrumento de recolección de la información	43

RESUMEN

El tratamiento endodóntico incluye la limpieza y conformación de los conductos radiculares, la eliminación de los tejidos pulpaes inflamados o necróticos y la obturación de los conductos. El fracaso del tratamiento endodóntico puede deberse a la morfología compleja de los conductos. El conocimiento de la complejidad anatómica del sistema de conductos radiculares y su potencial de variación puede mejorar la limpieza y la conformación efectivas del espacio del conducto pulpar, mejorando así la eficacia del tratamiento y el pronóstico a largo plazo. **Objetivo:** caracterizar la morfología radicular y del sistema de conductos en primeros molares mandibulares de una población de Cartagena. **Metodología:** estudio de corte transversal en el que se describen las características morfológicas de las raíces y conductos de primeros molares mandibulares mediante tomografías computarizadas de haz de cono (CBCT) de un centro radiológico de la ciudad de Cartagena. Se realizó la estadística descriptiva con frecuencias. **Resultados:** 101 tomografías fueron analizadas el 59,4% eran de mujeres. Todos los molares presentaron una raíz mesial y otra distal. La raíz mesial presentó la clase IV Vertucci en el 80,2% de los casos y la raíz distal el 84,2% para el tipo I. **Conclusiones:** los primeros molares mandibulares presentan como características más frecuentes: dos raíces (una medial y otra distal), una clase Vertucci IV y I, para la raíz mesial y distal, respectivamente.

Palabras claves: tomografía computarizada de haz cónico, conducto radicular, radiología, Endodoncia, anatomía. **(DecS).**

INTRODUCCIÓN

El éxito de los tratamientos de conductos está relacionado con una buena conformación del sistema de conductos radiculares que permita la eliminación de todos los detritos, microorganismos y restos orgánicos dentro del sistema de conductos, mediante la acción conjunta del desplazamiento de los instrumentos mecánicos y de la capacidad de penetración y de los irrigantes. Sin embargo, existen factores que plantean un reto para los clínicos, como la anatomía de interna de los conductos radiculares, conductos accesorios, raíces con morfologías atípicas, entre otras.

Por esta razón, se deben considerar las variaciones anatómicas más frecuentes en el sistema de conductos radiculares para establecer un plan de abordaje específico. No obstante, se debe reconocer que las características morfológicas de los molares, al igual que otros factores biológicos, tienen componentes genéticos ligados a la etnicidad y a los cambios medioambientales relacionados con las condiciones geográficas de determinada población.

Uno de los órganos dentarios mayormente estudiados es el primer molar mandibular, esto podría darse debido a que al ser el primer molar permanente en erupcionar, frecuentemente es afectado por lesiones cariosas y por las que podrían requerir tratamientos endodónticos.

Por lo anterior, existen precedentes del estudio morfológico de los primeros molares mandibulares mediante diversos métodos, como la toma de múltiples radiografías

antes del tratamiento con diferentes angulaciones y análisis, técnicas de tinción, tomografía y radiografía con medios de contraste. Los resultados obtenidos a través de la imagenología bidimensional, entre las que se encuentran las radiografías periapicales y panorámicas, suelen ser controvertidos por sus múltiples superposiciones y las distorsiones que presentan.

Por su lado, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) es una herramienta de diagnóstico dental que presenta información tridimensional de alta calidad y es una mejor técnica para la evaluación previa al tratamiento de la morfología del conducto radicular. La CBCT es una de las modalidades de imagen avanzadas capaces de superar la superposición de estructuras adyacentes y su propiedad tridimensional la hace superior a la radiografía periapical convencional. Esta modalidad radiográfica permite la investigación sin dañar los tejidos y permite el normal funcionamiento de los dientes naturales en la cavidad oral.

Por todo lo anterior, la presente investigación tiene como intención describir la morfología radicular y del sistema de conductos en primeros molares mandibulares de una población de Cartagena.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El tratamiento endodóntico tiene como fin último la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares (SCR). Este procedimiento debe eliminar los componentes orgánicos e inorgánicos contenidos en su interior a través de una sinergia quimiomecánica cuyo objetivo es la conformación y desinfección de los conductos por donde discurre el paquete vasculonervioso dental (1). Por ello, sin lugar a duda, es menester el reconocimiento de las variaciones anatómicas de los órganos dentarios al ejecutar la terapéutica requerida.

Considerando lo anterior, se investigan los cambios evolutivos que se presentan en la morfología dental y radicular, incluyendo la variaciones en el SCR. Ren y cols revelaron las modificaciones de molares entre individuos del periodo neolítico y chinos modernos, mostrando variaciones significativas en forma, tamaño y presencia de conductos (2). El conocimiento de esto muestra que puede existir una adaptación morfológica dental a las condiciones medioambientales con las que un individuo interactúa. De hecho, aunque se cree que cada diente en particular contiene un cierto número de raíces y conductos, se observan variaciones en la sus morfologías comúnmente. El número y la clasificación de los conductos radiculares también pueden diferir según el origen étnico y el sexo, así como entre poblaciones e incluso dentro de la misma población. Por lo tanto, los estudios de diferentes poblaciones son importantes para determinar el alcance total de esta diversidad (3).

El primer molar mandibular es analizado por diversas investigaciones a nivel global debido a que es el órgano dentario más frecuentemente tratado endodónticamente

(4), presenta alta prevalencia de curvaturas, comunicaciones internas y raíces mesiales complejas. Usualmente presenta dos raíces: 1 distal y 1 mesial. La raíz mesial presenta una serie de desafíos anatómicos para los odontólogos, como múltiples canales, istmos y deltas apicales (5).

Estas variaciones fundamentales de los primeros molares mandibulares aunadas con las diversificaciones propias de cada grupo de individuos motivaron a diversos investigadores a profundizar más en ello. Los resultados del estudio de Fu y cols revelan diversidad en angulaciones de abordaje intracoronal e intracanal, así como también en longitudes y diámetros (6). De igual manera, los hallazgos de Ratanajirasut y cols mostraron variaciones morfológicas en una población tailandesa (7), resultados que no coinciden con los publicados por Ghobashy y cols en una población egipcia (8).

La importancia de conocer la morfología del primer molar inferior es que permite mejorar el éxito de los tratamientos endodónticos y prevenir las recidivas en los órganos dentarios ya tratados. Para ello, se requieren herramientas que ayuden a visualizar de manera efectiva las condiciones geográficas de estas estructuras. Así las cosas, se utilizan diversos métodos para el examen morfológico incluidas la tinción del conducto, la radiografía mejorada con medio de contraste y la microtomografía computarizada (9). Sin embargo, estas técnicas son métodos *ex vivo* lo que limita la aplicabilidad de estas técnicas en la práctica clínica. Otros métodos *in vivo* incluyen radiografías periapicales intraorales convencionales y tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). La radiografía convencional

produce solo imágenes bidimensionales de objetos tridimensionales, lo que resulta en la distorsión y superposición de estructuras. Las exploraciones CBCT han mejorado significativamente la comprensión de la morfología tridimensional del conducto radicular. Además, tienen dosis de radiación más bajas que las tomografías computarizadas convencionales, lo que las hace más viables para la aplicación clínica (10).

