

Abordaje de conducto radicular calcificado en un incisivo central superior con falsa vía mediante guía endodóntica estática. Reporte de un caso

Approach to a calcified root canal in a maxillary central incisor with ledge formation using a static endodontic guide. Case report

Abordagem de canal radicular calcificado em incisivo central superior com falsa vía usando guia endodôntica estática. Relato de um caso

Fecha de Recepción: 16 de mayo 2024

Aceptado para su publicación: 30 de mayo 2024

Autores:

María Eugenia Terán^{1a},
ORCID: 0000-0001-9395-1531
María Fernanda Serpa^{2b},
ORCID: 0009-0004-7857-4124

1. Centro de Radiodiagnóstico Odontológico RDMAX.
Bogotá, Colombia.
2. Práctica privada. Bogotá, Colombia.
 - a. Especialista en Radiología Oral y Maxilofacial (Faculdade de Odontologia São Leopoldo Mandic).
 - b. Especialista en Endodoncia (Colegio Odontológico Colombiano).

Correspondencia:

Terán, María Eugenia.
Centro de Radiodiagnóstico Odontológico RDMAX.
Edificio Cedro Point, Cedritos. Bogotá, Colombia.

Correo electrónico:

mariaeugeniateranrx@gmail.com

Conflicto de intereses:

los autores declaran no tener conflictos de interés.

Fuente de financiamiento:

autofinanciado.

Resumen

El acceso convencional a la cavidad pulpar en dientes con calcificación del conducto radicular (CCR) es desafiante y suele estar asociado a perforaciones o falsas vías. El uso de guías endodónticas es un método prometedor en la resolución de estos casos. El objetivo del presente trabajo es el abordaje de una CCR en un incisivo central superior con falsa vía mediante guía endodóntica estática. Paciente masculino de 38 años de edad refiere cambio de coloración postraumatismo dentoalveolar en el diente 11. En radiografía periapical inicial se observó CCR parcial e imagen radiolúcida asociada al ápice. En un primer intento de localización del conducto radicular se realizó una apertura amplia y falsa vía, por lo que se indicó una tomografía computarizada de haz cónico (TCHC). Antes de la adquisición del volumen tomográfico, la falsa vía fue reparada y se decide realizar un nuevo acceso a través de una guía endodóntica estática. Se obtuvo un modelo digital mediante un escáner intrabucal, el mismo fue fusionado en el software de planificación digital con los archivos de la TCHC para diseñar la guía endodóntica, ésta fue impresa y colocada en el diente con la finalidad de guiar el acceso endodóntico, el cual fue realizado de forma expedita y precisa. Después de 18 meses, el paciente continua asintomático. Es importante destacar la importancia de la reparación de la falsa vía previa a la instrumentación guiada, lo que evitaría el desvío del fresado y otras complicaciones como la fractura del diente.

Palabras clave: conducto radicular; tratamiento del conducto radicular; calcificaciones de la pulpa dental; endodoncia; tomografía computarizada de haz cónico (fuente: DeCS BIREME).

Abstract

Conventional access to the pulp chamber in teeth with calcified root canal (CRC) is challenging and often associated with perforations or false canals. The use of endodontic guides is a promising method for resolving these cases. The objective of the present work is to address a CRC in an upper central incisor with a false canal using a static endodontic guide. A 38-year-old male patient reported a color change in tooth 11 following dentoalveolar trauma. The initial periapical radiograph showed partial CRC and a radiolucent image associated with the apex. In an initial attempt to locate the root canal, a wide access opening and false canal were created, necessitating a cone beam computed tomography (CBCT) scan. Before acquiring the tomographic volume, the false canal was repaired, and it was decided to create a new access using a static endodontic guide. A digital model was obtained using an intraoral scanner, which was then merged in digital planning software with the CBCT files to design the endodontic guide. This guide was printed and placed on the tooth to guide the endodontic access, which was performed efficiently and precisely. After 18 months, the patient remains asymptomatic. It is important to highlight the significance of repairing the false canal prior to guided instrumentation to avoid deviation of the drilling and other complications such as tooth fracture.

Key words: root canal; root canal therapy; dental pulp calcification; endodontics; cone-beam computed tomography (source: MeSH NLM).

