



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

FO
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

**SISTEMA DE CONDUCTOS EN C:
IMPLICANCIAS CLÍNICAS**

ALUMNA: Od. Contreras Paula

DIRECTOR: Dra. Esp. Mariana Carvajal

MENDOZA, Noviembre 2023

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi Directora Dra. Mariana Carvajal, por su dedicación, por siempre tener un consejo, una recomendación, pero por sobre todo un voto de confianza que genero e inspiró una gran diferencia en mi formación.

A toda mi familia que siempre estuvo detrás de mí, de cada paso que doy y fueron siempre un gran apoyo.

ÍNDICE

RESUMEN.....	PÁG. 4
INTRODUCCIÓN.....	PÁG. 5
CASO CLÍNICO I.....	PÁG. 19
CASO CLÍNICO II.....	PÁG. 22
DISCUSIÓN.....	PÁG. 25
CONCLUSIÓN.....	PÁG. 29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	PÁG. 30

RESUMEN

El conocimiento de la anatomía del conducto radicular es, entre otros aspectos, la base del arte y la ciencia de la terapia endodóntica y la curación exitosa después del tratamiento (Versiani *et al.*, 2019).

En referencia a las variables anatómicas existentes, el conducto radicular en forma de C según Cooke y Cox (1979) y Sidow *et al.*, (2000) constituye una morfología radicular inusual que se puede encontrar principalmente en los segundos molares permanentes mandibulares; sin embargo, puede presentarse en otros molares, tanto en el maxilar superior como en el inferior. La característica principal de este sistema en C es la presencia de una aleta o red que conecta los conductos radiculares individuales.

La raíz en forma de C fue analizada en detalle por primera vez por Nakayama (1941), quien le dio el nombre de "raíz en forma de canalón". Este autor, informó que 39 de 135 (28,9%) segundos molares mandibulares extraídos de individuos identificables tenían raíces en forma de C.

Los principales desafíos encontrados durante la limpieza y la conformación de los canales en forma de C incluyen la dificultad para eliminar el tejido pulpar y los restos necróticos, la hemorragia excesiva, la determinación de la longitud de trabajo y la incomodidad persistente durante la instrumentación. Debido a la gran capacidad volumétrica del sistema de canales en forma de C, que alberga anastomosis transversales e irregularidades, se han recomendado muchas técnicas para la ampliación, conformación, limpieza, desinfección y relleno de estos sistemas de canales (Versiani *et al.*, 2019). Concretamente, en el presente trabajo se profundizará el estudio de las características anatómicas de los conductos en forma de C, los recursos de diagnóstico, preparación quirúrgica y obturación en pos de alcanzar un tratamiento endodóntico de calidad.

INTRODUCCIÓN

La anatomía del conducto radicular es la base del arte y la ciencia de la terapia endodóntica y la curación exitosa después del tratamiento. La dentición humana presenta una amplia gama de variaciones anatómicas en cada tipo de diente. Se ha observado que la morfología de la raíz y el conducto varían mucho entre poblaciones, dentro de las poblaciones e incluso dentro del mismo individuo. Los estudios sobre la anatomía del conducto radicular de la primera mitad del siglo XIX destacaron el número de conductos, sus configuraciones y complejidades en los dientes, mientras que los estudios de la segunda mitad del siglo XIX y principios del siglo XX obtuvieron información sobre el extremo apical de la anatomía del conducto radicular y los tejidos periapicales que lo rodean. El conocimiento obtenido de este grupo de estudios constituyó la base biológica en el tratamiento endodóntico. La concepción de la pulpa y el tejido periodontal como un complejo funcional, la asociación entre la enfermedad endodóntica y la respuesta inmune periapical del huésped, así como la importancia terapéutica de la terminación apical fueron enfatizados por estos estudios. Además, aprovechando los conocimientos actuales, se reconoce que el tratamiento eficaz no quirúrgico del conducto radicular y la cirugía endodóntica requieren un conocimiento profundo de la morfología dental y la anatomía del conducto radicular. Desafortunadamente, algunos de los problemas terapéuticos asociados con la morfología compleja de la raíz y la anatomía del conducto radicular siguen siendo desafíos (Versiani *et al.*, 2019). En este momento, es bastante evidente que la profesión odontológica necesita una amplia revisión de este complejo tema: la anatomía de los sistemas de conductos radiculares y sus implicaciones en el tratamiento de conductos radiculares. (Versiani *et al.*, 2019).

En efecto, la comprensión de la anatomía dental interna y sus variaciones es esencial para garantizar resultados exitosos en el tratamiento de endodoncia. Esto es especialmente significativo para el tratamiento de configuraciones de canales en forma de C, que generalmente requieren modificaciones de las técnicas habituales de instrumentación, irrigación y obturación. (Chaintiou Piorno *et al.*, 2022).

En referencia a esto último, serán consideradas en este trabajo las anatomías en forma de C de los segundos molares inferiores, sus variaciones, diagnóstico y tratamiento.

El conducto radicular en forma de C según Cooke y Cox (1979) y Sidow *et al.*, (2000) constituye una morfología radicular inusual que se puede encontrar principalmente en los segundos molares permanentes mandibulares, sin embargo, puede presentarse en otros molares, tanto el maxilar superior como en el inferior. La característica principal de este sistema en C es la presencia de una aleta o red que conecta los conductos radiculares individuales.

En general, un conducto radicular en forma de C se define como un conducto radicular que en sección transversal tiene la forma de la letra C. Sin embargo, dichos conductos radiculares no siempre tienen forma continua de C desde el orificio hasta el agujero apical. Por lo tanto, generalmente se define que un diente tiene un sistema de conductos radiculares en forma de C cuando cualquier sección transversal arbitraria presenta una configuración de conducto radicular en forma de C. Seo y Park (2004) observaron que los conductos radiculares en forma de C tienen una alta posibilidad de dividirse en dos o tres conductos en la región apical. Además, Fan *et al.* (2004), informaron que la forma del conducto radicular en los tercios medio y apical de los sistemas de conductos radiculares en forma de C no se puede predecir basándose en la forma del conducto radicular al nivel del orificio. A pesar de estas dificultades, varios estudios han tenido como objetivo clasificar las raíces y los conductos radiculares en forma de C.

Igualmente, la raíz en forma de C fue analizada en detalle por primera vez por Nakayama (1941), quien le dio el nombre de "raíz en forma de canalón". Este autor informó que 39 de 135 (28,9%) segundos molares mandibulares extraídos de individuos identificables tenían raíces en forma de C. Además, cuando un conducto en C se presenta en un elemento dentario, puede que se encuentre también en el contralateral, esta característica ha sido observada en el 70% de los individuos (Sabala *et al.*, 1994). Los profesionales deben ser conscientes de la prevalencia y variabilidad de la morfología del conducto radicular en forma de C y cómo esto puede afectar el tratamiento endodóntico (Fenelon *et al.*, 2022).

Además, la variación del segundo molar inferior parece estar determinada genéticamente y puede establecer el origen étnico de los sujetos. Se ha informado, una prevalencia de 2,7 al 7,6% en la población caucásica (Weine *et al.*, 1988 y 1998), de un 10,6% en Asia Central en saudíes (Al Fouzan, 2002), y 19,14% en libaneses (Haddad *et al.*, 1999). Por otra parte, se reportó un 31,5% en chinos, y de un 32,7% al 44,5% en coreanos. (Yang *et al.*, 1988; Seo; Park, 2004; Jin *et al.*, 2006). La mayoría de los informes sobre prevalencia y características anatómicas de un conducto en forma de C utilizan dientes extraídos o dientes tratados endodónticamente.

La prevalencia del sistema de canal en C en el segundo molar mandibular ha sido reportada en un 31.5% de la población China (Yang *et al.*, 1988), lo cual es más alto que en otras poblaciones (Cooke, Cox, 1979; Haddad *et al.*, 1999). Tratman (1950) afirmó que la morfología de la raíz en forma de C se puede observar con frecuencia en los segundos molares mandibulares de individuos asiáticos. Denominó a esta morfología "forma de reducción en herradura". Casi 30 años después, Cooke y Cox (1979) informaron sobre una serie de casos encontrados en la práctica clínica y, desde entonces, los términos "raíz en forma de C" y "conducto radicular en forma de C" han sido comúnmente empleados por investigadores y médicos. mundial.

