

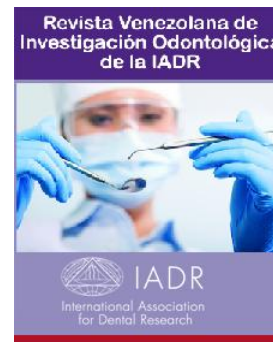


Depósito Legal: ppi201302ME4323

ISSN: 2343-595X



Revista Venezolana de Investigación Odontológica de la IADR

<http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/rvio>


REPORTE DE CASO

Manejo endodóntico de primer premolar inferior con conducto en C. Reporte de caso

Máramy Verde G.¹, Valentina Rodríguez M.²

1 Residente de postgrado de Endodoncia, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

2 Especialista en Endodoncia. Docente Postgrado en Endodoncia, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

RESUMEN

Historial del artículo

Recibo: 16-11-24

Aceptado: 11-05-25

Disponible en línea: 01-06-2025

Palabras Clave:

primer premolar inferior, variaciones anatómicas, conducto en C, surco radicular, manejo endodóntico.

Los primeros premolares inferiores presentan variaciones anatómicas de interés clínico que dificultan el tratamiento endodóntico. Los conductos en forma de C en su sección transversal son una variación anatómica compleja, aunque con muy baja incidencia. **Objetivo:** Describir el manejo endodóntico de un primer premolar inferior con conducto en C. **Reporte del caso:** Paciente femenino de 31 años de edad, acude asintomática al área de Postgrado de Endodoncia, señalando antecedentes de dolor durante la masticación, en hemiarcada inferior izquierda, de intensidad moderada que se acompaña con presencia de edema y tracto sinuoso recurrente desde hace aproximadamente 7 años. Luego de la exploración clínica e imagenológica se diagnosticó el diente 3.4 con necrosis pulpar y periodontitis apical asintomática, presentando un conducto amplio con bifurcación en tercio apical. El corte transversal de la tomografía computarizada de haz cónico, revela un surco radicular mesio-lingual, presentando una anatomía en forma de C, categoría C2 según Fan, con dos conductos. Se realizó tratamiento endodóntico no quirúrgico en tres sesiones, con medicación intraconducto de hidróxido de calcio durante 21 días. Se empleó una técnica de obturación híbrida: conducto lingual con técnica de cono único y cemento biocerámico, y conducto vestibular con agregado de trióxido mineral blanco, el tercio medio y cervical se obturó con técnica de compactación vertical manual. **Conclusiones:** Se debe manejar un amplio conocimiento de las variaciones anatómicas en los primeros premolares inferiores, los conductos en forma de C representan un verdadero desafío respecto al diagnóstico, desbridamiento y obturación.

Autora de correspondencia: Máramy Verde .Email: maramyverde@gmail.com

Endodontic management of the mandibular first premolar with shape root canal. A case report

ABSTRACT

The mandibular first premolars have anatomical variations of clinical interest that can make challenging the endodontic treatment. The C-shape root canals in their cross-section are a complex anatomical variation, yet with very low incidence. **Aim:** To describe the endodontic management of a mandibular first premolar with C root canal shape. **Case report:** 31-year-old female patient, attended asymptomatic to the Postgraduate of Endodontics, referring a history of pain on biting in the lower left side of the mouth, of moderate intensity that is presented with edema and recurrent sinuous tract for approximately 7 years. After clinical and X-ray examination, 3.4 pulp necrosis with symptomatic apical periodontitis was diagnosed, displaying a wide canal bifurcation in the apical third. The cross-section of cone beam computed tomography reveals a mesio-lingual radicular groove, presenting a C-shaped anatomy, category C2 according to Fan, with two canals. Non-surgical endodontic treatment was performed in three sessions, intracanal calcium hydroxide medication was placed for 21 days. A hybrid obturation technique was performed: lingual canal with single cone technique and bioceramic cement, and buccal canal with white mineral trioxide aggregate, the middle and cervical third with manual vertical compaction technique. **Conclusions:** A broad knowledge of the anatomical variations in the mandibular first premolars must be well known, the C-shaped root canals represent a real challenge in relation to diagnosis, debridement and obturation.