Resumo

O acesso convencional à cavidade pulpar em dentes com calcificação do canal radicular (CCR) é desafiador e geralmente está associado a perfurações ou falso canal. Na resolução destes casos, a utilização de guias endodônticas é um método promissor. O objetivo deste trabalho é abordar uma CCR em incisivo central superior com desvio do trajeto utilizando guia endodôntica estática. Paciente do sexo masculino, 38 anos, que relatou descoloração após trauma dentoalveolar no dente 11; na radiografia periapical inicial observou-se CCR parcial e imagem radiolúcida associada ao ápice. Numa primeira tentativa de localização do canal radicular, foi realizada ampla abertura e desvio do trajeto, para a qual foi indicada tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Antes da aquisição do volume tomográfico, o desvio foi reparado e optou-se por fazer novo acesso

através de guia endodôntica estática. Um modelo digital foi obtido através de um scanner intraoral, foi fusionado no software de planejamento digital com os arquivos TCFC para desenhar a guia endodôntica, esta foi impressa e colocada no dente com a finalidade de orientar o acesso endodôntico, o que foi realizado de forma rápida e precisa. Após 18 meses, o paciente permanece assintomático. É importante ressaltar a importância do reparo do desvio antes da instrumentação guiada, o que evitaria desvio da fresagem e outras complicações como fratura dentária.

Palavras-chave: cavidade pulpar, tratamento do canal radicular; calcificações da polpa dentária; endodontia; tomografia computadorizada de feixe cônico (fonte: DeCS BIREME).

Introducción

La calcificación del conducto radicular (CCR), también llamada obliteración del conducto radicular se produce por la acumulación de tejido duro en el conducto con la subsecuente reducción del espacio pulpar y el diámetro del mismo^{1,2}. Esta condición se ha relacionado a trauma o subluxación, lesiones de caries, pulpotomias en la cámara pulpar, terapia ortodóntica, tratamientos de endodoncia regenerativa, o por la aposición fisiológica de la dentina asociada al proceso de envejecimiento¹⁻⁷. Clínicamente un diente con CCR puede mostrar decoloración en la corona, con pérdida de la traslucidez y una respuesta baja o negativa a test de vitalidad pulpar^{1,4-6,8,9}. La CCR puede ser parcial o total^{1,3}.

Existe consenso sobre la indicación del tratamiento endodóntico ante la evidencia clínica o radiográfica de pulpitis o lesión periapical en un diente con CCR^{4-6,8}. Aunque la necrosis pulpar no está siempre presente, puede ocurrir después de algunos años en el 38% de los casos, siendo que 27,1% de estos dientes muestran dolor a la percusión, inflamación y/o tracto sinusal, así como lesión periapical mayor a 3 mm^{2,3}.

En los casos de CCR, la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) es útil para evaluar la configuración y el número de conductos radiculares, determinar la ubicación y grado de calcificación del conducto, estimar la longitud de trabajo, así como la longitud de fresado necesaria para la entrada al CR,

identificar lesión periapical y valorar el estado del tratamiento endodóntico previo, así como errores técnicos^{8,7,10,11}.

La Asociación Americana de Endododncia (AAE) considera que el tratamiento de la CCR es de alta complejidad aun cuando sea realizado bajo microscopio¹². El riesgo asociado con el tratamiento tradicional del CCR es la sobre-extensión del acceso cameral con gran remoción del tejido dentario, perforaciones iatrogénicas, sistema de conducto radicular irrecuperable, fractura de instrumento, desvío del trayecto original del conducto radicular (CR) y finalmente la pérdida de la unidad dentaria (UD)^{1,2,5,7}.

Con la finalidad de minimizar errores técnicos y reducir el tiempo del tratamiento endodóntico, se ha desarrollado un enfoque asistido por computador a través del uso de guías obtenidas mediante la sobreposición de archivos DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine, por sus siglas en inglés) derivados de un estudio tomográfico y archivos STL (Standard Tessellation Language) adquiridos mediante un escáner^{2,6,10,13}. Estas guías son conocidas como “guías endodónticas estáticas”.