Considerando lo anterior, se requieren investigaciones a nivel local que puedan ayudar a reconocer las particularidades propias de la población residente en la ciudad de Cartagena con el fin de generar un perfil que se adapte a las condiciones medio ambientales de este sitio geográfico. Dada la poca información que existe actualmente en la ciudad sobre las formas y variaciones anatómicas de los primeros molares inferiores mediante CBCT, la presente investigación plantea la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las características morfológicas de los primeros molares mandibulares de una población de Cartagena, Colombia?

2. JUSTIFICACIÓN

Los odontólogos pueden enfrentar desafíos clínicos como resultado de la morfología del conducto radicular. Una forma de superar los inconvenientes que pueden surgir durante la terapia de endodoncia es tener conocimiento de la morfología de los conductos radiculares en cada grupo de dientes que permita abordar las posibles dificultades durante la realización del tratamiento endodóntico. No obstante, se ha demostrado que numerosas variables pueden contribuir a las variaciones de estos resultados como la edad, la etnicidad, el género y el área geográfica (11).

La probabilidad de predecir un sistema complejo de conductos radiculares con una marcada preferencia por la identidad étnica sería un beneficio clínico para el endodoncista que realiza un conducto radicular. La eficiencia clínica de los procedimientos de tratamiento endodóntico depende de un conocimiento completo de la estructura radicular y la probabilidad de variación en la configuración del conducto radicular, debido a que los conductos radiculares no detectados conducen al fracaso del tratamiento (12).

La información completa sobre las morfologías más comunes de la raíz y el conducto radicular con sus variaciones es imprescindible para ayudar a los odontólogos a identificar irregularidades durante el tratamiento de conductos para potenciar el éxito terapéutico. Es imperativo reflexionar sobre la complicada morfología tridimensional del conducto radicular y las probables variaciones. Una interpretación teórica detallada y, por lo tanto, una comprensión de la morfología del conducto radicular puede disminuir significativamente las tareas problemáticas

encontradas en la preparación, limpieza y modelado de la cavidad de acceso, obturación y restauración final del sistema del conducto radicular (13).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Caracterizar la morfología radicular y del sistema de conductos en primeros molares mandibulares de una población de Cartagena.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el sexo de los pacientes incluidos en el estudio.
- Cuantificar las raíces del primer molar inferior por medio de la tomografía computarizada con haz cónico (CBCT).
- Clasificar el tipo de conducto de las raíces de acuerdo con los criterios de Vertucci.
- Determinar la prevalencia de las variaciones anatómicas del primer molar inferior según el sexo.

4. MARCO TEÓRICO

La endodoncia, como conjunto de conocimientos metódicamente formado y ordenado, constituye una ciencia, integrada en el conjunto de las ciencias de la salud. Su objetivo es el estudio de la estructura, la morfología, la fisiología y la patología de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares. En su ámbito integra las ciencias básicas y clínicas que se ocupan de la biología de la pulpa, así como la etiopatogenia, el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de las enfermedades y lesiones de esta y de los tejidos perirradiculares asociados (9)

El concepto de morfología implica una ordenación de partes definidas y, a la vez, una multiplicidad especial. La forma es uno de los caracteres específicos del organismo, si bien las diferencias y modificaciones que presenta son ejemplos elocuentes de la variabilidad de las formas biológicas, aun dentro de su especificidad.

Es cierto que la forma está íntimamente relacionada con la función, pero no depende exclusivamente de ella, sino que en buena parte está influida por 2 tipos de factores: los genes, que determinan la manifestación de sus características, y el medio ambiente, que, al actuar sobre los factores hereditarios, puede producir variaciones en los mismos. Como señaló Brachet, “es la vida misma la que crea las formas”.

No cabe duda de que el estudio de la anatomía dentaria es un fundamento esencial para las ciencias que se aplican al estudio del diente, pero el conocimiento de su morfología interna es indispensable para el especialista, ya que está íntimamente ligado a las técnicas endodónticas destinadas a conseguir la supervivencia del diente.

Sin embargo, es paradójico que precisamente exista mayor confusión respecto al capítulo de la morfología interna del diente. Es evidente que los conceptos generales sobre su forma y estructura son conocidos, pero no ocurre lo mismo cuando se profundiza en sus particularidades, sobre las que existe multiplicidad de

criterios; posiblemente ello es consecuencia de las dificultades que presenta su estudio, lo que se manifiesta en la diversidad de técnicas empleadas con el fin de conocer su morfología real, y las distintas interpretaciones que los autores han dado a las imágenes observadas.

Técnicas de estudio

Los estudios sobre topografía interna del diente se han visto obstaculizados por las complicaciones que comporta el estudio de finos conductillos extremadamente lábiles y recubiertos por estructuras densamente calcificadas. Los primeros trabajos publicados aparecen con Carabelli (1844), Weld (1870), Tomes (1880), Baume (1890) y Muhldreiter (1891); sin embargo, son descripciones que, si bien reseñan loables cualidades respecto a la anatomía externa del diente, sin duda debido a la falta de métodos, no ofrecen los detalles necesarios para conocer a la perfección la anatomía interna. Ya a principios de 1900 aparecen los trabajos de Preiwerck (1901), quien emplea el relleno del diente con metal y transiluminación para su estudio. En el periodo comprendido entre 1902 y 1905 cabe destacar los estudios de Black, Miller y Port realizados a partir del seguetado de dientes. En 1908, Fischer aplica un nuevo método que consiste en el relleno del diente con celuloide disuelto en acetona; de esta forma obtiene unos moldes de los espacios vacíos que conforman la estructura interna. Loos, en 1909, realiza nuevos estudios aplicando la técnica del seguetado. Este mismo año aparece otra técnica para el estudio de la anatomía interna con Diaulafe y Herpin, que utilizan los rayos X en dientes previamente exodonciados. En 1910, Eurasquin aplica la técnica de cortes histológicos en dientes. En 1911, Dieck busca mayor contraste radiológico, para lo cual introduce mercurio en la cámara pulpar, centrifugando el diente para conseguir su penetración en los finos conductos radiculares, y practica radiografías de los mismos. En 1913, Adloff continúa los estudios empezados por Preiswerck y emplea la misma técnica de relleno e iluminación. En el mismo año, Fazoli y Arlotta utilizan el método del relleno, en el que aplican cinabrio suspendido en gelatina. Un año más tarde, Morel introduce la variante de emplear como relleno la tinta china. Hess,

en 1917, basa sus estudios tanto en los cortes microscópicos como en el relleno de los dientes con tinta china y posterior diafanización de los mismos. Ese mismo año, Rottenbiller inicia la técnica del relleno con caucho. Cuatro años más tarde, Zurcker amplía estos estudios utilizando también el método de relleno con caucho. Barret, en 1925, reanuda la técnica de los cortes microscópicos. En el mismo año, Keller practica sus estudios mediante el relleno con gelatina. En 1936, dos autores se preocupan por el tema: Rapela y Muller. El primero emplea la técnica del relleno y diafanización, y como sustancias para obturar las cámaras y conductos utiliza el azul ultramarino en gelatina y el negro humo también en gelatina; el segundo utiliza la técnica radiográfica, pero, para darle mayor contraste, rellena los dientes de estudio con caucho. Aprile y Secchi (1938) vuelven a aplicar la técnica del seguetado para sus investigaciones. Seis años más tarde (1944), Pucci y Reig fueron quienes, continuando la misma técnica, consiguen nuevos avances en su estudio. En 1947, Aprile y Carames retornan de nuevo a la técnica de la diafanización, previo relleno con tinta china. En este mismo año Bernard experimenta la técnica de ionoforesis, pero con el inconveniente de que solo puede visualizar los conductos laterales con apertura a periodonto, por lo que la técnica es insuficiente (14).