Keywords: mandibular first premolar, anatomical variations, C-shape root canal, radicular groove, endodontic management.

Introducción

El objetivo principal del tratamiento endodóntico es prevenir o tratar la periodontitis apical¹, siendo de vital importancia para garantizar el éxito a largo plazo del tratamiento brindado al paciente, la eliminación o remoción sustancial de la infección bacteriana en el sistema de conductos radiculares (SCR) mediante la limpieza químico-mecánica, para su posterior obturación tridimensional^{2,3}. La falta de conocimiento sobre la anatomía radicular y del SCR es particularmente una de las principales causas del fracaso endodóntico, asociado junto con la falta de localización, instrumentación e irrigación, así como una obturación inadecuada de los conductos radiculares⁴⁻⁷. Por lo tanto, para lograr el éxito del tratamiento es fundamental un amplio conocimiento preoperatorio de la configuración del SCR a tratar.

En particular, los premolares inferiores son considerados los dientes más difíciles de intervenir endodónticamente debido a las variaciones morfológicas que presentan⁸. Aunque suelen tener una sola raíz y un solo conducto

radicular, se ha reportado un porcentaje relativamente alto de tener más de un conducto^{9,10}. De igual forma, se ha informado acerca de primeros premolares inferiores (PPI) con una anatomía inusual descrita como surcos radiculares que causan una morfología en forma de C en la sección transversal de las raíces¹¹⁻¹³. Posiblemente este surco se deba a la reducción de la velocidad de formación la dentina en el lado lingual o por una falla en la vaina epitelial de Hertwig para fusionarse durante el desarrollo dental¹⁴. Además, dicho surco logra invaginarse e inducir la división radicular facilitando la presencia de más conductos¹². Cuando existe más de un conducto en cualquier sección transversal de la raíz de un PPI, es descrito como complicado¹³. Esto no sólo plantea un gran reto para la limpieza y desinfección del SCR, sino que también puede demandar de técnicas especiales para su conformación y obturación. Según Fan¹⁵ la sección transversal de los conductos en C de los PPI podría clasificarse en 6 categorías (C1 a C6) para facilitar su diagnóstico y manejo (fig.1):