Helvacioğlu-Yigit y Sinanoğlu (2013), informaron que no hubo diferencias significativas en la distribución de los conductos radiculares en forma de C entre hombres y mujeres.

Según Yang *et al.* (1988a), el 68,3% de los molares mandibulares con una raíz en forma de C también presentan un conducto radicular en forma de C. De estos, el 65,8% eran conductos radiculares en forma de C con un conducto radicular en forma de C que iba desde el orificio hasta el ápice, mientras que el 34,2% restante tenía dos conductos radiculares separados.

Por otra parte, las raíces que contienen a menudo un conducto en forma de C tienen una configuración cónica o cuadrada, y aparecen cuando se produce la fusión de cualquiera de las caras vestibular o lingual de las raíces mesial y distal. Esta fusión sigue siendo irregular, y las dos raíces permanecen conectadas por una cinta interradicular (Manning, 1990; Jerome, 1994). Las raíces fusionadas y los conductos en forma de C pueden presentar ranuras radiculares estrechas, dato a tener en cuenta

porque pueden predisponer a una enfermedad periodontal localizada, su posible ubicación será la superficie vestibular o lingual (Haddad *et al.*, 1999).

Asimismo, el piso de la cámara pulpar es profundo y tiene una apariencia anatómica inusual. Se pueden encontrar dos o tres conductos en la ranura en forma de C, o bien esta forma puede ser continua en toda la longitud de la raíz (Barril *et al.*, 1989). El orificio del conducto se encuentra normalmente apical al nivel de unión cemento-esmalte y puede aparecer como un arco abierto en 180°, uniendo los dos canales principales. Varios informes han descrito las diferentes tendencias en la forma y número de raíces y conductos radiculares entre distintas razas (Gulabivala *et al.*, 2002)

Se sabe que la forma y el número de raíces están determinadas por la vaina epitelial de Hertwig, que se dobla en un plano horizontal debajo de la unión cemento-esmalte y se fusionan en el centro dejando aberturas para las raíces. Se especula que la causa principal de una raíz y de un conducto en forma de C resulta del fracaso de la vaina epitelial de Hertwig de fundirse en la superficie lingual o vestibular de la raíz (Orban y Mueller, 1929). También puede deberse a la deposición con el tiempo de cemento (Manning, 1990).

Cooke y Cox (1979) fueron los primeros en describir la importancia clínica de los conductos en C, que representan un desafío con respecto a su desbridamiento y obturación, sobre todo porque no está claro si el orificio en forma de C que se encuentra en el piso de la cámara pulpar, continúa hasta el tercio apical de la raíz. Las áreas irregulares de un conducto en forma de C, pueden alojar remanentes de tejido o detritus infectados que escapan a la limpieza y conformación. El sistema de conductos en C puede asumir muchas variaciones en su configuración por lo que una amplia clasificación puede ayudar al diagnóstico y tratamiento.

Melton *et al.*, (1991) propusieron la siguiente clasificación de conductos en forma de C en función de su forma observada en una sección transversal, y en consecuencia los canales en forma de C pueden ser clasificados en tres categorías: forma de C continua, forma de punto y coma, y canales separados (Fig. 1). La Categoría I detalla los conductos continuos en forma de C que van desde la cámara pulpar hasta el ápice, define un contorno en C sin ninguna separación, (C1). La Categoría II se presenta en forma de punto y coma, la dentina separa un conducto en forma de C

principal de un conducto mesial diferente (C2). En el caso de la categoría III el orificio en forma de C en el tercio coronal que luego se divide en dos o más conductos discretos y separados que se unen a nivel apical (subdivisión I). Orificio en forma de C en el tercio coronal que se divide en dos o más conductos discretos y separados a nivel del tercio medio de la raíz hasta el ápice (subdivisión II). Orificio que se divide en dos o más conductos discretos y separados en el tercio coronal, en forma de C, y continúan así hasta el ápice (subdivisión III), (C3). En esta clasificación, no se observan marcadas diferencias entre las categorías II y III, así como su implicancia clínica. Además, se examinaron tres niveles distintos de la raíz, y por lo tanto existe poca información de cómo la forma del conducto puede cambiar a lo largo de su longitud.

Sin embargo, Fan *et al.* (2004a) modificaron el método de Melton en las siguientes categorías; categoría I (C1) en donde la forma es una C ininterrumpida sin separación o división (**Fig. 1a**); la categoría II (C2) la forma del conducto se asemeja a un punto y coma resultado de una interrupción del contorno en C (**Fig. 1b**), se trazan líneas y se forman ángulos α y β (Fig. 2) los cuales no deben ser menores a 60° , en lo que es la categoría III (C3) dos o tres conductos separados (**Fig. 1c y d**) ambos ángulos, α y β , deben ser menores a 60° (**Fig. 3**); la categoría IV (C4) corresponde a un solo conducto redondo u ovalado observado en la sección transversal (**Fig. 1e**) y por último la categoría V (C5) la luz del conducto no puede ser observada (comúnmente sólo se observa en el ápice). (**Fig. 1f**).

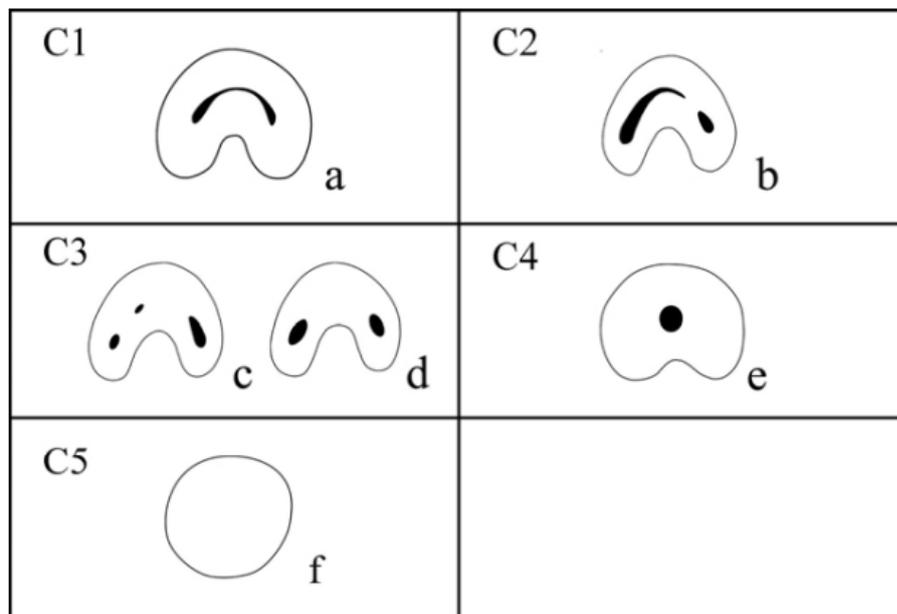


Fig. 1 – Clasificación de la configuración del conducto en forma de C. Ilustración tomada de C-Shaped Canal System in Mandibular Second Molars: Part I – Anatomical Features. Bing Fan et al., Journal of Endodontic vol. 30, no.12, 2004:899-903

Si bien el orificio en C puede tener un aspecto de dos o tres orificios separados, a menudo es visible un istmo que los une. El conducto único, redondo, u ovalado (C4 en su clasificación), se debe considerar como una variación ya que algunas partes del canal han demostrado una configuración en C. Esta forma puede variar a lo largo de su longitud por lo que la morfología de la corona clínica o la apariencia del orificio de entrada del conducto no permiten predecir la anatomía real del mismo (Fan *et al.*, 2001). En la clasificación propuesta por Fan *et al.* (2004a), los conductos que presentan una configuración de categoría C2 aparecen como un arco; con un ángulo $\beta \geq 60^\circ$, es decir, que será más probable que el conducto se extienda hacia el área fusionada de la raíz donde la pared de dentina es muy delgada (**Fig. 2**).