Ya en 1950, Wheeler continúa los estudios aplicando nuevamente el seguetado. En 1952, Diamond aplica la técnica de la radiografía simple; 3 años más tarde (1955) otros autores se ocupan del tema, y tanto Giuntoli como Barone aplican la técnica del relleno, pero mientras que el primero la realiza con metacrilato de metilo, Barone lo hace mediante la inyección de celuloide plástico negro para su posterior diafanización. Finalmente, Meyer se ocupa de este tema mediante la técnica de los cortes microscópicos.

Todos los órganos dentarios poseen características anatómicas particulares, pero algunos muestran gran variabilidad en su topografía interna, como es el caso de los molares. (9)

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) es un método relativamente nuevo para visualizar un diente o dentición individual en relación con los tejidos esqueléticos circundantes y para crear imágenes tridimensionales del área a examinar. El uso de CBCT en Endodoncia está aumentando rápidamente en todo el mundo (15).

En comparación con los métodos radiográficos tradicionales, que reproducen la anatomía tridimensional como una imagen bidimensional, CBCT es un método de imagen tridimensional que ofrece la posibilidad de ver un diente o dientes individuales en cualquier vista, en lugar de vistas predeterminadas 'predeterminadas'. Por lo tanto, CBCT puede ser una herramienta poderosa en el diagnóstico endodóntico, la planificación del tratamiento y el seguimiento. Al mismo tiempo, la CBCT tiene limitaciones, y la dosis de radiación para los pacientes siempre debe tenerse en cuenta al seleccionar los modos de diagnóstico (15).

Las imágenes de CBCT endodónticas deben ofrecer no solo una evaluación 3D de la región de interés, sino también generar imágenes con una resolución espacial adecuada para permitir una evaluación detallada del diente y la anatomía alveolar circundante. Los sistemas CBCT tienen una resolución espacial significativamente menor que las radiografías intraorales (15-20 líneas por mm) (16)

Las imágenes de CBCT reconstruidas consisten en vóxeles (píxeles volumétricos), que son análogos a un píxel en una imagen 2D. Si la resolución de una imagen aumenta al disminuir el tamaño del vóxel, se necesita una dosis de radiación más alta para lograr el mismo nivel de ruido que con un tamaño de vóxel más alto. El tamaño de vóxel utilizado en CBCT es a menudo un compromiso relacionado con el dispositivo. Se debe evitar reducir el tamaño del vóxel más allá de lo requerido

para producir imágenes reconstruidas de un rendimiento suficiente para evitar dosis de radiación innecesariamente altas (15).

Existen variaciones anatómicas con cada tipo de diente. La naturaleza bidimensional de las radiografías significa que no revelan constantemente el número real de canales presentes en los dientes. Esto puede conducir a la incapacidad de identificar todas las raíces presentes, lo que puede dar lugar a una desinfección incompleta del sistema del conducto radicular, lo que en última instancia puede conducir a un peor resultado del tratamiento del conducto radicular (17).

Matherne *y col* realizaron una investigación *ex vivo* para comparar el dispositivo de pareja cargada y los sistemas de radiografía digital de placa de fósforo fotostimulable con CBCT para detectar el número de conductos radiculares en 72 incisivos mandibulares extraídos, primeros premolares y molares maxilares. Descubrieron que con las radiografías digitales, independientemente del sistema utilizado, los endodoncistas a pesar de tomar radiografías de paralaje no lograron identificar al menos un conducto radicular en el 40% de los dientes en comparación con CBCT (18).

Una serie de estudios taiwaneses evaluó la prevalencia de las raíces disto-linguales en los primeros molares mandibulares con radiografías convencionales y CBCT; descubrieron que la prevalencia de canales disto-linguales era del 21% y del 33%, respectivamente, con radiografías y CBCT, respectivamente. Sugirieron que la CBCT era útil para manejar los molares mandibulares con canales disto-linguales (19).

Los dientes molares extraídos del primer y segundo molar se han evaluado para determinar la prevalencia de los segundos canales mesiobucales (MB2). Después

del escaneo, los dientes se seccionaron axialmente y se determinó el verdadero número de canales presentes. Hubo una correlación del 80% entre los hallazgos de CBCT y los resultados del seccionamiento dental. El acuerdo intra-examinador con CBCT fue del 90%, lo que indica un excelente nivel de fiabilidad (20).

Neelakantan *y col* analizaron 95 dientes con CBCT de pequeño volumen, TC, TC cuantitativa periférica, radiografía digital mejorada simple y medio de contraste. La prevalencia de los canales de cada uno de estos sistemas de imágenes se comparó con el estándar de referencia de tinción y limpieza de los dientes. Se descubrió que la CBCT era tan precisa como el estándar de referencia, y la precisión de la TC era del mismo orden de magnitud. Curiosamente, la TC no fue tan precisa como la CBCT. Al igual que con estudios anteriores, el acuerdo entre examinadores e intraexaminadores fue significativamente mayor con CBCT (y los otros sistemas de imágenes en 3D) en comparación con las radiografías de paralaje (21).

Baratto *y col* concluyeron que el uso de un microscopio dental operativo y CBCT condujo a una mayor probabilidad de localizar canales. También pueden detectarse las curvaturas de los canales en el área lingual, que de otro modo solo pueden estimarse mediante la negociación del sistema de conducto radicular (22). Estrela *y col* (23) utilizaron CBCT para determinar el radio de curvatura de los conductos radiculares, y concluyeron que CBCT es una herramienta confiable para evaluar con seguridad y precisión la gravedad del radio de curvatura de los conductos radiculares. Esta información es importante para minimizar las aberraciones en los conductos radiculares curvos y / o la fractura del instrumento.

Además de ser útil para evaluar la anatomía del conducto radicular de los dientes con 'anatomía típica', la CBCT es particularmente útil para evaluar los dientes con una anatomía compleja conocida, como los dens invaginatus y los dientes fusionados (24).

El conocimiento previo del número de conductos radiculares y su ubicación no solo da como resultado una identificación predecible de todas las entradas del conducto radicular, sino que también tiene la ventaja de minimizar el tamaño de la cavidad de acceso (19).

Lógicamente, la detección mejorada de los conductos radiculares debería significar que se acceda, desinfecte y llene más del conducto radicular complejo, lo que a su vez debería mejorar el resultado del tratamiento del conducto radicular. Sin embargo, debe recordarse que debido a la baja resolución de la CBCT, la anatomía esclerosada y / o accesoria puede no identificarse fácilmente (10).