La cirugía periapical fue la indicación inicial de las guías endodónticas, más recientemente han sido empleadas para la remoción de postes de fibra y materiales en el interior de los conductos radiculares¹. Sin embargo, una de las indicaciones más exitosas de las guías es el tratamiento de la CCR como una alternativa al acceso cameral convencional⁵. Este enfoque consiste en el uso de una guía que permite al clínico ganar acceso a la parte permeable del conducto con una fresa de diámetro que varía entre 0,75 a 1,2 mm para minimizar riesgos procedimentales. El uso correcto de esta técnica puede evitar perforaciones, permitir el tratamiento de estos casos sin microscopio y reducir el tiempo clínico^{2,7}. Considerando que es importante para el clínico conocer las ventajas, protocolos y aspectos técnicos necesarios para su implementación, el objetivo de este trabajo fue describir el abordaje de una CCR en un incisivo central superior con falsa vía mediante guía endodóntica estática.

Caso clínico

Paciente masculino de 38 años de edad quien acude a consulta endodóntica refiriendo cambio de coloración en la UD 11 postraumatismo dentoalveolar hace un año y “molestia” durante el ejercicio físico. Al examen clínico intrabucal se constató el oscurecimiento del diente, con preservación de la integridad coronaria, prueba de sensibilidad pulpar negativa al frío realizada con Endo-ice (Altstätten, Suiza), colocando una torunda de algodón impregnada con el producto en vestibular de la corona dentaria. En radiografía periapical de la zona incisiva superior la UD 11 mostraba CR parcialmente calcificado e imagen radiolúcida asociada al ápice. Se procedió a realizar la apertura cameral y la localización del CR, sin embargo, esto no fue posible, creando una apertura amplia y falsa vía, por lo que se indica TCHC para ubicar el acceso y trayectoria del conducto. Antes de la adquisición del volumen tomográfico se selló la falsa vía con Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) y se decide realizar el acceso en una segunda ocasión a través de una guía endodóntica estática.

Obtención de las imágenes tomográficas

Las imágenes tomográficas fueron obtenidas en un equipo Promax 3D (Planmeca, Helsinki, Finlandia), empleado los siguientes parámetros de adquisición: 90 kV, 10mA, tiempo de exposición de 12 seg, FOV (Field of View, por sus siglas en inglés) de 8 x 10 cm, y un tamaño de vóxel de 75 micras. Se aplicó el filtro AINO (Adaptative Image Noise Reduction, por sus siglas en inglés-Planmeca, Helsinki, Finlandia) y ARA (Artefact Removal Algorith, por sus siglas en inglés-Planmeca, Helsinki, Finlandia) para la reducción de ruido y artefactos generados por objetos metálicos, respectivamente. La preparación del paciente incluyó la colocación de bloque de mordida para permitir la desoclusión, así como rollos de algodón por vestibular de los dientes a evaluar, que posibilitaran la separación de los labios de las unidades dentarias y la encía. Asimismo se le instruyó al paciente a no moverse o deglutir durante la adquisición del volumen tomográfico.

Análisis de las imágenes tomográficas

Se realizó el mapeamiento dinámico del CR de la UD 11, empleando el software Romexis (Planmeca, Helsinki, Finlandia), siguiendo el eje longitudi-

nal del diente en los planos axial, coronal y sagital, recorriendo el trayecto del conducto en sentido corono-radicular y viceversa, a la menor distancia posible entre cortes. La evaluación reveló la pérdida de tejido dental coronal en dirección vestibulo-palatino, creando una falsa vía, sin alcanzar a perforar la corona. Se identificó un CR único, no se evidenció el lumen del mismo en los tercios cervical y medio, se encontraba permeable en el tercio apical. No se verificaron trazos de fractura y/o fisura y se observó imagen hipodensa, de bordes definidos, que condicionaba el adelgazamiento de la tabla ósea vestibular, sugerente de lesión periapical (Figura 1). La UD 21 mostraba CR obturado e imagen hipodensa periapical asociada, mientras que la UD 22 presentó CR obturado con espacio del ligamento periodontal preservado. La UD 12 se encontraba en condiciones de normalidad.