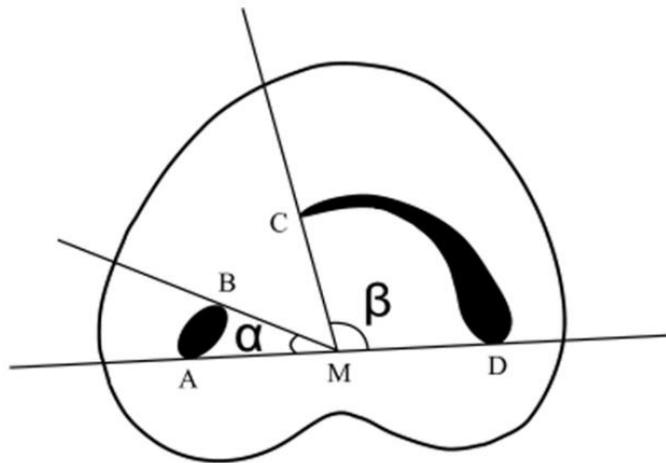


Fig 2. Medición de ángulos para el canal C2. El ángulo β es de más de 60° . (A y B) extremos de una sección transversal del canal; (C y D) extremos de la otra sección transversal del otro conducto; M, punto medio de la línea AD; α , ángulo entre la línea AM y la línea BM; β , ángulo entre la línea CM y la línea DM.

Ilustración tomada de C-Shapped Canal System in Mandibular Second Molars: Part I – Anatomical Features. Bing Fan et al., Journal od Endodontic vol. 30, no.12, 2004:899-903

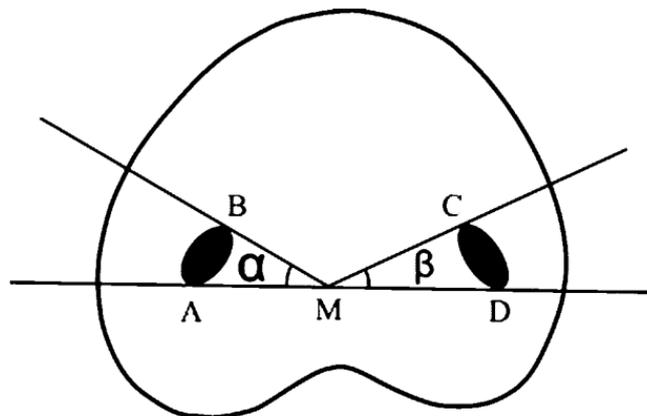


Fig 3. Medición de ángulos para el canal C3. Tanto los ángulo α y β son menores de 60° . (A y B) extremos de una sección transversal del canal; (C y D) extremos de la otra sección transversal del otro conducto; M, punto medio de la línea AD; α , ángulo entre la línea AM y la línea BM; β , ángulo entre la línea CM y la línea DM.

Ilustración tomada de C-Shapped Canal System in Mandibular Second Molars: Part I – Anatomical Features. Bing Fan et al., Journal od Endodontic vol. 30, no.12, 2004:899-903

Melton *et al.* (1991), demostraron histológicamente que una cantidad mínima de dentina separa la superficie externa del sistema de conductos en C, aumentando así la posibilidad de perforación en banda durante el tratamiento endodóntico o durante la colocación de pernos. Para evitar la perforación de la raíz, Abou Rass *et al.* (1980), describieron la técnica anticurvatura en la que la estructura de la raíz más voluminosa se presenta lejos de la curvatura y la zona más delgada va hacia la zona de riesgo. El espesor de las paredes del conducto debe ser examinado para predecir qué paredes son zonas de riesgo y cuáles son de seguridad, y si estas zonas están presentes en los diferentes niveles de la raíz.

La variación en la morfología del conducto en C es inusual y puede conducir a dificultades durante el tratamiento (Benenati, 2004) por lo que se requiere un correcto diagnóstico de esta situación antes de su intervención (Al Fouzan, 2002).

En referencia al diagnóstico, se han utilizado muchos métodos para investigar la anatomía del conducto radicular *in vitro* e *in vivo*. Sin embargo, con la excepción de la radiografía, estos métodos destruyen la muestra mediante la molienda o la división, o impiden el uso posterior de la muestra, como la limpieza de los dientes y las evaluaciones del tinte. Sobre la base de estas preocupaciones, la radiografía se convierte en el método más práctico y utilizado para predecir la anatomía del conducto radicular tanto en estudios de laboratorio como clínicos (Fan *et al.*, 2004b). Concretamente, resulta difícil detectar radiográficamente la fusión radicular, haciendo que el reconocimiento clínico del conducto en forma de C se logre cuando se accede a la cámara pulpar. Al canalizarlo, los instrumentos se pueden observar centrados tanto clínica como radiográficamente y, por lo tanto, parecen salir de la furcación dental; añadiendo así, la problemática tarea de determinar de manera diferencial si ha ocurrido una perforación. El istmo de dentina que conecta las raíces mesial y distal puede ser demasiado delgado para ser radiográficamente evidente. Por lo tanto, el aspecto radiográfico de dos raíces distintas no excluye la existencia de una raíz en forma de C (Jerome, 1994).

Asimismo, Haddad *et al.* (1999) observaron que la mayoría de las radiografías intraorales de conductos radiculares en forma de C tipo punto y coma demostraban fusión o proximidad cercana de dos raíces, un conducto radicular distal grande, un conducto radicular mesial estrecho y una imagen borrosa de un tercer canal

intermedio. Por lo tanto, las radiografías preoperatorias desde más de un ángulo, así como imágenes adicionales como radiografías de mordida, radiografías panorámicas o contralaterales de los dientes, contribuirán a una identificación exitosa de la forma del conducto radicular (Moor, 2002).

La evaluación cuidadosa de la radiografía preoperatoria es un paso clave para los procedimientos posteriores, como la preparación y obturación. Aunque no proporcionan información en su totalidad, las radiografías preoperatorias facilitan la visualización y la observación de la anatomía principal de los diversos sistemas de conductos radiculares (Naoum *et al.*, 2003b).

Sin embargo, las radiografías para la determinación de la longitud de trabajo son más útiles que las imágenes pre y posoperatorias, mientras que las radiografías preoperatorias son las menos eficaces en el diagnóstico de los casos de conductos en C (Lambrianidis *et al.*, 2001).

Al mismo tiempo, la radiovisiografía (RVG) es un tipo de sistema de radiografía digital directa (DDR) que se utiliza clínicamente para la documentación radiográfica. El sistema de DDR ofrece muchas ventajas sobre la radiografía convencional tales como la facilidad y velocidad de uso, reducción en el tiempo entre la exposición y la interpretación de imágenes, menos dosis de radiación para el paciente, eliminación de residuos químicos peligrosos, y capacidad de manipular digitalmente la imagen capturada (Burger *et al.*, 1999; Folk *et al.*, 2005).

Además, la tomografía microcomputarizada ha sido utilizada no solamente para evaluar cortes transversales sino también para la reconstrucción tridimensional de canales en alta resolución (Peters *et al.*, 2000; Nielsen *et al.*, 1995). Particularmente, la tomografía cone beam (CBCT) es una técnica tridimensional no invasiva que permiten medidas y análisis de estructuras dentales y maxilares sin destrucción de las muestras. Además, permite un diagnóstico fácil del sistema de canales en C y la evaluación de las características anatómicas específicas de dichos elementos (Nejaim *et al.*, 2020). Tras evaluar imágenes CBCT seriadas rodando desde la cámara pulpar hasta el ápice en dirección axial se planteó que el conducto en forma de C es aquel que tiene las tres características siguientes: raíces fusionadas, un surco longitudinal en la superficie lingual o bucal de la raíz y al menos una sección transversal del canal que pertenece a C1, C2 o Configuración C3. (Jeon *et al.*, 2021). Cuando se combinan

imágenes CBCT sagitales, coronales y axiales, proporcionan al médico una comprensión más profunda de la morfología del conducto radicular. Las imágenes axiales tienden a ser más precisas, porque pueden mostrar configuraciones en forma de C en diferentes niveles de la raíz, facilitando la evaluación de las áreas delgadas de dentina en la zona de peligro (Khorasani *et al.*, 2021). Sin embargo, la Asociación Estadounidense de Endodoncistas afirma que la CBCT solo debe usarse cuando la situación no permite un diagnóstico adecuado utilizando radiografía dental convencional en dosis más bajas o modalidades de imagen alternativas (AAE y AAOMR 2010).

Seguidamente y tras el diagnóstico del conducto radicular en forma de C, el primer paso es la preparación de una cavidad de acceso. Existen métodos de diagnóstico clínico que pueden ayudar como son la transiluminación con fibra óptica como método de diagnóstico clínico es un recurso a tener en cuenta para identificar esta variante anatomía. La colocación de la punta de la fibra bajo el dique de goma en la superficie vestibular ilumina la cámara pulpar, y el sistema de conductos aparecerá como una línea oscura en un campo luminoso (Jerome, 1994). También, la magnificación a través uso del microscopio otro aporte importante (Yilmaz *et al.*, 2006).