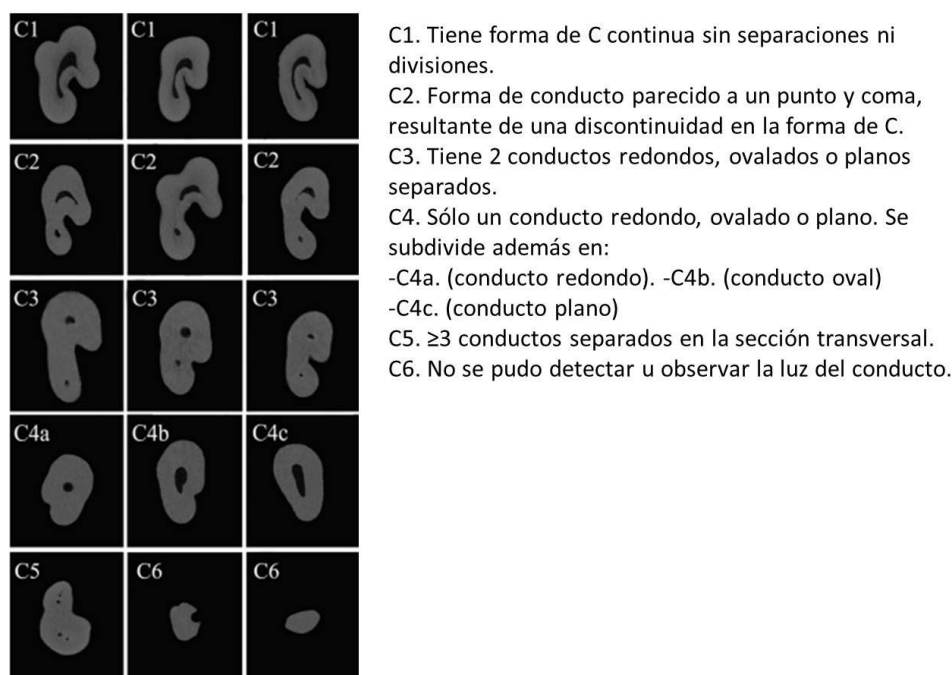


Fig. 1. Ejemplos de algunas imágenes de micro-CT de premolares indicando la clasificación de la configuración del conducto según Fan¹⁵.

A continuación, se describe el manejo endodóntico de un PPI con conducto en forma de C, categoría C2 según Fan¹⁵, con dos conductos, con el propósito de reconocer factores a tomar en cuenta para su detección y posterior tratamiento endodóntico.

Reporte de Caso

Paciente femenino de 31 años de edad, acude asintomática al área de Postgrado de Endodoncia en junio del 2022, señalando antecedentes de dolor previo durante la masticación, en hemiarcada inferior izquierda, de intensidad moderada que se acompaña con presencia de edema y tracto sinuoso recurrente desde hace aproximadamente 7 años. No refiere antecedentes médicos relevantes, ni ingesta de medicación. Portadora de aditamentos ortodóncicos.

Al examen intrabucal se observó en el diente 3.4 lesión cariosa profunda ocluso-distal, edema de la mucosa vestibular leve, y sondaje periodontal de 3mm en vestibular, mesial y distal. En las pruebas de sensibilidad pulpar presentó respuesta negativa al frío con Endo Ice (Coltene, Suiza) y respuesta positiva muy leve a la percusión vertical, horizontal y palpación periapical.

La exploración radiográfica periapical reveló un conducto amplio con cambios de radiopacidad en el tercio apical, compatible con una anatomía aberrante (fig. 2). Se indica tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) con campo de visión de 5x5, donde se observó una raíz única con conducto oval amplio que se bifurca en el tercio apical, detectándose un surco radicular mesio-lingual, revelando una anatomía en forma de C, categoría C2 según Fan¹⁵. Se presenta un conducto vestibular (CV) arriñonado, con pared mesio-lingual de poco espesor y un conducto lingual (CL) de menor diámetro. Se observó imagen periapical hipodensa de 9 x 6,5 mm aprox. que destruye la cortical ósea vestibular, además presentó reabsorción radicular externa en tercio apical (fig. 3).



Fig. 2. Radiografía inicial. Conducto amplio con cambios de radiopacidad en el tercio apical, compatible con anatomía aberrante.

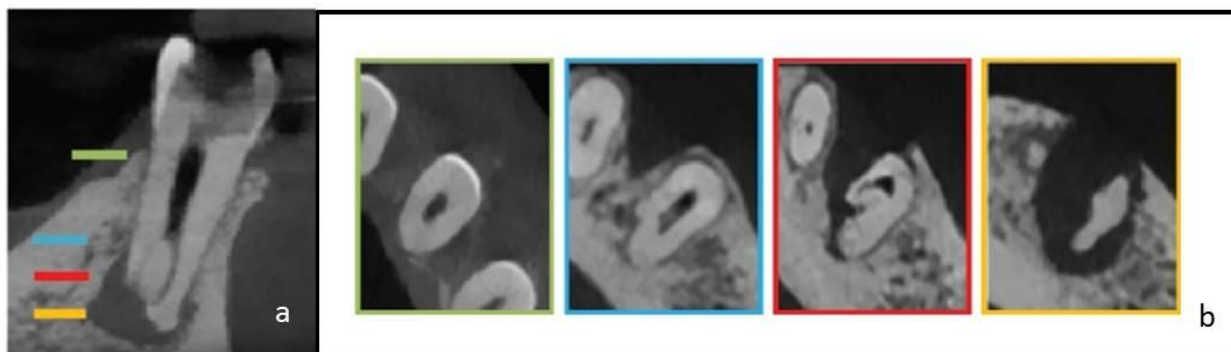


Fig. 3. Imágenes de CBCT. a. Corte sagital donde se observa la bifurcación en tercio apical. b. Corte transversal donde se evidencia conducto en C en los distintos tercios radiculares.