Diseño y manufactura de la guía endodóntica

Un primer paso para la elaboración de la guía endodóntica fue la obtención de un modelo digital del paciente a través de un escáner intrabucal, para lo cual se empleó un escáner 3Shape Trios (3Shape, Copenhague, Dinamarca). En el software de diseño

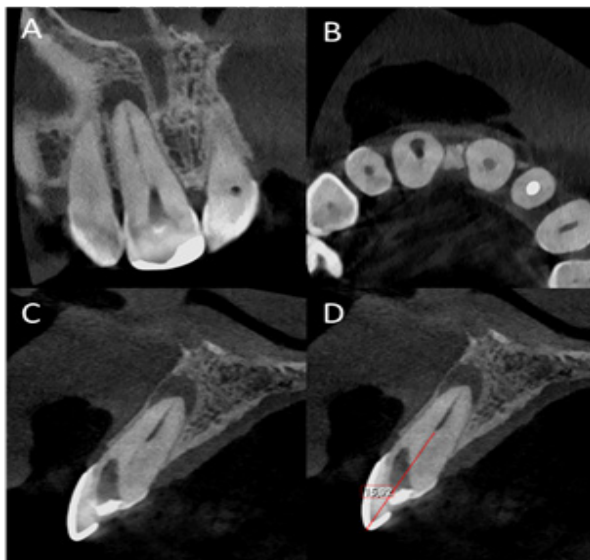


Figura 1. Reconstrucciones multiplanares de tomografía computarizada de haz cónico. A. Corte coronal en donde se observa el desvío de la apertura a mesial, así como la calcificación del conducto radicular en el tercio cervical y medio, en el tercio apical el canal se encuentra permeable, nótase la presencia de imagen hipodensa periapical asociada. B. Corte axial demostrando desvío de la preparación a vestibular. En C y D se evidencia en cortes sagitales, el desvío a vestibular con el adelgazamiento de la pared dentinaria vestibular de los tercios cervical coronal y radicular, se indica la distancia entre el borde incisal y el inicio de la permeabilidad del conducto.

coDiagnostix (Steco-System-technik, Hamburgo, Alemania) se procede a sobreponer el escaneo intrabucal en formato STL con las imágenes tomográficas en formato DICOM, con este propósito se marcaron puntos en común entre las imágenes tomográficas y el modelo digital para lograr la sobreposición precisa entre ambos archivos (Figura 2). Posteriormente se seleccionó en la galería del software coDiagnostix (Steco-System-technik, Hamburgo, Alemania), la fresa y el anillo guía más apropiado. En este caso se utilizó el kit endodóntico (Steco System-technik, Hamburgo, Alemania) con fresa de 0,90 mm de diámetro y 28 mm de longitud.

A continuación se orientó digitalmente la fresa con el propósito de ubicar la zona de permeabilidad del CR siguiendo el eje longitudinal del diente, en este momento se procedió a segmentar el diente para verificar en 360°, la dirección de ingreso de la fresa y su trayectoria, determinando los milímetros correspondientes al fresado que permitieran alcanzar el nivel de permeabilidad del conducto (Figura 4). Se procedió entonces al diseño de la guía endodóntica, éste debe preservar el principio de triangulación, para lo cual es necesario marcar puntos alrededor del modelo digital con la finalidad de determinar la extensión de la misma y el software creó automáticamente la guía adaptada al kit endodóntico seleccionado (Figura 3).

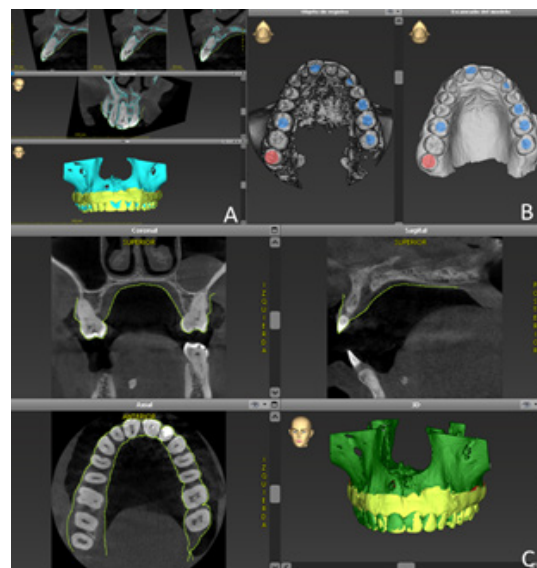


Figura 2. A. Sobreposición del escaneo intrabucal en formato STL (Standar Tesellation Language) y las imágenes en formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) en el software coDiagnostix. B. Marcaje de puntos de coincidencia para lograr la fusión precisa de las imágenes. C. Verificación de la alineación entre las imágenes.