La calidad del trabajo realizado durante esta fase suele ser fundamental para el éxito de un procedimiento de conducto radicular. En general, el uso de un microscopio quirúrgico da como resultado un tratamiento más eficaz durante la preparación de la cavidad de acceso (Bóveda *et al.* 1999, Yilmaz *et al.* 2006).

En estas instancias, el tratamiento y la prevención de la periodontitis apical es el objetivo de la terapia endodóntica (Ørstavik; Pitt, 2008). Esto se logra con un desbridamiento químico mecánico completo del sistema del conducto radicular, seguido de una obturación completa y una restauración adecuada (Schilder, 1974). La apertura consiste en eliminar el techo de la cámara pulpar y efectuar desgastes compensatorios para lograr un acceso adecuado al sistema de canales. El paso siguiente será identificar, localizar y negociar el canal principal con limas tipo K de bajo calibre y precurvadas (Kim *et al.*, 2008).

En efecto, al limpiar un conducto radicular en forma de C, se debe prestar especial atención al "istmo" (Grocholewicz *et al.* 2009), la "canaleta" (Barnett, 1986) y la

"aleta" (Bolger y Schindler 1988). Estas estructuras son comunicaciones estrechas en forma de cinta entre dos conductos radiculares que pueden contener pulpa o tejido derivado de la pulpa y, por lo tanto, deben considerarse reservorios bacterianos (Vertucci, 2005). Melton *et al.* (1991) demostraron que los desechos y el tejido pulpar generalmente permanecen dentro de los canales continuos en forma de C. Por lo tanto, el orificio de la hendidura debe ampliarse durante las primeras fases del tratamiento, pero no demasiado hacia el ápice para evitar perforaciones (Weine *et al.*, 1998). Además, Jerome (1994) afirmó que para evitar una perforación en tira, el istmo debe prepararse con limas no mayores al calibre 25. Este autor también sugirió que las fresas Gates-Glidden no deberían usarse para la preparación de las áreas mesiovestibular y del istmo bucal. Además, existe un alto riesgo de perforación radicular en las paredes linguales más delgadas de los conductos radiculares en forma de C en molares mandibulares (Nakayama y Toda, 1941; Chai y Thong, 2004; Gao *et al.*, 2006).

En estas instancias resulta difícil garantizar la eliminación completa de la pulpa enferma o de los tejidos necróticos de las partes estructuralmente más complejas del sistema de conductos radiculares (p. ej., istmo, aleta) sólo con instrumentos; por lo tanto, la limpieza e irrigación de los conductos radiculares mediante soluciones químicas es de particular importancia. En general, el hipoclorito de sodio (NaOCl) se ha utilizado con éxito para la disolución de materia orgánica en conductos radiculares, con un rango de concentraciones: 0,5% (Barnett, 1986), 1% (Ricucci *et al.*, 1996), 2,5% (Rice & Gilbert, 1987 ; Moor. 2002), 5% (Singla y Aggarwal, 2010) y 5,25% (Bolger y Schindler 1988; Jerome, 1994). Además, se demostró que el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) disuelve la materia inorgánica y elimina la capa de barrillo (Lynn, 2006). Además, el uso de equipos ultrasónicos es eficaz para la limpieza e irrigación de conductos radiculares finos, el cual remueve el tejido de la zona estrecha de ramificaciones de los canales, resultando ser muy efectivo. Un incremento en el volumen del irrigante y una penetración más profunda con instrumentos de ultrasonido, tal vez permita una limpieza en áreas del canal en C (Melton *et al.*, 1991). Se ha demostrado que una irrigación copiosa y frecuente con hipoclorito de sodio al 5.25% no sólo elimina escombros desde el lumen del conducto (Baumgartner; Cuenin, 1992), sino también disuelve el tejido orgánico y la

capa de preentina en áreas no instrumentadas (Senia *et al.*, 1971). Sin embargo, una preparación agresiva con ultrasonido puede ocasionar perforaciones (Jerome, 1994). El desbridamiento inadecuado del espacio pulpar puede conducir a una disminución del éxito endodóntico (Siqueira, 2001).

Por otra parte, existen diferentes tipos de activación en lo que respecta a la irrigación; podemos realizar activación mecánica manual la cual es la forma más sencilla de activación. La misma consiste en mover el cono maestro de gutapercha hacia arriba y hacia abajo con un movimiento rápido dentro del conducto radicular; sin embargo, este método se considera inferior a los otros métodos de activación (Weiger, 2021). Se han introducido algunos instrumentos rotatorios para el conducto radicular que se doblan como una cuchara y giran para mover el irrigante dentro del conducto. Sin embargo, la velocidad y la profundidad de penetración de estos instrumentos pueden verse afectadas significativamente (Ali, 2022).

Además, se introdujeron métodos de irrigación activados por ultrasonidos, en donde para superar los inconvenientes del método anterior, se introdujo en el mercado la activación del irrigante mediante energía ultrasónica. La energía en este método se transfiere desde una pieza de mano ultrasónica a una punta metálica cónica para activar el irrigante en lo que se llama irrigación ultrasónica pasiva. Sin embargo, en canales muy curvados, el rendimiento de la punta de activación ultrasónica puede verse comprometido ya que el contacto de la punta con la pared curva del canal es inevitable. El peligro aquí es una reducción de la eficacia de limpieza y una eliminación incontrolada de dentina en la curva exterior del canal, con un alto riesgo de rectificar o dañar de otro modo la curvatura original del canal. Este percance puede provocar que los conductos no se limpien adecuadamente, que las paredes del mismo se tornen más delgadas y se presenten salientes y posibles perforaciones. (Rodrigues; EzEldeen, 2021). También podemos describir los métodos activados por láser en donde se pueden utilizar puntas de luz de fibra óptica para introducir luz láser en el conducto radicular lleno de líquido. Hay muchos factores que influyen en el efecto de los métodos de activación con láser; la densidad de energía, el respectivo sistema láser y la absorción de los tejidos duros y blandos que están siendo expuestos. (de Groot; Verhaagen, 2009). Los inconvenientes observados del método de irrigación activado por láser son, entre otros, el tiempo requerido y el alto costo

del instrumental, especialmente teniendo en cuenta su limitado aplicación. Asimismo, existen medidas de precaución adicionales necesarias para mitigar riesgos como posible daño ocular, daño a los tejidos y partículas e infectividad de la columna láser. (Boddun; Hamp, 2022).

En referencia a la conformación canalicular, la aplicación de instrumentos rotatorios de níquel-titanio (NiTi) reduce el riesgo de perforación durante la preparación mecánica del conducto radicular. Sin embargo, no se puede lograr una limpieza eficaz de los sistemas de conductos radiculares en forma de C únicamente mediante el uso de instrumentos rotatorios (Cheung & Cheung, 2008). Además, Peters (2004), advirtió que el uso de instrumentos rotatorios de NiTi requiere una comprensión de los mecanismos básicos de fractura y su correlación con la anatomía del canal. Por lo tanto, se debe utilizar una combinación de instrumentos rotatorios con otros instrumentos de asistencia, un enfoque que da como resultado un mejor acceso a la anatomía apical y, en consecuencia, una mayor tasa de éxito del tratamiento. El uso riguroso de limas pequeñas e NaOCl al 5.25% es clave para el desbridamiento de los istmos de canales estrechos (Jerome, 1994). La limpieza y la conformación puede lograrse de manera fácil y reproducible con limas manuales, rotatorias o reciprocantes cuando se trata de conductos radiculares relativamente rectos y estrechos y con una sección transversal circular. En dichos conductos, el resultado final será un canal limpio sin restos de tejido y con la eliminación de la totalidad o la mayor parte de la capa interna de la dentina muy contaminada. Sin embargo, en los conductos radiculares de formas ovalada y en los curvos, este objetivo no es fácil de alcanzar (Wu; Wesselink, 2001).