Se establece el diagnóstico según la Asociación Americana de Endodoncia (AAE)¹⁶ de necrosis pulpar con periodontitis apical asintomática y se indica tratamiento endodóntico no quirúrgico. Previo consentimiento informado de la paciente, el mismo se realizó en 3 sesiones, mediante la administración de anestesia local con lidocaína al 2% con epinefrina 1:80.000 (New Stetic®. Antioquia, Colombia) aislamiento absoluto con grapa #2 (Hygienic, Coltene, USA) y goma dique (Pribanic Dental, Malasia). Además, se utilizó lupas con magnificación 3,5X (Bio-Art, São Carlos, Brasil).

Manejo Endodóntico

Primera cita: Apertura cameral y eliminación de lesión cariosa con fresa redonda diamantada #4 (Microdont, Brasil) localizando entrada del conducto oval y amplio. Neutralización del contenido tóxico necrótico del tercio cervical y medio mediante irrigación ultrasónica pasiva (PUI) con NaOCl al 5,25% (Secure, Venezuela). Seguidamente se procedió a realizar glide path del tercio apical del CV con lima K-file #15 y del CL con lima K-file #06 (Micromega/Coltene, Francia). Se realizó la conductometría electrónica (Minipex, Woodpecker, China) verificándola radiográficamente. Se estableció diámetro apical del CV con lima K-file #60 (fig. 4). Su preparación se basó en irrigación profusa con NaOCl al 5,25% con PUI. El CL se preparó con limas K-file hasta #15, luego con sistema rotatorio BlueShaper® (Zarc, Asturias, España) hasta la lima Z4 (25.06). Se colocó medicación intraconducto de Ca(OH)₂ puro (Calsecure, Venezuela) con anestesia durante 21 días, IsoTape (TDV, Brasil) en cámara pulpar y restauración provisional con I-Pro (i-Dental, Lithuania).

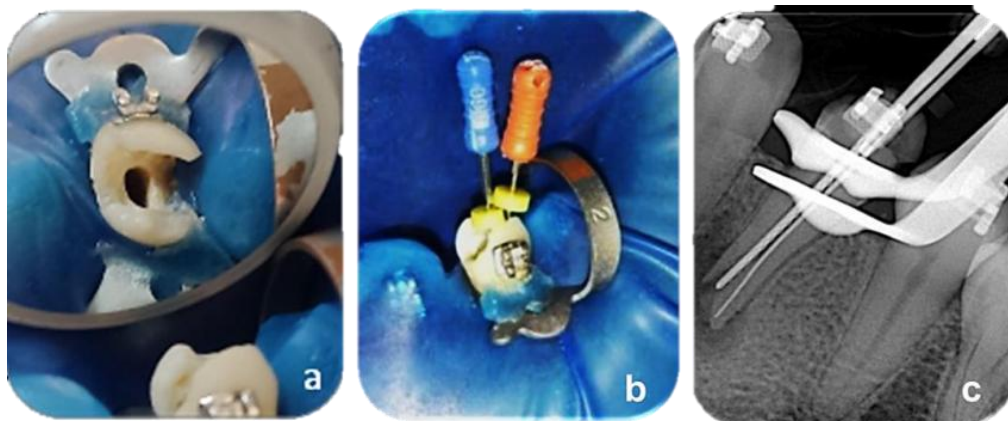


Fig. 4. **a.** Se observa la conformación cameral con la entrada del conducto oval y amplia. **b.** Aspecto clínico de la inclinación de limas **c.** Conductometría y verificación de diámetro apical del CV.