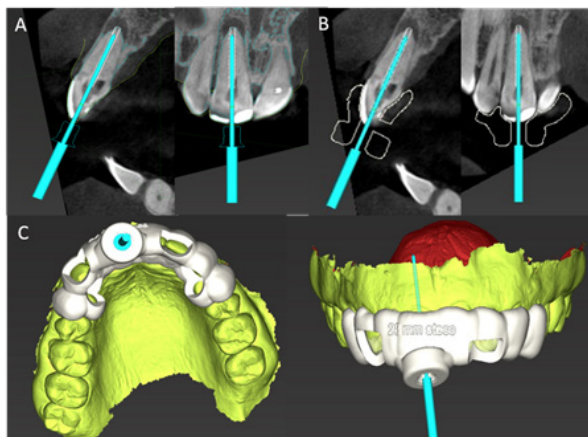


Figura 3. A. Ubicación del casquillo y selección de la longitud de la fresa. B. Diseño de la guía en el software coDiagnostix. C. Guía endodóntica virtual generada en el software coDiagnostix.

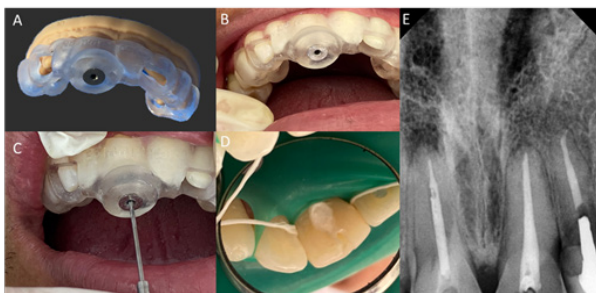


Figura 4. A. Guía endodóntica adaptada a modelo del maxilar. B. Prueba de adaptación de la guía en la cavidad bucal. C. Fresado guiado del conducto. D. Aislamiento para restauración final. E. Radiografías periapicales de control postoperatorio inmediato donde se verifica la obturación del conducto radicular. Aislamiento para apertura en la siguiente cita para ubicar el conducto e iniciar la endodoncia.

La guía endodóntica fue exportada en archivo STL y enviada a impresora en tercera dimensión (3D). Una vez impresa se verificó la adaptación al biomodelo impreso de la arcada dentaria, así como la adaptación del anillo guía, éste no debe desalojarse por sí mismo de la chimenea. Se realizó una prueba en el paciente para comprobar la adaptación y la estabilidad de la guía y se marcó un punto con azul de metileno a través de la funda guía para indicar la región exacta de la cavidad de acceso endodóntico, empleando la punta del condensador de endodoncia. El esmalte en el área marcada se retiró empleando una fresa de diamante hasta que la dentina quedó expuesta y se posicionó de nuevo la guía con la fresa seleccionada en la planificación para penetrar la parte calcificada del CR y acceder al espacio pulpar (Figura 4).

El acceso al CR se confirmó mediante una radiografía periapical empleando una lima # 10 Tipo K-flexofile (Dentsply Maillefer, Tulsa, EE.UU). Posteriormente se realizó preparación coronoapical con el sistema WaveOne Gold (Dentsply Sirona, Charlotte, EE.UU), irrigación con hipoclorito de sodio al 5,25%, se secó con puntas de papel estériles, se irrigó con EDTA al 17% por un minuto y se secó nuevamente el conducto. Se obturó con gutapercha mediante técnica de compactación vertical y cemento AH plus (Dentsply Sirona, Charlotte, EEUU), se selló la cavidad con teflón y cemento temporal. Se realizó la restauración con material sintético una semana después (Figura 4). Después de 18 meses de seguimiento, el diente se encuentra asintomático. Las etapas del tratamiento del paciente empleando la guía endodóntica se resumen en la *Tabla I*.

Tabla I. Etapas para la obtención de la guía endodóntica en el caso presentado.