En cuanto al procedimiento de obturación, los conductos mesiolingual y distal pueden ser obturados mediante la técnica de condensación lateral, pero la zona del istmo se verá dificultada por la imposibilidad de llevar el espaciador. El uso de gutapercha termoplastificada representa la técnica más apropiada en estos casos (Jerome, 1994; Cohen; Burns, 2002). La obturación de conductos ovaes es posible alcanzarla satisfactoriamente con condensación lateral. Sin embargo, canales irregulares o con ramificaciones resultan más conveniente obturarlos utilizando técnicas de gutapercha termoplastificada (Weine, 1998; Katarzyna *et al.*, 2009). Asimismo, las técnicas de obturación con gutapercha termoplastificada, fueron

introducidas a finales de la década de los setentas y principios de los ochentas, con el objetivo de mejorar la homogeneidad y la adaptación de la gutapercha a las paredes del conducto (Méndez, 2006). Gupta *et al.* (2015), compararon la técnica de condensación lateral versus los sistemas Thermafil ® (Dentsply Maillefer) y Calamus Dual (Dentsply Tulsa Dental). En dicho estudio, utilizaron tomografías de haz cónico para medir las áreas de gutapercha y los espacios vacíos en los tercios coronal, medio y apical. En efecto, observaron mayor cantidad de material obturador en el grupo del sistema Calamus Dual (Dentsply Tulsa Dental) seguido del sistema Thermafil ® (Dentsply Maillefer).

En el caso del Calamus Dual podemos describir su protocolo siendo el mismo: irrigación con hipoclorito de sodio al 5% y secado con conos de papel (Dentsply-Maillefer®), el sistema de canales previamente instrumentados, se realiza la prueba de ajuste del cono maestro Protaper a LT. Se consideró óptimo, cuando presentó cierta resistencia para su retiro del canal. Se impregna el cono maestro de gutapercha, con una cantidad mínima de cemento sellador (Dentsply-Maillefer®), para luego ubicarlo a LT en el canal. Cortamos el cono a nivel de la entrada del canal con el sistema Pack del Calamus a 200°C y condensamos manualmente. Posteriormente, llevamos la gutapercha con el Pack a 4 mm antes de la LT. y compactamos con un condensador manual. Con el sistema Flow de Calamus a 200° C, se depositan aproximadamente 3 mm de gutapercha Termoplástica compactándola verticalmente con un cono condensador de acuerdo con el calibre del canal. Este procedimiento se repite hasta lograr el relleno total del sistema de conductos. (Dentsply-Maillefer®) (Aracena Rojas, D. *et al.*, 2012).

Concretamente, los conductos no tratados y fusionados con irregularidades e istmos afectan la eficiencia de la eliminación del tejido pulpar y la limpieza de bacterias del sistema de conductos radiculares infectado, lo que resulta en el fracaso del tratamiento del conducto radicular. Cuando la terapéutica endodóntica fracasa, el retratamiento no quirúrgico del conducto radicular se considera una buena opción de tratamiento, que se presenta más complejo cuando se trata de una anatomía dental compleja. La variación morfológica, el fracaso del tratamiento endodóntico y la localización posterior hacen que el retratamiento sea más complicado de realizar. Comprender la anatomía y las desviaciones anatómicas de las raíces y sus conductos

radiculares mejora la tasa de éxito del retratamiento del conducto radicular. (Biswas *et al.*, 2023).

En suma, el reconocimiento de las variaciones anatómicas del sistema de los conductos en C, la realización de una conformación, limpieza, obturación y reconstrucción adecuadas y el respeto de los protocolos establecidos se constituyen como lineamientos indispensables para una endodoncia de calidad.

Por lo tanto, se propone como objetivo para este trabajo profundizar el estudio de las características anatómicas de los conductos en forma de C, los recursos de diagnóstico, preparación quirúrgica y obturación en pos de alcanzar un tratamiento endodóntico de calidad.

CASO CLINICO I

Se presentó a la consulta una paciente de sexo masculino, de 28 años de edad, que reside en la provincia de Mendoza. Su historia médica no manifestó datos relevantes con respecto a antecedentes sistémicos, en conversación con la paciente ella refirió haber tenido un dolor histórico provocado en un molar, recibió un tratamiento provisorio y medicación con ibuprofeno. Al examen clínico no manifestó dolor y en la radiografía se observó el elemento dentario 47 con material provisorio en una cavidad macropenetrante y una lesión radiolúcida apical. Las pruebas de sensibilidad térmicas con frío -50°C Endo-Ice (Maquira, PR, 87070-030, Brasil) fueron negativas llegándose a un diagnóstico de periodontitis apical asintomática. Luego de realizar la toma radiográfica se pudo apreciar una anatomía radicular coincidente con un sistema de conductos en forma de C (Fig. 4), acto seguido se procedió a colocar anestesia con vasoconstrictor (Totalcaína Forte, Carticaína -L- Adrenalina, Laboratorio Bernabó, Argentina) y se eliminó todo tejido cariado con fresas redonda (Fresa redonda N° 8 FG JET).



Fig. 4 - Radiografía preoperatoria del elemento 47 donde se observa un sistema de conductos en C.



Fig. 5 - Elemento 47 evidencia el piso de cámara pulpar en C, continua.

Posteriormente y luego de realizar aislamiento absoluto con goma dique (Sanctuary 5x5 Latex Dental Dam, 30450 Ipoh, Perak, Malasya), clamp N° 204 (Panorama), se accedió a la cámara pulpar observándose en el piso de la cámara pulpar una C continua y se localizaron el conducto con explorador endodóntico recto (American Eagle Instrument ®, 6575 Butler Creek Rd. Moissoula, MT 59808) (**Fig. 5**).

La exploración se realizó con limas #15 (Maileffer, Dentsply Sirona®, Charlotte, NC 28277, USA), y la longitud de trabajo se determinó mediante localizador apical Minipex (Woodpecker, Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd, Guilin, Guangxi, 541004 PRChina) (**Fig. 6**), con éstas referencias la instrumentación del mismo se realizó con sistema rotatorio de NiTi Reciprocante Af Blue R3 (Copyrigh©2021FANTA) 25.06



Fig. 6 - Localizador de ápice Minipex - Woodpecker



Fig.7 - Sistema Rotatorio Af Blue R3 (Fanta).

Se procedió intermitentemente a la instrumentación y luego al finalizar irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25% y EDTA (Endo-Quim, Tedequim), en donde el irrigante se activó con ultrasonido, posterior a esto se tomó la conometría, utilizando conos de gutapercha 25-04 DiaDent (**Fig 8**) y los conductos fueron obturados con cemento

sellador Sealer 26 (Dentsply Sirona) y se utilizaron conos accesorios F y MF (DiaDent Group International, Corea) empleando la técnica de condensación lateral.

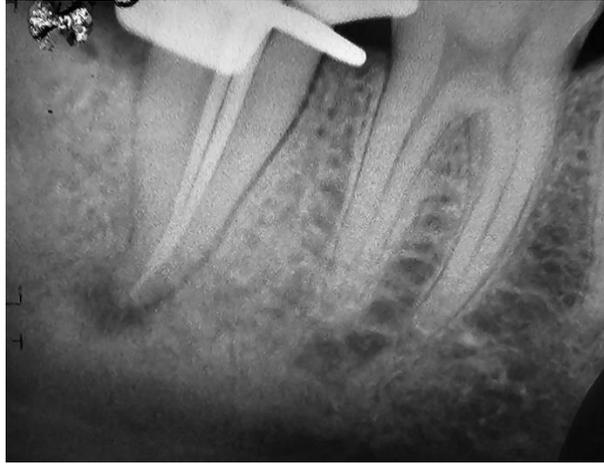


Fig. 8 – Conometría

La cavidad coronaria se selló con Ionómero Vítreo Densell (Dental Medrano, Argentina), se tomó la radiografía final derivando al paciente para la reconstrucción coronal definitiva. **(Fig. 9)**



Fig. 9 – Rx final postoperatoria

CASO CLINICO II

Se presentó a la consulta una paciente de sexo femenino, de 35 años de edad, que reside en la provincia de Mendoza, al hablar y consultar con ella no manifestó datos relevantes con respecto a antecedentes sistémicos o médicos; si nos refirió haber tenido un dolor histórico provocado en un molar, en donde asistió a la guardia de la Universidad Nacional de Cuyo donde se la remitió a la especialidad de endodoncia para su tratamiento. Al realizar el examen clínico no manifestó dolor y en la radiografía se observó el elemento dentario 37 con material provisorio en una cavidad macropenetrante y lesión radiolúcida apical (**Fig. 10**) Las pruebas de sensibilidad térmicas con frío -50°C Endo-Ice (Maquira, PR, 87070-030, Brasil) fueron negativas por lo que se llegó a un diagnóstico de periodontitis apical asintomática. Ya comenzando el tratamiento se procedió a colocar anestesia con vasoconstrictor (Totalcaína Forte, Carticaína -L- adrenalina, Laboratorio Bernabó, Argentina), luego se eliminó todo tejido cariado con fresas redonda (Fresa redonda N°8 FG JET), quedando listo para realizar aislamiento absoluto con goma dique (Sanctuary 5x5 Latex Dental Dam, 30450 Ipoh, Perak, Malasya), clamp n° 202 (Panorama), y acceder a la cámara pulpar.