Segunda cita: Se procedió a la eliminación de la medicación de hidróxido de calcio y permeabilización de los conductos, seguido por el protocolo de irrigación final, que consistió en 15ml NaOCl 5,25% PUI (3 ciclos x 20seg) +5ml Solución fisiológica + 5ml EDTA 17% PUI (3 ciclos x 20seg) + 5ml Solución fisiológica. Inicialmente, se obturó el CL mediante la técnica de cono único. Se estableció la conometría con un cono 25.06 (Zarc, Austrias, España). Se midió en CBCT la longitud desde coronal hasta el inicio de la bifurcación (14mm), y se realizó el corte y compactación del cono a dicho nivel con un compactador manual Buchanan #1 (Kerr™, California, USA). Se utilizó cemento sellador Bio C Sealer (Angelus, Brasil)(fig 5).

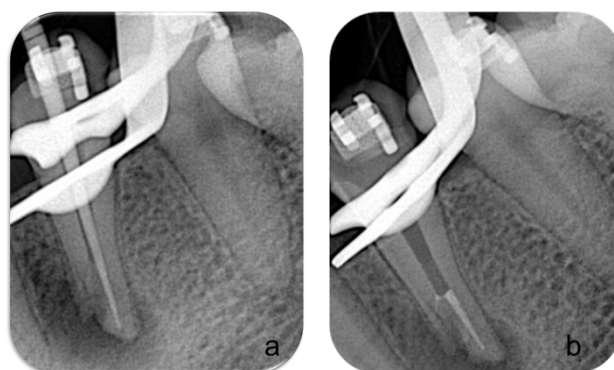


Fig. 5. **a.** Radiografía de conometría CL **b.** Verificación de la obturación del tercio apical del CL.

Luego, se procedió a obturar el CV con una barrera apical de MTA blanco (Angelus, Brasil), el cual fue compactado hasta la bifurcación, verificándose radiográficamente, así como la limpieza de las paredes del tercio medio y cervical (fig. 6). Se colocó una torunda de algodón estéril humedecida con solución fisiológica, IsoTape en la entrada de cámara pulpar (TDV, Brasil) y restauración provisional i-Pro (i-Dental, Lithuania).



Fig. 6. Obturación del CV con barrera apical de MTA blanco.

Tercera cita: se retiró el provisional y se confirmó el endurecimiento de la barrera apical de MTA para proceder a obturar el tercio medio y cervical, a través de la técnica de compactación vertical manual, utilizando cemento sellador Bio C Sealer (Angelus, Brasil) (fig. 7). Luego se colocó una base cameral con TheraBase® (Bisco, USA) y provisional resinoso I-Pro (i-Dental, Lithuania). Se indicó restauración definitiva y suspensión de fuerzas ortodóncicas durante 3 meses, hasta valorar reparación periapical.



Fig. 7. Obturación del tercio medio y cervical con la técnica de compactación vertical manual hasta lograr obturar por completo el conducto.

Se realizó una cita control a los 2 meses, la paciente acudió asintomática, con respuesta a la percusión casi imperceptible. Radiográficamente se observan cambios en la radiolucidez de la lesión y el hueso circundante con mayor radiopacidad, denotando que la lesión se encuentra en vías de reparación. Posteriormente, se realizó control a los 25 meses, encontrándose ausencia total de signos y síntomas clínicos, y observando radiográficamente una reducción significativa de la lesión apical y aumento del trabeculado óseo (fig.8).