Etapa	Actividad
Preliminar	Examen intrabucal, radiografías periapicales iniciales.
Obtención de los archivos digitales	Reparación de falsa vía. Obtención del modelo digital del maxilar mediante escáner intrabucal (archivo STL- Standard Tessellation Language). Adquisición del volumen tomográfico considerando la aplicación de algoritmos de mejoramiento de imagen y preparación del paciente como desoclusión y separación de tejidos blandos en la zona de interés (archivos DICOM-Digital Imaging and Communications in Medicine).
Planificación digital	Importar los archivos STL y DICOM al software de planificación digital. Diseño de la fresa virtual, verificación de la longitud y ángulo de fresado. Diseño de la guía endodóntica.
Impresión de la guía endodóntica	Impresión en tercera dimensión de la guía endodóntica y la verificación de la su adaptación al biomodelo impreso de la arcada dentaria, y la del anillo guía.
Prueba de la guía endodóntica en el paciente	Control del ajuste de la guía endodóntica antes y después de colocar el aislamiento.
Tratamiento endodóntico	Se marca un punto en el esmalte a través de la funda para indicar la región exacta de la cavidad de acceso endodóntico. Remoción del esmalte hasta que la dentina quede expuesta. Colocar la guía en el diente. Fresado a través de la guía. Remover la guía y confirmar el acceso al conducto radicular mediante radiografía periapical. Preparación coronoapical, irrigación, secado y obturación con gutapercha del conducto radicular. Sellado de la cavidad con teflón y cemento temporal. Restauración final con material sintético.

Discusión

El tratamiento de dientes con conductos radiculares calcificados es desafiante y suele estar asociado con un alto riesgo de perforación^{1,2,5,7,9}. En este reporte de caso se describe el abordaje de una CCR en la UD 11 la cual presentaba al examen clínico, cambio de coloración de la corona y prueba de vitalidad pulpar negativa, en la radiografía periapical inicial se observó una lesión periapical, siendo esto una indicación de la terapéutica endodóntica^{4-7,8}.

Las radiografías periapicales son el primer examen de elección para el examen endodóntico inicial, principalmente por su baja dosis de radiación. Sin embargo, la distorsión y sobreposición inherentes a los exámenes en segunda dimensión, limitan la precisión de la evaluación^{5,9}. En el presente caso clínico, la radiografía periapical no fue concluyente para ubicar el CR y debido al amplio acceso realizado, se decidió realizar una TCHC intraoperatoria.

En este sentido la Sociedad Europea de Endodoncia¹⁴ indica en su papel de posición, que la TCHC debe ser utilizada para la valoración de conductos radiculares extensamente obliterados. Al respecto, la AAE y la Asociación Americana de Radiología Oral y Maxilofacial¹⁵ en su documento de consenso recomiendan una TCHC de FOV reducido y de alta resolución como examen intraoperatorio de elección con la finalidad de identificar y localizar conductos radiculares calcificados en aquellos casos en los que no se obtuvo un examen tomográfico preoperatorio, tal como sucedió en el caso clínico presentado.

La TCHC proporciona información relevante sobre la localización, morfología, grado de la CCR y la confirmación de alteración periapical, lo que puede afectar el plan de tratamiento⁵. Las imágenes tomográficas de la UD 11 revelaron la permeabilidad del CR en el tercio apical y la presencia de una lesión periapical que condicionaba el adelgazamiento de la tabla ósea vestibular. Es importante destacar la relevancia de la implementación de un protocolo de mapeamiento dinámico del diente en los tres planos del espacio, permitiendo un examen sistemático del CR en todo su trayecto, siendo esta estrategia particularmente recomendada en casos endodónticos^{16,17}.

El avance tecnológico en los equipos de TCHC y de los softwares asociados a CAD/CAM 3D (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing por sus siglas en inglés), ha promovido el desarrollo de la endodoncia guiada^{5,7,13}. En este sentido, uno de los aspectos críticos a considerar son los requerimientos técnicos de un equipo TCHC para ser utilizado en la confección de guías endodónticas, tales como un tamaño de vóxel inferior a 100 micras, ángulo de giro superior a 180°, la posibilidad de modificación del kV y mA y la capacidad de exportar un archivo DICOM liberado que luego es importado en un software externo especializado de planificación e impresión¹¹.

En este caso, las imágenes tomográficas fueron adquiridas con un vóxel de 75 micras y se aplicaron filtros de reducción de ruido y de artefactos generados por objetos metálicos, esto permitió no solo la obtención de una imagen óptima con fines diagnósticos, sino también para la adecuada segmentación^{7,18}. La preparación del paciente también es un factor clave a considerar, puesto que el espacio interoclusal y la separación de los tejidos blandos facilita el proceso de fusión de los archivos digitales^{19,20}.