Fig. 10 - Radiografía preoperatoria del elemento 37 donde se observa un sistema de conductos en C.



Fig. 11 - Elemento 37 donde se observa un piso de cámara pulpar en forma de punto y coma.

Al acceder a la misma pudo observarse el piso de la cámara pulpar con configuración en punto y coma, y se localizaron ambos conductos con explorador endodóntico recto (American Eagle Instrument ®, 6575 Butler Creek Rd. Moissoula, MT 59808) Se eliminó todo tejido cariado, se accedió a la cámara pulpar y se localizaron los conductos, observándose en el piso de la cámara pulpar una imagen en punto y coma (**Fig. 11**).

La exploración de los conductos se realizó con limas #10 (Maileffer, Dentsply Sirona®, Charlotte, NC 28277, USA) y la longitud de trabajo se determinó mediante localizador apical Minipex (Woodpecker, Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd, Guilin, China), logrando permeabilidad a 20 mm el conducto distal y 19mm el conducto mesial; seguidamente y teniendo en cuenta las referencias anteriores la instrumentación del mismo con sistema rotatorio de NiTi continuo F-One (Copyrigh©2021FANTA) comenzando con el abridor 017/.12, luego 020/.04 y para finalizar 025/.06; durante la instrumentación y al finalizar la misma, en la irrigación se utilizó una solución de Hipoclorito de Sodio al 5,25 % y EDTA (Endo-Quim, Tedequim SRL, Argentina) la que fue activada con punta ultrasónica E96 (Woodpecker, Guillin, China), con potencia media en ciclos de 10 segundos.



Fig. 12. Conometría



Fig. 13 - Elemento 37
donde se observa la
entrada de los conductos

Posteriormente y luego de realizar una conometría (**Fig. 12**) los conductos fueron obturados con cemento sellador Sealer 26 (Dentsply Sirona) y se utilizaron conos de gutapercha 25/.04, y conos accesorios F y MF (DiaDent Group International, Corea) empleando la técnica de condensación lateral. (**Fig. 13**)

La cavidad coronaria se selló con Ionómero Vítreo Densell (Dental Medrano, Argentina), se tomó la radiografía final derivando al paciente para la reconstrucción coronal definitiva. (**Fig. 14**).



Fig. 14 – Rx final postoperatoria

DISCUSIÓN

Los objetivos de la terapia del conducto radicular son eliminar microorganismos, restos de tejido pulpar infectados y necróticos, dar forma al sistema de conductos radiculares para facilitar la irrigación, la colocación de medicación intraconducto y la obturación (Schilder, 1974; Gulabivala, 1995). Los desafíos que se presentan durante estos procedimientos parten desde el diagnóstico, instrumentación, hasta la obturación del conducto radicular (Jerome, 1994). Según Cooke y Cox (1979), más aún en el conducto en forma de C que es la variación anatómica más observada en el segundo molar mandibular.

En referencia a su anatomía, aunque los canales en forma de C deben sospecharse cuando las raíces parecen estar fusionadas, la apariencia radiográfica de dos raíces distintas no excluye la existencia de canales en forma de C (Khalighinejad *et al.*, 2017). Algunas piezas dentales con esta alteración anatómica presentan una ranura longitudinal en la superficie vestibular o lingual de la raíz (Al Fouzan, 2002).

Igualmente, cabe recordar que Melton *et al.*, (1991), propusieron la siguiente clasificación de conductos en forma de C en función de su forma observada en una sección transversal: forma de C continua, forma de punto y coma, y canales separados. En esta clasificación, no se observan marcadas diferencias entre las categorías II y III, así como su implicancia clínica. Fan *et al.* (2004a) modificaron el método de Melton en las siguientes categorías; categoría I (C1) en donde la forma es una C ininterrumpida sin separación o división; la categoría II (C2) la forma del conducto se asemeja a un punto y coma resultado de una interrupción del contorno en C, se trazan líneas y se forman ángulos α y β los cuales no deben ser menores a 60° , en lo que es la categoría III (C3) dos o tres conductos separados ambos ángulos, α y β , deben ser menores a 60° ; la categoría IV (C4) corresponde a un solo conducto redondo u ovalado observado en la sección transversal y por último la categoría V (C5) la luz del conducto no puede ser observada (comúnmente sólo se observa en el ápice). En el caso clínico número I coincidente con ambas clasificaciones se trata de una categoría I (forma de C continua) y en el caso clínico número II pertenece a la categoría II (forma de punto y coma).

Junto con la información obtenida de la radiografía preoperatoria, se pueden determinar en gran medida los desafíos anatómicos de cada elemento dentario (Fava; Dummer, 1997). Aunque no proporcionan información en su totalidad, las radiografías preoperatorias facilitan la visualización y la observación de la anatomía principal de los diversos sistemas de conductos radiculares (Naoum *et al.*, 2003b). La evaluación cuidadosa de esta radiografía es un paso clave para la posterior limpieza, conformación y obturación del conducto radicular y, en consecuencia, posee gran influencia en los resultados del tratamiento (Naoum *et al.*, 2003a). Haddad *et al.* (1999), observaron que la mayoría de las radiografías intraorales de conductos radiculares en forma de C tipo punto y coma, demostraban fusión o proximidad cercana de dos raíces, un conducto radicular distal grande, un conducto radicular mesial estrecho y una imagen borrosa de un tercer canal intermedio. En coincidencia con lo descrito, se puede observar en la imagen radiográfica de ambos casos clínicos la aparente fusión y convergencia de las raíces.

Concretamente, durante la apertura es indispensable eliminar completamente el techo de la cámara pulpar y efectuar desgastes compensatorios para lograr un acceso adecuado al sistema de conductos. El paso siguiente será identificar, localizar y negociar el conducto principal con limas tipo K de bajo calibre y precurvadas (Kim *et al.*, 2008). Para la preparación de accesos resulta necesario determinar la categoría de canal en C al que vamos a abordar. Los conductos principales se preparan normalmente, pero la zona del istmo ofrece dificultades en el desbridamiento y conformación; esta zona debe ser preparada con limas de bajo calibre y está contraindicado el uso de fresas de Gates Glidden (Jerome *et al.*, 2007). Además, Jerome (1994) afirmó que, para evitar una perforación en tira, el istmo debe prepararse con limas no mayores al calibre 25. Debido a su anatomía atípica, estos sistemas de conductos exigen más atención en las fases correspondientes al diagnóstico, limpieza y modelado, obturación y restauración prostodóntica. En ambos casos clínicos del presente trabajo, para la preparación de los accesos se utilizó un abridor SX Pro Taper (Dentsply- Maillefer, USA) con acción de pincelado, para lograr un mejor acceso y limpieza, con especial precaución en las zonas de menor espesor dentinario.

Por otra parte, es difícil garantizar la eliminación completa de la pulpa enferma o de los tejidos necróticos de las partes estructuralmente más complejas del sistema de conductos radiculares (p. ej., istmo, aleta) sólo con instrumentos; por lo tanto, la limpieza e irrigación de los conductos radiculares mediante soluciones químicas es de particular importancia. En general, el hipoclorito de sodio (NaOCl) se ha utilizado con éxito para la disolución de materia orgánica en conductos radiculares, con un rango de concentraciones: 0,5% (Barnett 1986), 1% (Ricucci *et al.* 1996), 2,5% (Rice & Gilbert 1987, Moor 2002), 5% (Singla y Aggarwal 2010) y 5,25% (Bolger y Schindler 1988, Jerome 1994). El uso de pequeñas limas y de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25% es una clave para el desbridamiento exhaustivo de los istmos. Melton *et al.* (1991) demostraron que los desechos y el tejido pulpar generalmente permanecen dentro de los canales continuos en forma de C. El desbridamiento inadecuado del canal puede conducir a una disminución del éxito endodóntico (Siqueira, 2001).