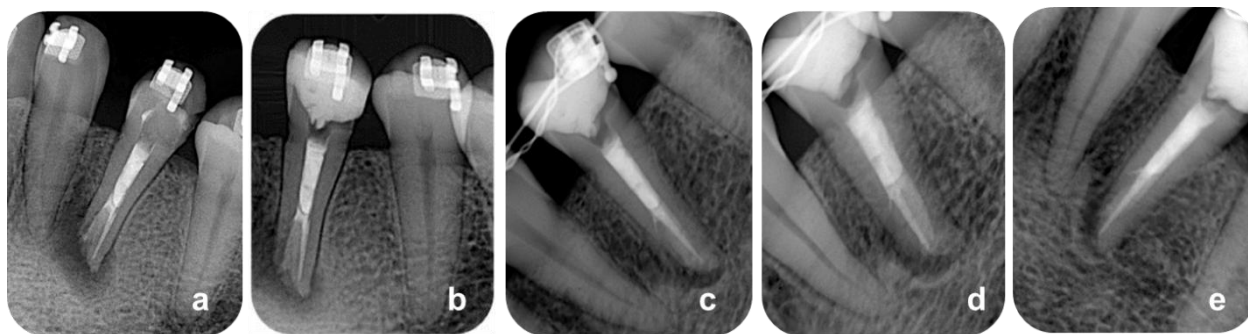


Fig.8 **a.** Radiografía final del tratamiento realizado. **b.** Control a los 2 meses, donde se evidencia cambios en la radiolucidez de la lesión. **c, d y e.** Control a los 25 meses, se observa reducción significativa de la lesión.

Discusión

El CBCT supera la mayoría de las limitaciones de la radiografía intraoral, muestra mayores detalles anatómicos, dando como resultado un diagnóstico y seguimiento más preciso, y por lo tanto, una mejor toma de decisiones para el abordaje de problemas endodónticos más complejos¹⁷. En el presente caso, se pudo obtener la referencia anatómica del SCR en forma de C de un primer premolar inferior mediante cortes transversales de CBCT, logrando identificar una bifurcación en el tercio apical en cortes sagitales.

La prevalencia de conductos en C mediante CBCT en premolares y molares, superiores e inferiores, es poco común. En molares superiores (<4% de todos los estudios), en primeros premolares inferiores (entre 1,1 al 10,9%) y en segundos premolares inferiores (hasta 1,5%)¹⁸. Siendo el diagnóstico por CBCT mucho menor (0% a 10,9%) en comparación con la proporción de 66,2% a 67,5% informados en estudios *ex vivo* usando micro-CT. Tales diferencias pueden explicarse por la mayor resolución espacial de la exploración micro-CT y, debido a la selección de muestras¹⁸.

Específicamente en América del Sur, se dispone de estudios mediante CBCT o Micro-CT con muestra variada de premolares inferiores que vislumbran una realidad de la prevalencia de conductos en C interesante¹⁹⁻²¹. Por ejemplo, en Venezuela, por medio de CBCT, en una muestra de 688 premolares inferiores,

de los cuales 380 eran PPI, la presencia de conductos en forma de C fue de 19,2%, siendo relativamente más alta en PPI con una incidencia de 83.33%. De éstos sólo el 9,09% eran categoría C2²².

En cuanto a las características anatómicas de primeros premolares inferiores en C, cabe destacar que se ha informado que tienen una alta posibilidad de dividirse en dos o tres conductos en la región apical^{12,15}. Para el manejo de esta variación anatómica, el desbridamiento y desinfección durante el tratamiento será un desafío debido a que los conductos en forma de C son aproximadamente perpendiculares al conducto coronal ovalado o plano. Además, la pared de dentina es delgada en el surco y se debe ser consciente de esta zona de peligro para evitar una perforación durante la limpieza y conformación^{15,23}. Para la localización de los conductos se recomienda el uso de limas de bajo calibre precurvadas¹.

Por ello, durante el manejo del caso se consideró que la preparación del CV pudiera llevar al desgaste y debilitamiento de las paredes, además de estar previamente afectadas por la reabsorción radicular externa. Por otro lado, al no realizarlo se estaría dejando dentina infectada. En base a estudios previos^{6,24,25} se decidió reforzar la desbridación y desinfección mediante un protocolo de irrigación liderizado por hipoclorito de sodio al 5,25%, complementado con el uso del quelante EDTA 17%, y con la ayuda de activación ultrasónica por tres ciclos de 20seg. Así mismo, para la preparación del CL se tomó en cuenta la recomendación de no preparar con limas de tamaño superior a 25 para evitar perforación²⁶.