Aunque se recomienda que los exámenes de TCHC para endodoncia sean obtenidos con un FOV reducido¹², lo que contribuye a una imagen con alta resolución, en este caso se utilizó un FOV medio (8 x 10 cm), esto proporcionó un gran número de puntos de coincidencia entre los archivos DICOM y STL, permitiendo una integración precisa entre ellos, sin que ello impactara en la calidad diagnóstica de las imágenes, lo que probablemente tuvo relación con el tamaño de vóxel, el kV y el mA empleados. También es importante destacar la importancia de no realizar movimientos ortodónticos posteriores al escaneo intrabucal y la adquisición de la TCHC puesto que un cambio de posición del diente podría alterar la trayectoria planificada de la fresa.

El resultado final del caso coincide con lo reportado por otros autores debido a que se obtuvo el acceso al CR en una sola sesión, de forma expedita y predecible^{4,5,10,11}. De acuerdo a Hernández et al.¹¹, los dientes en su serie de casos con un intento de acceso previo, representaron un mayor desafío para el

operador, debido a que el avance de la fresa en el CR fue más complejo que en aquellos dientes donde el conducto aún no había sido intervenido, por lo que recomiendan derivar oportunamente los casos de dientes con CCR para la realización de accesos guiados. En este caso, la UD 11 tenía un intento de acceso con falsa vía, esta situación debió ser subsanada antes del fresado con la guía endodóntica, por lo que se utilizó Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) con la finalidad de fortalecer estructuralmente al diente, y evitar el desvío de la fresa al encontrar un espacio vacío. En este sentido, Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) ha emergido como un material bioactivo sustituto de la dentina y ha sido empleado en la terapia de pulpa vital, tratamiento de perforación radicular, reabsorciones, obturación retrógrada y reemplazo de dentina con resultados promisorios^{21,22}. El procedimiento de restauración en unidades dentarias con amplia pérdida de sustancia dentaria o falsa vía debe ser considerado como un protocolo preoperatorio para prevenir desvíos y fracturas durante el fresado.

Conclusiones

La endodoncia guiada posibilita el tratamiento preciso y predecible de dientes con calcificación del conducto radicular. Un volumen tomográfico a ser utilizado en la confección de una guía endodóntica requiere ser adquirido considerando el balance entre su precisión diagnóstica, lo que es importante en la valoración de la calcificación y el grado de obliteración del conducto y consideraciones técnicas que facilitarán la segmentación y fusión del mismo con otros archivos digitales, tales como la aplicación de algoritmos de mejoramiento de imagen y la preparación del paciente (desoclusión y separación de tejidos blandos). En los casos de conductos radiculares extensamente calcificados, la TCHC debería ser indicada como examen preoperatorio para evitar complicaciones. En el caso descrito, la reparación de la falsa vía permitió el posterior fresado sin desvíos o fracturas.

Referencias bibliográficas

1. Dąbrowski W, Puchalska W, Ziemlewski A, Ordyniec-Kwaśnica I. Guided endodontics as a personalized tool for complicated clinical cases. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(16):9958. Doi:10.3390/ijerph19169958
2. Ambu E, Gori B, Marruganti C, Malvicini G, Bordone A, Giberti L et al. Influence of calcified canals localization on the accuracy of guided endodontic therapy: a case series study. *Dent J (Basel)*. 2023;11(8):183. Doi:10.3390/dj11080183
3. Oginni AO, Adekoya-Sofowora CA, Kolawole KA. Evaluation of radiographs, clinical signs and symptoms associated with pulp canal obliteration: an aid to treatment decision. *Dent Traumatol*. 2009;25(6):620-625. Doi:10.1111/j.1600-9657.2009.00819.x
4. Fonseca Tavares WL, Diniz Viana AC, de Carvalho Machado V, Feitosa Henriques LC, Ribeiro Sobrinho AP. Guided endodontic access of calcified anterior teeth. *J Endod*. 2018;44(7):1195-1199. Doi:10.1016/j.joen.2018.04.014
5. Freire BB, Vianna S, Leandro Nascimento EH, Freire M, Chilvarquer I. Guided endodontic access in a calcified central incisor: a conservative alternative for endodontic therapy. *Iran Endod J*. 2021;16(1):56-59. Doi:10.22037/iej.v16i1.27427
6. Connert T, Zehnder MS, Amato M, et al. Microguided endodontics: a method to achieve minimally invasive access cavity preparation and root canal location in mandibular incisors using a novel computer-guided technique. *Int Endod J* 2018; 51:247-55.
7. Kamburoğlu K, Sönmez G, Koç C, Yılmaz F, Tunç O, Isayev A. Access cavity preparation and localization of root canals using guides in 3D-Printed teeth with calcified root canals: an In Vitro CBCT study. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(13):2215. Doi:10.3390/diagnostics13132215
8. Krastl G, Zehnder MS, Connert T, Weiger R, Kühl S. Guided endodontics: a novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification and apical pathology. *Dent Traumatol*. 2016;32(3):240-246. Doi:10.1111/edt.12235
9. Ghosh S, Gehlot PM, Puthusseril RA, Mariswamy A. Guided endodontics a pathbreaking approach to the management of calcified canals: a case report. *Int J Oral Health* 2024;16(1):90-94. Doi: 10.4103/jioh.jioh_233_23
10. Llaquet Pujol M, Vidal C, Mercadé M, Muñoz M, Ortolani-Seltenerich S. Guided Endodontics for Managing Severely Calcified Canals. *J Endod*. 2021;47(2):315-321. Doi:10.1016/j.joen.2020.11.026
11. Hernández-Vigueras S, Rosas MC, Aravena CP, Barría RE, Maldonado UJ. Endodoncia guiada estática, una opción para obliteración del canal pulpar. Serie de casos. *Int*