Además, las técnicas de limpieza alternativas, tales como las que utilizan ultrasonido, serían más eficaces. Un mayor volumen de irrigante y una penetración más profunda con pequeños instrumentos usados con equipos sónicos o ultrasónicos pueden permitir una mayor limpieza en las zonas en forma de abanico. Aunque la preparación ultrasónica puede eliminar eficazmente tejido de las ramificaciones en un conducto en C, la instrumentación agresiva puede causar una perforación (Melton *et al.*, 1991; Jerome, 1994). Luego de la instrumentación manual de un conducto en forma de C se han reportado gran cantidad de zonas con escombros y zonas no instrumentadas en aletas o istmos (Melton *et al.*, 1991). En coincidencia con estos autores, en ambos casos clínicos y por tratarse de necrosis pulpar, se utilizó NaOCl en una concentración del 5,25%, y EDTA (Endo - Quim, Tedequim SRL) los cuales fueron activados con ultrasonido durante la instrumentación. Por otra parte, se sostiene que el uso de instrumentos de níquel-titanio de rotación continua o reciprocante, debido a las propiedades de la aleación, diseño y cinemática, ha permitido mejorar el diseño de las preparaciones, y con esto una mejora en la irrigación y obturación. El uso de instrumentos rotatorios no mejora la situación, sin embargo, la conformación de los conductos podría facilitar la acción de los irrigantes para llegar a estas zonas inaccesibles (Gulabivala, 1995). Se ha demostrado que una

irrigación copiosa y frecuente con hipoclorito de sodio no sólo elimina escombros desde el lumen del conducto (Baumgartner; Cuenin, 1992), sino también disuelve el tejido orgánico y la capa de predentina en áreas no instrumentadas (Senia *et al.*, 1971).

En referencia a la obturación, el canal mesiolingual y distal pueden ser obturados mediante la técnica de condensación lateral, pero la zona del istmo se verá dificultada por la imposibilidad de llevar el espaciador. El uso de gutapercha termoplastificada representa la técnica más apropiada. En efecto, en situaciones adversas como conductos muy amplios o conductos en “C”, se recomienda la utilización de gutapercha termoplastificada o termocompactada ya que presenta un sellado más homogéneo obteniendo mejores resultados en estos casos; la hibridación de las diferentes técnicas y sistemas es una alternativa que permite obtener un sellado lo más homogéneo posible de acuerdo a las condiciones anatómicas, acompañado por un sellador de buen escurrimiento que logre acompañar los accidentes anatómicos e istmos en donde no es posible acceder con la utilización de un cono o espaciador (Jerome, 1994; Cohen; Burns, 2002). La obturación de canales ovales es posible alcanzarla satisfactoriamente con condensación lateral. Sin embargo, canales irregulares o con ramificaciones resultan más conveniente obturarlos utilizando técnicas de gutapercha termoplastificada (Weine, 1998; Katarzyna *et al.*, 2009). En los casos clínicos expuestos, a diferencia de lo referido por estos autores, los conductos fueron obturados con cemento sellador Sealer 26 (Dentsply Sirona), conos de gutapercha 25-04 y conos accesorios F y MF (DiaDent Group International, Corea) mediante la técnica de condensación lateral.

CONCLUSIÓN

La morfología de los conductos en C, como otras diversas anomalías dentarias existentes, representan para el especialista en endodoncia un gran desafío, en cuanto a su diagnóstico, su variabilidad, su tratamiento y obturación. Se hace indispensable, que quien aborde estos casos clínicos para su resolución integral, optimice los conocimientos científicos, el estudio previo del caso y la utilización adecuada de los recursos tecnológicos. De esta forma se logrará minimizar los riesgos en el tratamiento endodóntico y aumentar las probabilidades de éxito del mismo.

Igualmente, resulta necesario enfatizar acerca de la importancia de las adecuadas restauración y rehabilitación post-endodónticas, para evitar la recontaminación del conducto tratado; en estas instancias, un retratamiento no quirúrgico resulta complejo a causa de las anomalías anatómicas internas, lo cual comprometería el pronóstico del caso clínico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAE and AAOMR. Joint position statement on the use of cone-beam-computed tomography in endodontics. 2010.

Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc*; 1980; 101:792–4

Ali, A., Bhosale, A., Pawar, S., Kakti, A., Bichpuriya, A., & Agwan, M. A. (2022, May 8). Current trends in Root Canal irrigation. *Cureus*. Retrieved September 21, 2022.

Al Fouzan KS (2002). C-shaped root canals in mandibular second molars in a Saudi Arabian population. *Int Endod J*; 35:499–504.

Aracena Rojas, D; Bustos Medina, L; Alcántara Dufeu, R.; Aguilera Pino, O.; Aracena Ghisellini, A.; Luengo Pedroso, P. Comparación de la calidad de obturación radicular, entre el sistema termoplastificado Calamus y el sistema de compactación lateral en frío. *En t. J. Odontostomat.*, 6(2);115-121, 2012.

Barnett F. Mandibular molar with C-shaped canal. *Endodontics & Dental Traumatology*. 1986;2:79–81.

Benenati FW (2004). Mandibular second molar with C-shaped canal morphology and five canals: report of a case. *Gen Dent*; 52:253–4.

Biswas, M., Mazumder, D., Saha, K. K., Murmu, L. B., Das, S., & Banerjee, S. See-through "C": Case series. *Journal of conservative dentistry : JCD*, 2023; 26(4), 478–483.

Boddun, M., Hamp; Sharva, V. (n.d.). Take a look at the recent articles. Laser hazards and safety in dental practice: A Review. Retrieved September 23, 2022.

Bohórquez, A. Comparison of Apical Sealing Between Two Sealing Systems *Revista "Odontología"* 2016; 18,1–41-46

Bolger WL, Schindler WG. A mandibular first molar with a C-shaped root configuration. *Journal of Endodontics*. 1988;14:515–9.

Bóveda C, Fajardo M, Millan B. Root canal treatment of an invaginated maxillary lateral incisor with a C-shaped canal. *Quintessence International*. 1999;30:707–11.

- Burger CL, Mork TO, Hutter JW, Nicoll B (1999). Direct digital radiography versus conventional radiography for estimation of canal length in curved canals. *J Endod*; 25:260–3.
- Carlsen O. Root complex and root canal system: a correlation analysis using one-rooted mandibular second molars. *European Journal of Oral Sciences*. 1990;98:273–85.
- Chai WL, Thong YL. Cross-sectional morphology and minimum canal wall widths in C-shaped roots of mandibular molars. *Journal of Endodontics*. 2004;30:509–12.
- Chaintiou Piorno, R., Consoli Lizzi, E. P., Gualtieri, A. F., & Rodríguez, P. A. C-shaped Canal System in Maxillary Molars Evaluated by Cone- Beam Computed Tomography in an Argentine subpopulation. Conductos en C en molares superiores evaluados mediante tomografía cone-beam en una sub-población Argentina. *Acta odontologica latinoamericana : AOL*, 35(3), 2022; 164–170.
- Cheung LHM, Cheung GSP. Evaluation of a rotary instrumentation method for C-shaped canals with micro-computed tomography. *Journal of Endodontics*. 2008;34:1233–8.
- Cohen S, Burns RC. *Pathways of the pulp*. 8th ed. St. Louis: Mosby; 2002;196 – 229
- Cooke HG, Cox FL. C-shaped canal configurations in mandibular molars. *J Am Dent Assoc*; 1979;99:836–9.
- de Groot SD, Verhaagen B, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR, van der Sluis LW. Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *Int Endod J*. 2009 Dec;42(12):1077-83.
- Fan B, Chen WX, Fan MW.. Configuration of C-shaped canals in mandibular molars in Chinese population. *J Dent Res*; 2001;80:704
- Fan B, Cheung GSP, Fan M, Gutmann JL, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: part I – anatomical features. *Journal of Endodontics*. 2004a;30:899–903.
- Fan B, Cheung GSP, Fan M, Gutmann JL, Fan W. Sistema de canales en forma de C en segundos molares mandibulares: parte II - características radiográficas. *Revista de endodoncia*. 2004b; 30 : 904–8.
- Fenelon, T., & Parashos, P. Prevalence and morphology of C-shaped and non-C-shaped root canal systems in mandibular second molars. *Australian dental journal*, 67 Suppl 1, S65–S75, 2022.