En relación con la técnica de obturación, ésta puede ser modificada para satisfacer las necesidades de cada caso, por lo que los desafíos anatómicos dictan la necesidad de practicar la resolución de problemas durante esta fase del tratamiento²⁷. Se recomienda cuando hay un conducto con bi o trifurcación en el tercio apical, realizar la técnica obturación continua de ambos, mediante técnica termoplastificada o como alternativa, realizar obturación apical por medio de la técnica Down-pack y luego Back-fill con gutapercha termoplastificada. Particularmente en este caso, donde la bifurcación ocurrió en tercio apical y en presencia de un conducto con paredes conservadas y otro de mayor diámetro y con reabsorción externa apical, en primer lugar, se procedió a realizar a obturar mediante técnica de cono único el CL hasta la bifurcación para luego realizar una barrera apical de MTA en el CV. Finalmente se realizó obturación de los tercios medio y cervical mediante técnica de compactación vertical manual.

Actualmente, están siendo ampliamente utilizados los cementos selladores hidráulicos de silicato de calcio. Sobre el Bio C Sealer (Angelus, Brasil), además de su biocompatibilidad y potencial bioactivo, se informa que presenta mayor penetración y mejor adaptación tubular²⁸. Por su parte, el mineral de

trióxido agregado, que además de sus propiedades biológicas y fisicoquímicas ampliamente descritas, es uno de los más recomendados para su uso como barrera apical²⁹; además, provoca la liberación de iones de calcio a través de los túbulos dentinarios hasta los defectos de reabsorciones externas, lo que puede favorecer el potencial de reparación de los tejidos circundantes.

Respecto al resultado del tratamiento de conducto, la tasa de éxito disminuye en dientes no vitales, con o sin lesión apical³⁰. Asociándose significativamente la presencia de lesión apical con un menor número de dientes con cicatrización completa, siendo un principal factor pronóstico en el tratamiento endodóntico inicial^{31,32}. Y más si se toma en cuenta el tamaño de la lesión³³. Según las recomendaciones de la Sociedad Europea de Endodoncia, debe evaluarse al menos 1 año después de la intervención, donde un resultado favorable incluirá: ausencia de dolor, inflamación y tracto sinuoso, junto con ausencia de signos radiológicos de patología periapical. En caso de evidencia de persistencia de la lesión apical inicial, con una pequeña reducción o ningún cambio en el tamaño, el resultado se considerará incierto y requerirá un seguimiento de al menos 4 años. De persistir la lesión en dicho tiempo u observarse signos de reabsorción radicular, el resultado del tratamiento se considerará un fracaso. Siendo la excepción una lesión radiológica extensa, ya que puede sanar pero dejar un área irregularmente mineralizada y visible localmente. Este defecto puede ser la formación de tejido cicatrizal en lugar de un signo de periodontitis apical persistente. Se debe seguir evaluando el diente³⁴.

Según los preceptos anteriormente mencionados, y tomando en cuenta los factores que pueden influir en el resultado del tratamiento, como lo son en este caso el tamaño de la lesión de casi 10mm de diámetro y el tiempo de evolución de 7 años, los resultados obtenidos hasta ahora son alentadores debido la ausencia total de signos y síntomas clínicos, y los cambios radiográficos significativos, donde se pudiera incluso pensar que se encuentra en vías de reparación/cicatrización total. De igual forma, se recomienda a la paciente seguir bajo controles periódicos anuales.