J Morphol 2022;40(6):1504-1510. Doi: 10.4067/S0717-95022022000601504

12. American Association of Endodontics. Endodontics: colleagues for excellence. Cotemporary endodontic microsurgery: procedural advancements and treatment planning considerations. Chicago, IL: American Association of Endodontics; 2010.

13. Decurcio DA, Bueno MR, Silva JA, Loureiro MAZ, Damião Sousa-Neto M, Estrela C. Digital planning on guided endodontics technology. Braz Dent J. 2021;32(5):23-33. Doi:10.1590/0103-6440202104740

14. Patel S, Brown J, Semper M, Abella F, Mannocci F. European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) developed by. Int Endod J. 2019;52(12):1675-1678. Doi:10.1111/iej.13187

15. American Association of Endodontics and American Association of Oral and Maxillofacial Radiology. Position statement. Use of cone beam computed tomography in endodontics. 2015 [Internet]. Disponible en: <https://aaomr.org/position-papers/>

16. Bueno MR, Estrela C, De Figueiredo JA, Azevedo BC. Map-reading strategy to diagnose root perforations near metallic intracanal posts by using cone beam computed tomography. J Endod. 2011;37(1):85-90. Doi:10.1016/j.joen.2010.08.006

17. Bonilla-Gutiérrez M, Delgado-Rodríguez CE, Camargo-Huertas HG. Protocolo estandarizado para la observación de la imagen tomográfica en endodoncia. Acta Odontol Colomb 2021;11(2):66-85. Doi: 10.15446/aoc.v11n2.95423

18. Minnema J, van Eijnatten M, Hendriksen AA, Liberton N, Pelt D, Batengurg KJ, et al. Segmentation of dental cone-beam CT scans affected by metal artifacts using a mixed-scale dense convolutional neural network. Med Phys. 2019;46(11):5027-5035. Doi:10.1002/mp.13793

19. Januário AL, Barriviera M, Duarte WR. Soft tissue cone-beam computed tomography: a novel method for the measurement of gingival tissue and the dimensions of the dentogingival unit. J Esthet Restor Dent. 2008;20(6):366-374. Doi:10.1111/j.1708-8240.2008.00210.x

20. Rubio NA. CAI: Computer-Assisted Imaging. En: Galante, JM, Rubio NA. (eds) Digital Dental Implantology. Suiza, Springer Cham; 2021. p. 3-18. Doi: 10.1007/978-3-030-65947-9_1

21. Malkondu Ö, Karapinar Kazandağ M, Kazazoğlu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. Biomed Res Int. 2014;2014:160951. Doi:10.1155/2014/160951

22. Cardoso M, Dos Anjos Pires M, Correlo V, Reis R, Paulo M, Viegas C. Biodentine for Furcation Perforation Repair: An Animal Study with Histological, Radiographic and Micro-Computed Tomographic Assessment. Iran Endod J. 2018;13(3):323-330. Doi:10.22037/iej.v13i3.19890