Morfología dental interna

El tejido duro que rodea la pulpa dental puede adoptar variedad de configuraciones y formas. El profundo conocimiento de la morfología dental, la interpretación cuidadosa de las radiografías anguladas, el acceso adecuado al interior del diente y su exploración son requisitos indispensables para el éxito del tratamiento. El significado de la anatomía del conducto ha sido subrayado por estudios en los que se demostró que las variaciones de la geometría del conducto antes de la conformación y limpieza tenían mayor efecto sobre los cambios ocurridos durante la preparación que las técnicas de instrumentación (13).

Desde los primeros trabajos de Hess y Zurcher, hasta los estudios más recientes que han demostrado las complejidades anatómicas del sistema de conductos radiculares, se sabe desde hace tiempo que la raíz con un conducto cónico y un solo foramen constituye la excepción más que la regla. Los investigadores han encontrado múltiples forámenes, conductos adicionales, fins, deltas, conexiones entre conductos, asas, conductos conforma de C, furcaciones y conductos laterales en la mayoría de los dientes. Así pues, cuando trata un determinado diente, el clínico debe asumir que la anatomía compleja ocurre con frecuencia suficiente para considerarla normal (24).

Existen muchas clasificaciones para referirse a los tipos de conductos que se pueden encontrar en una raíz dental, la más utilizada es la de Vertucci, quien la clasifico en 8 tipos:

Tipo I: un conducto único se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice

Tipo II: dos conductos separados salen de la cámara pulpar y se unen cerca del ápice para formar un conducto (2-1).

Tipo III: un conducto sale de la cámara pulpar y se divide en dos en la raíz; los dos conductos se funden después para salir como uno solo (1-2-1).

Tipo IV: dos conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice (2).

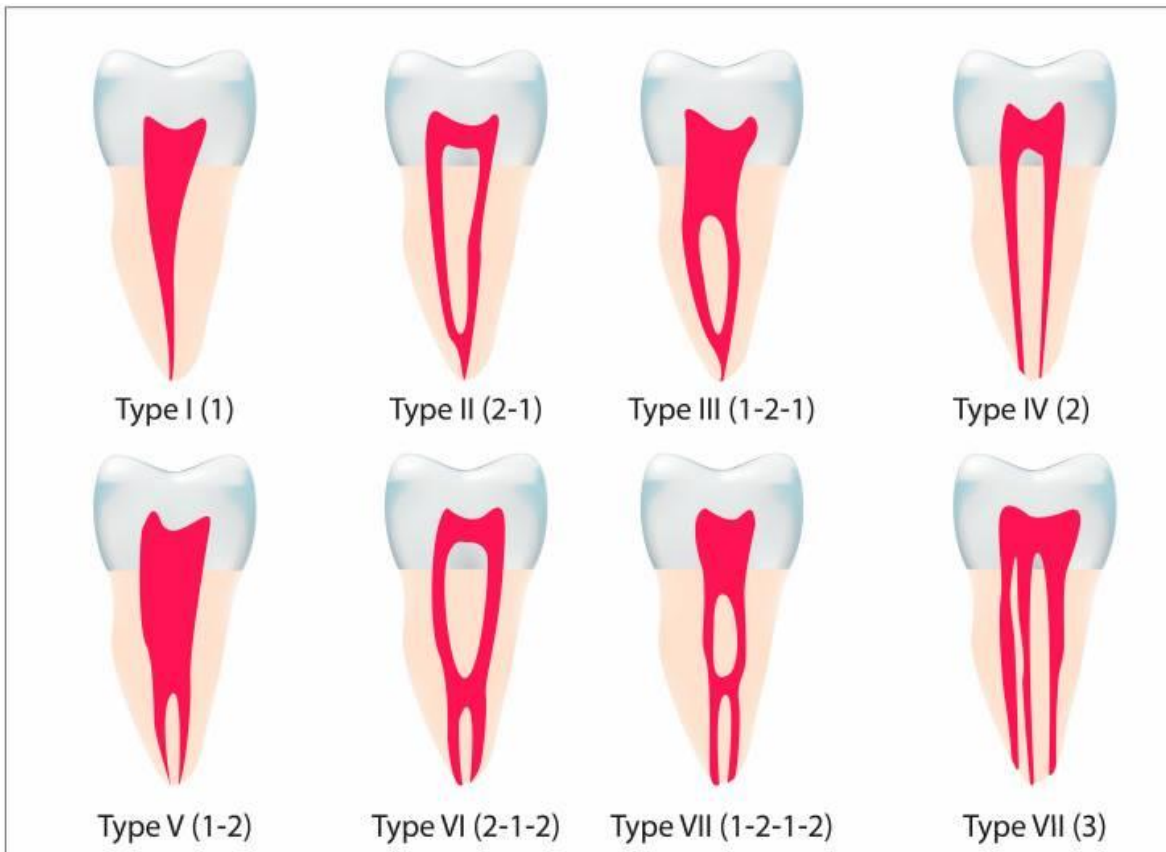
Tipo V: un conducto sale de la cámara pulpar y se divide cerca del ápice en dos conductos distintos, con forámenes apicales separados (1-2).

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 (2-1-2).

Tipo VII: un conducto sale de la cámara pulpar, se divide y después vuelve a unirse en el cuerpo de la raíz, y finalmente se divide otra vez en dos conductos distintos cerca del ápice

Tipo VIII: tres conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice

Figura 1. Esquematización gráfica de la clasificación de conductos radiculares según Vertucci



Fuente 1. Alhujhuj y cols (2022). Evaluation of Root Canal Configuration of Maxillary and Mandibular First Molar by CBCT: A Retrospective Cross-Sectional Study.

Morfología interna primer molar mandibular

Quizá debido a que es el primero en erupcionar entre los dientes posteriores permanentes, el primer molar inferior parece ser el diente que requiere con más frecuencia tratamiento de conductos radiculares. Muchas veces se ha sometido a una gran restauración, y debe soportar fuerzas de oclusión intensas. Por tanto, la cámara pulpar se encuentra muchas veces retraída o está calcificada. El diente suele tener dos raíces, pero en ocasiones tiene tres, con dos o tres conductos en la raíz mesial y uno, dos o tres conductos en la raíz distal. Los conductos de la raíz

mesial son uno MV y otro ML; a veces existe un conducto mesial central (MC) en el surco de desarrollo entre los conductos MV y ML. La incidencia de un conducto MC oscila entre el 12% y el 15%. Los conductos de las raíces distales son el conducto distal (si sólo existe un conducto) y los conductos DV, DL y distal central (DC) (si existen varios conductos). Los orificios de esos conductos están conectados por un surco de desarrollo. Los orificios de todos los conductos suelen estar localizados en los dos tercios mesiales de la corona, y el suelo de la cámara pulpar es aproximadamente trapezoidal o romboidal. De modo habitual existen cuatro cuernos pulpares (MV, ML, DV y DL). La presencia de dos raíces distales separadas es rara pero existe. En tales casos la raíz DL es más pequeña que la DV y suele ser más curva. Además, la raíz DL tiene con frecuencia una curvatura apical abrupta hacia el lado vestibular que no se aprecia en las radiografías. La raíz mesial, que es la más ancha de las dos, se curva en sentido mesial desde la línea cervical hasta el tercio medio de la raíz, y después se angula en sentido distal hasta el ápice. Las superficies vestibular y lingual son convexas en toda su longitud, mientras que la superficie distal de la raíz y la superficie mesiales de la raíz distal tienen una concavidad, por lo que la pared de dentina es muy fina. Se debe tener cuidado para disminuir al mínimo la instrumentación en esas paredes, debido a que el corte excesivo en la zona de la concavidad puede conducir a una perforación de la raíz. Los orificios de los conductos mesiales suelen estar bien separados dentro de la cámara pulpar principal y conectados por un surco de desarrollo. El orificio MV se encuentra comúnmente bajo la cúspide MV, mientras que el orificio ML se suele hallar justo lingual al surco central. A veces existe un orificio del conducto MC en el surco entre los orificios MV y ML (11).