Folk RB, Thorpe JR, McClanahan SB, Johnson JD, Strother JM. Comparison of two different direct digital radiography systems for the ability to detect artificially prepared periapical lesions. *J Endod*; 2005;31:304–6.

Fukuya T. A morphological study on gutter shaped root tooth. *Journal of the Kyushu Dental Society*. 1976;29:557–76. in Japanese

Gao Y, Fan B, Cheung GSP, Gutmann JL, Fan M. C-shaped canal system in mandibular second molars part IV: 3-D morphological analysis and transverse measurement. *Journal of Endodontics*. 2006;32:1062–5.

Grocholewicz K, Lipski M, Weyna E. Endodontic and prosthetic treatment of two teeth with C-shaped root canals. *Annales Academiae Medicae Stetinensis*. 2009;55:55–9.

Gulabivala K, Opananon A, Ng Y-L, Alavi A. Root and canal morphology of Thai mandibular molars. *Int Endod*. 2002;35:56–62.

Gupta R, Dhingra A, Panwar N. Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An In vitro study. *J Clin Diagn Res*. 2015 Aug; 9(8): ZC15-ZC17.

Haddad GY, Nehme WB, Ounsi HF. Diagnosis, classification, and frequency of Cshaped canals in mandibular second molars in the Lebanese population. *J Endod*; 1999;25:268– 71.

Hargreaves, Kenneth; Stephen, Cohen. *Vías de La Pulpa*. Editorial Elsevier Mosby. Décima Edición. 2011.

Helvacioğlu-Yigit D, Sinanoğlu A. Uso de tomografía computarizada de haz cónico para evaluar sistemas de conductos radiculares en forma de C en segundos molares mandibulares en una subpoblación turca: un estudio retrospectivo. *Revista Internacional de Endodoncia*. 2013; 46 :1032–8.

Jeon, S. J., Yun, J. P., Yeom, H. G., Shin, W. S., Lee, J. H., Jeong, S. H., & Seo, M. S. Deep-learning for predicting C-shaped canals in mandibular second molars on panoramic radiographs. *Dento maxillo facial radiology*, 50(5), 20200513; 2021.

Jerome CE. C-shaped root canal systems: diagnosis, treatment, and restoration. *General Dentistry*. 1994;42:424–7.

Jerome CE, Hanlon RJ Jr: Dental anatomical anomalies in Asians and Pacific Islanders. *J Calif Dent Assoc* 2007; 35:631–636.

Jin GC, Lee SJ, Roh BD. Anatomical study of C-shaped canals in mandibular second molars by analysis of computed tomography. *Journal of Endodontics*. 2006;32:10–3.

Khalighinejad N, Aminoshariae A, Kulild JC, Williams KA, Wang J, Mickel A. The effect of the dental operating microscope on the outcome of nonsurgical root canal treatment: a retrospective case-control study. *J Endod*. 2017; 43:728–32.

Khorasani, M., Nabavi, S., Hamed, A., & Jafarzadeh, H. (2021). Endodontic Treatment of C-shaped Mandibular Premolars: A Case Report and Review of Literature. *Iranian endodontic journal*, 2021; 16(4), 244–253.

Kim JR, Choi SB, Park SH. A maxillary second molar with 6 canals: a case report. *Quintessence Int*; 2008;39:61–4.

Kotoku K. Morphological studies on the roots of the Japanese mandibular second molars. *Dental Science Reports*. 1985;85:43–64. in Japanese.

Lambrianidis T, Lyroudia K, Pandelidou O, Nicolaou A. Evaluation of periapical radiographs in the recognition of C-shaped mandibular second molars. *International Endodontic Journal*; 2001;34:458–62

Lynn EA. Conventional root canal therapy of C-shaped mandibular second molar: a case report. *The New York State Dental Journal*. 2006;72:32–4.

Méndez, C., Azuero, MM., Lorenzana T. (2006). Obturación de conductos radiculares.

http://www.javeriana.edu.co/Facultades/Odontologia/posgrados/acadendo/i_a_revisio_n20.html

Melton DC, Krell KV, Fuller MW. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. *Journal of Endodontics*. 1991;17:384–8.

Moor RJG. C-shaped root canal configuration in maxillary first molars. *International Endodontic Journal*. 2002;35:200–8.

Nakayama A: Gutter shaped root in human mandibular molars. *Kokubyo Gakkai Zasshi*, 15: 275-281, 1941.

Nakayama A, Toda Y. Clinical observation of gutter shaped root canal. *Kokubyo Gakkai Zasshi*. 1941;15:118–23.

Naoum HJ, Love RM, Chandler NP, Herbison P. Effect of X-ray beam angulation and intraradicular contrast medium on radiographic interpretation of lower first molar root canal anatomy. *Int Endod J*. 2003;36:12–9.

Naoum HJ, Chandler NP, Love RM Conventional versus storage phosphorplate digital images to visualize the root canal system contrasted with a radiopaque medium. *J Endod.* 2003;29:349–52.

Nejaim Y, Gomes AF, Rosado LPL, Freitas DQ, Martins JNR, da Silva EJNL. “C-shaped canals in mandibular molars of a Brazilian subpopulation: prevalence and root canal configuration using cone-beam computed tomography”. *Clínica Oral Investig.* 2020;24(9):3299-3305.

Ørstavik D, Pitt Ford TR. *Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis* 2nd Edición Wiley-Blackwell; 2nd edición (2007)

Peter AS. *Histología y Embriología.* 2a ed. (Panamericana. EM, ED.); 1981.

Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of Endodontics.* 2004;30:559–67.

Rice RT, Gilbert BO. An unusual canal configuration in a mandibular first molar. *Journal of Endodontics.* 1987;13:513–5.

Ricucci D, Pascon EA, Langeland K. Long-term follow-up on C-shaped mandibular molars. *Journal of Endodontics.* 1996;22:185–7.

Rodrigues, C. T., EzEldeen, M., Jacobs, R., Lambrechts, P., Alcalde, M. P., Hamp; Hungaro Duarte, M. A. Cleaning efficacy and uncontrolled removal of dentin of two methods of irrigant activation in curved canals connected by an isthmus. *Australian Endodontic Journal*, 2021;47(3), 631–638.

Sabala CL, Benenati FW, Neas BR. Bilateral root or root canal aberrations in a dental school patient population. *J Endod;* 1994;20:38–42.

Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18: 269–96.

Seo MS, Park DS. C-shaped root canals of mandibular second molars in a Korean population: clinical observation and *in vitro* analysis. *International Endodontic Journal.* 2004;37:139–44.

Singla M, Aggarwal V. C-shaped palatal canal in maxillary second molar mimicking two palatal canals diagnosed with the aid of spiral computerized tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2010;109:e92–5.

Siqueira JF Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well treated teeth can fail. *Int Endod J* 2001; 34:1–10.

Solomonov M, Paqué F, Fan B, Eilat Y, Berman LH. El desafío de los sistemas de conductos en forma de C: un estudio comparativo de la lima autoajustable y ProTaper. *J. Endodo.* 2012; 38 : 209-14.

Tratman EK. A comparison of the teeth of people. Indo-European racial stock with the Mongoloid racial stock. *The Dental Record.* 1950;70:63–88

Versiani Marco A., Basrani Bettina, Sousa-Neto Manoel D. The Root Canal Anatomy in Permanent Dentition. ED Springer Nature 2019.

Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics.* 2005;10:3–29.

Weiger R: Root canal irrigation: How much activation is necessary? *Dtsch Zahnärztl Z Int* 2021; 3: 64–70

Weine FS. Members of the Arizona Endodontic Association. The C-shaped mandibular second molar: incidence and other considerations. *J Endod;* 1998;24:372–5.

Weine FS, Pasiewicz RA, Rice RT. Canal configuration of the mandibular second molar using a clinically oriented in vitro method. *J Endod;* 1988;14:207–13.

Wu M-K, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation in oval canals. *Int Endod J* 2001; 34:137–41.

Yang ZP, Yang SF, Lee G. The root and root canal anatomy of maxillary molars in a Chinese population. *Endodontics & Dental Traumatology.* 1988a;4:215–8.

Yılmaz Z, Tuncel B, Serper A, Calt S. C-shaped root canal in a maxillary first molar: a case report. *Int Endod J* 2006;39:162– 6.