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de estudio

Estudio de corte transversal en el cual se presentan las descripciones de las variaciones anatómicas de los primeros molares mandibulares en una población de tomografías de pacientes adultos.

5.2 Muestra

La población estuvo constituida por 101 tomografías de pacientes adultos que consultaron a un centro radiológico desde el 2015 al 2022 en la ciudad de Cartagena.

Muestra: tipo censo

Muestreo: no probabilístico

5.2.1 Criterios de selección

5.2.1.1 Criterios de inclusión

Tomografías mandibulares posteriores con presencia del primer molar permanente y formación radicular completa de pacientes adultos

5.2.1.2 Criterios de exclusión

- Molares tratados endodónticamente
- Tomografías de dientes con patologías periapicales
- Dientes con corona incompleta
- Dientes con restauraciones coronales.

5.3 Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	NATURALEZA	NIVEL DE MEDICIÓN
Sociodemográficas	Indicador social que permite agrupar una población homogénea y definir a que grupo pertenece	Sexo	M, F	Cualitativa	Nominal
Características morfológicas	Clasificación de las características morfológicas de un individuo	Numero de raíces	Total de raíces	Cuantitativa discreta	Razón
		Numero de conductos por raíz	# de conductos	Cuantitativa	Razón
			Tipo de conductos I - VII	Cualitativa	Nominal

5.4 Recolección de la información

La muestra se obtuvo del centro *Radiología oral digital COIDES Ltda.* al cual se envió un formato de consentimiento informado para acceder a los datos que se encuentran en la tomografías a las mismas, como lo son edad y sexo. Para la recolección de los datos se diseñó un instrumento en el cual se recopiló la información que se observara en las tomografías, se utilizaron 101 tomografía computarizada con haz cónico (CBCT) del maxilar inferior derechas e izquierdas, que se encontraban en la base de datos del centro radiológico Radiología oral digital COIDES Ltda, las cuales fueron suministradas por un operador del centro radiológico. Las tomografías fueron realizadas con el equipo Veraviewepocs 3D R100 (JMORITA USA) con 12, 3, 9cm de campo de visión, 90-kVp voltaje, 4.0-mA corriente, 0.2-mm voxel isotrópico y 24 segundos de tiempo de escaneo. Las imágenes obtenidas fueron visualizadas con el programa One Volume Viewer (Jmorita, Kioto, Japón).

Para la evolución de las tomografías se realizó una calibración hecha por un operador experto en tomografía computarizada con haz cónico (CBCT) y en anatomía de molares, el cual calibró y evaluó rigurosamente a la persona encargada

de evaluar las tomografías. Posterior a esto se evaluaron las 101 tomografías, se procedió a analizar las tomografías en sentido axial, coronal, sagital, para poder determinar los datos requeridos para el estudio, observando de manera detenida y en cada corte de la tomografía el número de raíces, número de conductos, el tipo de conductos según el criterio de Vertucci, almacenado en la ficha de recolección de datos o instrumento de recolección diseñado por los evaluadores, en este se depositó toda la información proporcionada por la tomografía, para tener un seguimiento de la información teniendo como producto final, los datos necesarios para evaluar los resultados del proyecto el equipo investigador se realizó estandarización intra e inter examinador con un radiólogo para la interpretación de tomografía computarizada con haz cónico (CBCT) y en anatomía de molares, posteriormente se calibraron obteniendo un Kappa superior a 0.80 con el patrón de oro.

5.5 Análisis estadístico

La información se almacenó en una tabla de Excel y se utilizó el programa estadístico SPSS versión 25.0, para determinar la estadística descriptiva, para calcular frecuencia, promedio con desviación estándar de cada variable. Se realizó la estadística descriptiva con frecuencias y se comparó el sexo con variables morfológicas mediante la prueba de Fisher.

5.6 Consideraciones éticas

La Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, en su artículo 3 indica que Las instituciones, en razón a sus reglamentos y políticas internas, elaborarán su manual interno de procedimientos con el objeto de apoyar la aplicación de estas normas y así dar un manejo en el uso de sus ayudas diagnósticas. Se recurrió al uso de un consentimiento informado institucional que permitió el uso de las tomografías sin tener en cuenta la identificación del paciente esto dispuesto en el artículo 14. Se entiende por Consentimiento Informado el acuerdo por escrito, mediante el cual el sujeto de investigación o en su caso, su

representante legal, autoriza su participación en la investigación, con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos, beneficios y riesgos a que se someterá, con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna. El cual para esta investigación no presento riesgo alguno, pues se utilizó solo la revisión de los datos tomográficos almacenados en la base de datos de la institución.

El procedimiento imagenológico que se implementó para la obtención de los resultados de este estudio inició con la recolección de tomografías en el centro radiológico teniendo en cuenta criterios de inclusión y exclusión en un dispositivo extraíble, posteriormente se analizaron las tomografías y se almacenaron los datos en una hoja de Excel para posteriormente realizar, se utilizó el programa estadístico SPSS versión 25.0, para determinar la estadística descriptiva, para calcular frecuencia, promedio con desviación estándar de cada variable, además la prueba estadística de Fisher para el análisis de las variables con frecuencias y se comparó el sexo con variables morfológicas y posteriormente se obtuvo el resultado.

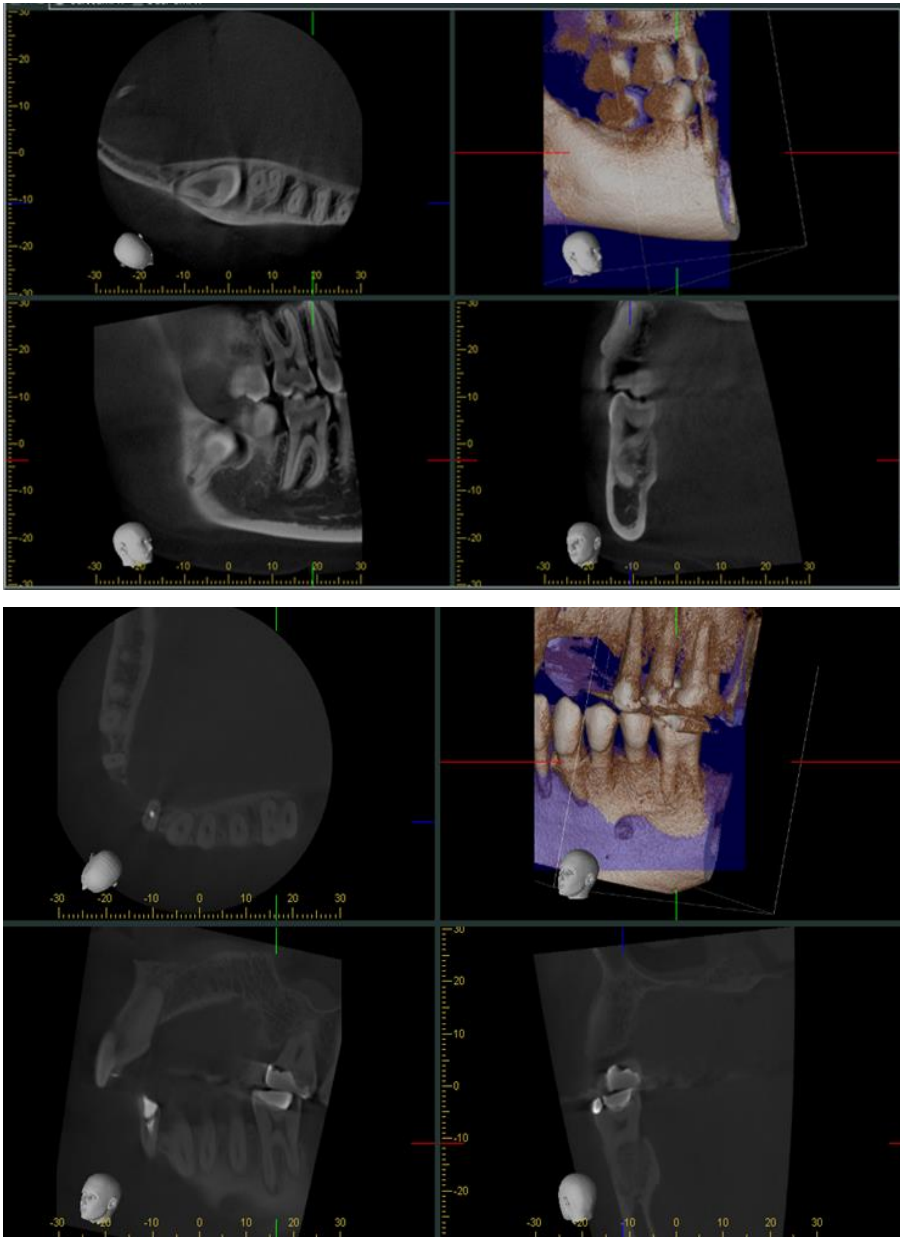


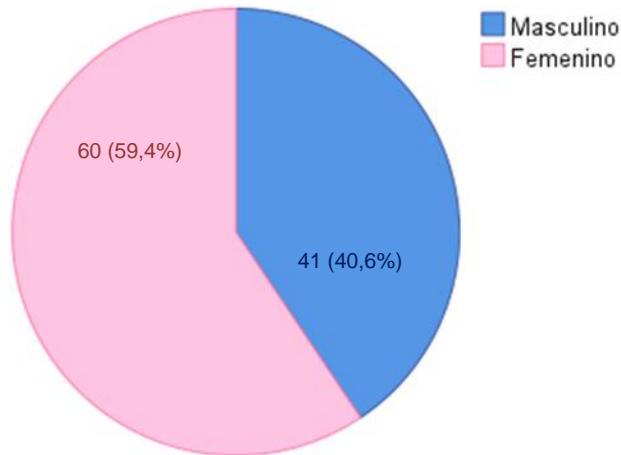
Figura 2. Cortes de tomografías analizadas durante el proceso de análisis CBCT.

6. RESULTADOS

Sexo de los pacientes incluidos en el estudio (Objetivo 1)

La muestra estuvo constituida por 101 tomografías de personas que asistieron al centro radiológica, 60 (59,4%) de ellas correspondieron al sexo femenino.

Gráfico 1. Distribución de la muestra por sexo



Número de raíces y clasificación Vertucci (Objetivo 2 y 3)

Todos los molares analizados presentaron dos raíces, una mesial y otra distal. Según la clasificación de Vertucci, la raíz mesial presentó con mayor frecuencia la tipología IV con 81 (80,2%) observaciones, seguido del tipo II, I y III con 11 (10,9%), 7 (6,9%) y 2 (2%) casos, respectivamente (Ver tabla 1).

Tabla 1. Tipología de conductos radiculares en la raíz mesial según Vertucci

Clase Vertucci	Frecuencia	%
I	7	6,9
II	11	10,9
III	2	2,0
IV	81	80,2
Total	101	100,0

En cuanto a la raíz distal, se observó que el tipo de conductos radiculares más común fue el tipo I con una frecuencia de 85 (84,2%) casos, seguido por el tipo IV con 10 (9,9%) ocurrencias y la menor prevalencia fue el conducto tipo 2 con solo 6 (5,9%) sujetos de estudio (Ver tabla 2).

Tabla 2. Tipología de conductos radiculares en la raíz distal según Vertucci

Clase Vertucci	Frecuencia	Porcentaje
I	85	84,2
II	6	5,9
IV	10	9,9
Total	101	100,0

Prevalencia de las variaciones anatómicas del primer molar inferior según el sexo (objetivo 4)

Al realizar el análisis por sexo y la tipología de conductos por cada raíz se encontró que el sexo femenino presentó mayor variabilidad porcentual que los hombres tanto en la raíz mesial como en la distal.

Tabla 3. Análisis del tipo de conductos por raíz con el sexo

Raíz	Clase Vertucci	Sexo		Total
		Masculino	Femenino	
		N (%)	N (%)	
Mesial	I	1(2,4)	6 (10,0)	7 (6,9)
	II	2 (4,9)	9 (15,0)	11 (10,9)
	III	1 (2,4)	1 (1,7)	2 (2,0)
	IV	37 (90,2)	44 (73,3)	81 (80,2)
Distal	I	37 (90,2)	48 (80)	85 (84,2)
	II	2 (4,9)	4 (6,7)	6 (5,9)
	IV	2 (4,9)	8 (13,3)	10 (9,9)

7. DISCUSIÓN

La intencionalidad del tratamiento de conductos radiculares es eliminar los microorganismos y todos los elementos contaminados dentro de las raíces y los tejidos periapicales para reemplazarlos por un material biocompatible (25). Sin embargo, el sistema de conductos radiculares posee anatomías complejas que a menudo se relacionan con el fracaso endodóntico (26) y además, desde hace más de dos décadas se describen variaciones importantes entre grupos étnicos e individuos dentro de estos mismos grupos (27).

Por lo anterior, la presente investigación intenta establecer un perfil morfológico del sistema de conductos radiculares de primeros molares mandibulares en un grupo de personas adultas que acudieron a un centro radiológico en la ciudad de Cartagena entre los años 2015 y 2022 mediante un análisis tomográfico. Las implicaciones clínicas relacionadas con los hallazgos descritos en este documento pueden orientar al personal odontológico y en especial a la rama endodóntica; a establecer criterios para el abordaje clínico basados en el análisis de la evidencia científica.

Los resultados de esta investigación revelaron la presencia de dos raíces en todos los especímenes evaluados. Estos resultados coinciden con una revisión sistemática realizada por Mashyakhy y cols (28) en la que de un total de 715 molares evaluados, 679 (95%) presentaron dos raíces. De igual manera, Tredoux y col (29) (2021) en una subpoblación africana, Zhang y col (30) (2011) en China, Kim y col (31) (2013) en Corea y Silva y cols (32) (2013) en Brasil; confirman la alta prevalencia de dos raíces a nivel de estos molares. Estos hallazgos se contraponen a lo encontrado por Alhujhuj y col (33) (2022), quienes en una población de 105 molares mandibulares en Arabia Saudita determinaron que el 85,4% de los casos presentaban tres raíces.

Por otro lado, la clase Vertucci para la raíz mesial de los molares examinados en este estudio correspondió mayoritariamente (80,2%) a la tipología IV, datos

diferentes a los encontrados por Mashyakhy y cols (34) en Arabia Saudita, quienes hallaron una proporción superior al 50% de esta clase en la raíz mesial. Similarmente, Mantovani y cols (35) encontraron un porcentaje de 68,9% de la clase IV en una población de Brasil. En estos estudios, a diferencia del presente, se halló mayor diversidad de clases de conductos a nivel de la raíz mesial.

Los datos obtenidos en el presente documento evidenciaron que la mayoría de la de conductos radiculares en la raíz distal fue la clase I según Vertucci con el 84,2%, resultados diferentes a los hallados por Marceliano-Alves y col (36) (2022) quienes encontraron una proporción del 57% de los casos en una población australiana utilizando microtomografía. De igual manera, Mashyakhy y cols (34) (2021) hallaron una prevalencia de la clase Vertucci tipo I del 69% en estas raíces, pero además, determinaron la frecuencia de 17,2% en los canales tipo III y un 10% en los tipo IV. Resultados opuestos a los obtenidos en esta investigación. Como era de esperarse, se evidenciaron diferencias importantes entre los estudios analizados, esto se puede deber a las características genéticas que constituyen un grupo étnico o geográfico. Actualmente las variaciones morfológicas de los primeros molares mandibulares en la población general son heterogéneas, debido no solo al componente genético sino también a las condiciones medioambientales a las que están sometidos los miembros de una población (37).

Existe la posibilidad que estas diferencias se presenten no solo por las discrepancias étnicas, genéticas y medioambientales, sino también por el método tomográfico empleado. En la práctica dental clínica, se ha masificado la aplicación de CBCT como una técnica no invasiva para diagnosticar y direccionar el plan de tratamiento endodóntico. Además, CBCT es confiable para la identificación de estructuras radiculares en comparación con otros métodos convencionales (38). Hace siete años, la Declaración de Posición Conjunta de la Asociación Estadounidense de Endodoncistas y la Academia Estadounidense de Radiología Oral y Maxilofacial; propusieron que los odontólogos recomendaran aplicar CBCT cuando las imágenes radiográficas convencionales no permitieran la visualización

correcta de las estructuras dentales, incluyendo la información sobre los conductos radiculares (39).

Interesantemente, la precisión de identificar canales adicionales depende de la aplicación de resolución de contraste y medición de vóxeles. Bauman y col propusieron que para obtener una imagen óptima para el reconocimiento de los conductos radiculares se debían emplear tamaños de vóxel $\leq 0,2$ mm (40). Estos parámetros son similares a los propuestos por Al-Shehri y col más recientemente, quienes fijan un tamaño de vóxeles de 0,3 mm y viendo las imágenes en escala de grises de 14 bits (41). Es de interés mencionar esta característica metodológica en tanto que diversas investigaciones omiten la configuración de los equipos empleados para las CBCT y cuyos resultados podrían reflejar la diversidad imagenológica expresadas en la literatura existente.

Esta investigación presenta como principal limitación la imposibilidad de conocer más características de los participantes como la procedencia, antecedentes terapéuticos en cavidad bucal, hábitos, condiciones sistémicas, entre otras. De igual manera, no se conoce si se estandarizó la cantidad de radiación por paciente. Sin embargo, el empleo de CBCT provenientes del mismo centro radiográfico ayuda a minimizar el rango de posibilidades.

8. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir que los primeros molares mandibulares de la población estudiada presentarán como características más frecuentes: dos raíces (una mesial y otra distal), una clase Vertucci IV y I, para la raíz mesial y distal, respectivamente. Además, estas variaciones aunque son comunes en otras poblaciones, siguen siendo características propias de la población estudiada.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda que para futuras investigaciones se incluya un tamaño de muestra mayor procurando ampliar la zona geográfica analizada. Además, incluir características sociodemográficas, hábitos, procedencia, condiciones de salud general y bucodental y aquellas que ayuden a relacionar mejor las características morfológicas. También se propone estandarizar las condiciones de radiaciones para las CBCT.

REFERENCIAS

1. Shi L, Wan J, Yang Y, Yao Y, Yang R, Xie W. Evolution of the combined effect of different irrigation solutions and activation techniques on the removal of smear layer and dentin microhardness in oval-shaped root canal - An in-vitro study. *Bosn J Basic Med Sci.* 2022.
2. Ren HY, Kum KY, Zhao YS, Yoo YJ, Jeong JS, Perinpanayagam H, et al. Maxillary molar root and canal morphology of Neolithic and modern Chinese. *Arch Oral Biol.* 2021;131:105272.
3. Altan Salli G, Egil E. Evaluation of mesial root canal configuration of mandibular first molars using micro-computed tomography. *Imaging Sci Dent.* 2021;51(4):383-8.
4. Scavo R, Martinez Lalis R, Zmener O, Dipietro S, Grana D, Pameijer CH. Frequency and distribution of teeth requiring endodontic therapy in an Argentine population attending a specialty clinic in endodontics. *Int Dent J.* 2011;61(5):257-60.
5. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Versiani MA, Moldauer BI, Topham G, Gutmann JL, et al. Comparative accuracy of the Clearing Technique, CBCT and Micro-CT methods in studying the mesial root canal configuration of mandibular first molars. *Int Endod J.* 2017;50(1):90-6.
6. Fu Y, Gao Y, Gao Y, Tan X, Zhang L, Huang D. Three-dimensional analysis of coronal root canal morphology of 136 permanent mandibular first molars by micro-computed tomography. *J Dent Sci.* 2022;17(1):482-9.
7. Ratanajirasut R, Panichuttra A, Panmekiate S. A Cone-beam Computed Tomographic Study of Root and Canal Morphology of Maxillary First and Second Permanent Molars in a Thai Population. *J Endod.* 2018;44(1):56-61.
8. Ghobashy AM, Nagy MM, Bayoumi AA. Evaluation of Root and Canal Morphology of Maxillary Permanent Molars in an Egyptian Population by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2017;43(7):1089-92.

9. Karobari MI, Arshad S, Noorani TY, Ahmed N, Basheer SN, Peeran SW, et al. Root and Root Canal Configuration Characterization Using Microcomputed Tomography: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2022;11(9).
10. Yang Y, Jiang C, Chen M, Zeng J, Wu B. Vertucci's root canal configuration of 11,376 mandibular anteriors and its relationship with distolingual roots in mandibular first molars in a Cantonese population: a cone-beam computed tomography study. *BMC Oral Health.* 2022;22(1):130.
11. Martins JNR, Nole C, Ounsi HF, Parashos P, Plotino G, Ragnarsson MF, et al. Worldwide Assessment of the Mandibular First Molar Second Distal Root and Root Canal: A Cross-sectional Study with Meta-analysis. *J Endod.* 2022;48(2):223-33.
12. Al-Zubaidi SM, Almansour MI, Al Mansour NN, Alshammari AS, Alshammari AF, Altamimi YS, et al. Assessment of root morphology and canal configuration of maxillary premolars in a Saudi subpopulation: a cone-beam computed tomographic study. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):397.
13. Alroomy R, Elbaz F, Asiri A, Almulhim B, Kumari M, Gunaranjan T, et al. Assessment of the middle mesial canals of mandibular first molars using cone-beam computed tomography: an in vivo study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2022;26(8):2861-6.
14. Sahli CC, Aguadé EB. *Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas*: Elsevier Health Sciences; 2019.
15. Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review. *Int Endod J.* 2015;48(1):3-15.
16. Farman AG, Farman TT. A comparison of 18 different x-ray detectors currently used in dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(4):485-9.
17. Tandon J, Taneja S, Bhalla VK, Jain A. Evaluation of Bacterial Reduction at Various Stages of Endodontic Retreatment After Use of Different Disinfection Regimens: An In Vivo Study. *Eur Endod J.* 2022;7(3):210-6.

18. Matherne RP, Angelopoulos C, Kulild JC, Tira D. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *J Endod.* 2008;34(1):87-9.
19. Tu MG, Huang HL, Hsue SS, Hsu JT, Chen SY, Jou MJ, et al. Detection of permanent three-rooted mandibular first molars by cone-beam computed tomography imaging in Taiwanese individuals. *J Endod.* 2009;35(4):503-7.
20. Blattner TC, George N, Lee CC, Kumar V, Yelton CD. Efficacy of cone-beam computed tomography as a modality to accurately identify the presence of second mesiobuccal canals in maxillary first and second molars: a pilot study. *J Endod.* 2010;36(5):867-70.
21. Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao CV. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root canal morphology. *J Endod.* 2010;36(9):1547-51.
22. Baratto Filho F, Zaitter S, Haragushiku GA, de Campos EA, Abuabara A, Correr GM. Analysis of the internal anatomy of maxillary first molars by using different methods. *J Endod.* 2009;35(3):337-42.
23. Estrela C, Bueno MR, Sousa-Neto MD, Pecora JD. Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images. *Braz Dent J.* 2008;19(2):114-8.
24. Song CK, Chang HS, Min KS. Endodontic management of supernumerary tooth fused with maxillary first molar by using cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2010;36(11):1901-4.
25. Iandolo A, Abdellatif D, Pantaleo G, Sammartino P, Amato A. Conservative shaping combined with three-dimensional cleaning can be a powerful tool: Case series. *J Conserv Dent.* 2020;23(6):648-52.
26. Antunes HS, Rocas IN, Alves FR, Siqueira JF, Jr. Total and Specific Bacterial Levels in the Apical Root Canal System of Teeth with Post-treatment Apical Periodontitis. *J Endod.* 2015;41(7):1037-42.

27. Siqueira JF, Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J.* 2001;34(1):1-10.
28. Mashyakhy M, AlTuwaijri N, Alessa R, Alazzam N, Alotaibi B, Almutairi R, et al. Anatomical Evaluation of Root and Root Canal Morphology of Permanent Mandibular Dentition among the Saudi Arabian Population: A Systematic Review. *Biomed Res Int.* 2022;2022:2400314.
29. Tredoux S, Warren N, Buchanan GD. Root and canal configurations of mandibular first molars in a South African subpopulation. *J Oral Sci.* 2021;63(3):252-6.
30. Zhang R, Wang H, Tian YY, Yu X, Hu T, Dummer PM. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in Chinese individuals. *Int Endod J.* 2011;44(11):990-9.
31. Kim SY, Kim BS, Woo J, Kim Y. Morphology of mandibular first molars analyzed by cone-beam computed tomography in a Korean population: variations in the number of roots and canals. *J Endod.* 2013;39(12):1516-21.
32. Silva EJ, Nejaim Y, Silva AV, Haiter-Neto F, Cohenca N. Evaluation of root canal configuration of mandibular molars in a Brazilian population by using cone-beam computed tomography: an in vivo study. *J Endod.* 2013;39(7):849-52.
33. Alhujhuj RR, Jouhar R, Ahmed MA, Almujhim AA, Albutayh MT, Adanir N. Evaluation of Root Canal Configuration of Maxillary and Mandibular First Molar by CBCT: A Retrospective Cross-Sectional Study. *Diagnostics (Basel).* 2022;12(9).
34. Mashyakhy M, Jabali A, Alabsi FS, AbuMelha A, Alkahtany M, Bhandi S. Anatomical Evaluation of Mandibular Molars in a Saudi Population: An In Vivo Cone-Beam Computed Tomography Study. *Int J Dent.* 2021;2021:5594464.
35. Mantovani VO, Gabriel AES, Silva RG, Savioli RN, Sousa-Neto MD, Cruz-Filho AM. Analysis of the mandibular molars root canals morphology. Study by computed tomography. *Braz Dent J.* 2022;33(5):1-8.
36. Marceliano-Alves MF, de Coutinho TMC, Ronquete V, Goulard PAR, do Nascimento LMG, de Almeida Dos Santos A, et al. Internal morphology of distal

roots of mandibular first molars revealed by computed microtomography. *Aust Endod J.* 2022.

37. Magalhaes J, Velozo C, Albuquerque D, Soares C, Oliveira H, Pontual ML, et al. Morphological Study of Root Canals of Maxillary Molars by Cone-Beam Computed Tomography. *ScientificWorldJournal.* 2022;2022:4766305.
38. Khanna AB. Applications of cone beam computed tomography in endodontics. *Evidence-Based Endodontics.* 2020;5(1):1-16.
39. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. *J Endod.* 2015;41(9):1393-6.
40. Bauman R, Scarfe W, Clark S, Morelli J, Scheetz J, Farman A. Ex vivo detection of mesiobuccal canals in maxillary molars using CBCT at four different isotropic voxel dimensions. *Int Endod J.* 2011;44(8):752-8.
41. Al-Shehri S, Al-Nazhan S, Shoukry S, Al-Shwaimi E, Al-Shemmary B. Root and canal configuration of the maxillary first molar in a Saudi subpopulation: a cone-beam computed tomography study. *Saudi Endodontic Journal.* 2017;7(2):69.

ANEXOS

Anexo A. Instrumento de recolección de la información

GENERO		F	M	EDAD		CÓDIGO						
						TIPO DE CONDUCTOS SEGÚN VERTUCCI						
RAÍCES	# DE RAÍCES	L	M	S	# DE CONDUCTOS	TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	TIPO V	TIPO VI	TIPO VII
MESIAL V												
MESIAL L												
DISTAL												