Conclusiones

Es imprescindible el conocimiento profundo sobre las variaciones anatómicas que pueden presentar los PPI. El CBCT es una herramienta necesaria para el manejo de anatomías complejas, ya que nos permite realizar una planificación adecuada para alcanzar el éxito del tratamiento endodóntico. Se recomienda el uso de biocerámicos por su biocompatibilidad y gran capacidad de sellado en anatomías aberrantes, además de favorecer el potencial de reparación de los tejidos

Bibliografía

1. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008 Nov;34(11):1291-1301.e3.
2. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974 Apr;18(2):269-96.
3. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am.* 1967 Nov;7:223-44.
4. Cantatore G, Berutti E, Castellucci A. Missed anatomy: frequency and clinical impact. *Endod. Top.* 2006;15:3–31.
5. Song M, Kim HC, Lee W, Kim E. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *J Endod.* 2011 Nov;37(11):1516-9.
6. Siqueira Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res.* 2018 Oct 18;32(suppl 1):e65.
7. Nascimento EHL, Gaêta-Araujo H, Andrade MFS, Freitas DQ. Prevalence of technical errors and periapical lesions in a sample of endodontically treated teeth: a CBCT analysis. *Clin Oral Investig.* 2018 Sep;22(7):2495-2503.
8. Slowey RR. Root canal anatomy. Road map to successful endodontics. *Dent Clin North Am.* 1979 Oct;23(4):555-73.
9. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics* 2005;10:3-29.
10. Cleghorn, B. M., Christie, W. H., & Dong, C. C. S. The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular First Premolar: A Literature Review. *Journal of Endodontics*, 2007; 33(5), 509–516.
11. Jafarzadeh H, Wu YN. The C-shaped root canal configuration: a review. *J Endod.* 2007 May;33(5):517-23.
12. Zhang D, Chen J, Lan G, Li M, An J, Wen X, Liu L, Deng M. The root canal morphology in mandibular first premolars: a comparative evaluation of cone-beam computed tomography and micro-computed tomography. *Clin Oral Investig.* 2017 May;21(4):1007-1012.
13. Lu TY, Yang SF, Pai SF. Complicated root canal morphology of mandibular first premolar in a Chinese population using the cross section method. *J Endod.* 2006 Oct;32(10):932-6.
14. Kato A, Ziegler A, Higuchi N, Nakata K, Nakamura H, Ohno N. Aetiology, incidence and morphology of the C-shaped root canal system and its impact on clinical endodontics. *Int Endod J.* 2014 Nov;47(11):1012-33.

15. Fan B, Yang J, Gutmann JL, Fan M. Root canal systems in mandibular first premolars with C-shaped root configurations. Part I: Microcomputed tomography mapping of the radicular groove and associated root canal cross-sections. *J Endod*. 2008 Nov;34(11):1337-1341.
16. American Association of Endodontists. Guide to clinical endodontics. 6th ed. Available from URL: www.aae.org. American Association of Endodontists Consensus conference recommended diagnostic terminology. *J Endod* 2013; 35: 1634.
17. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J*. 2009 Jun;42(6):463-75.
18. Martins JNR, Marques D, Silva EJNL, Caramês J, Mata A, Versiani MA. Prevalence of C-shaped canal morphology using cone beam computed tomography - a systematic review with meta-analysis. *Int Endod J*. 2019 Nov;52(11):1556-1572.
19. Chaintiou Piorno R, Consoli Lizzi EP, Gualtieri AF, Rodríguez PA. C-Shaped canal system in mandibular premolars evaluated by cone-beam computed tomography in a population of the Autonomous City of Buenos Aires, Argentina. *Arch Oral Biol*. 2021 Mar;123:105040.
20. Ordinola-Zapata R, Monteiro Bramante C, Gagliardi Minotti P, Cavalini Cavenago B, Gutmann JL, Moldauer BI, Versiani MA, Hungaro Duarte MA. Micro-CT evaluation of C-shaped mandibular first premolars in a Brazilian subpopulation. *Int Endod J*. 2015 Aug;48(8):807-13.
21. Moreno JO, Duarte ML, Marceliano-Alves MF, Alves FR, Siqueira JF Jr, Provenzano JC. Micro-computed tomographic evaluation of root canal morphology in mandibular first premolars from a Colombian population. *Acta Odontol Latinoam*. 2021 Apr 1;34(1):50-55.
22. Brea G, Gomez F, Gomez-Sosa JF. Cone-beam computed tomography evaluation of C-shaped root and canal morphology of mandibular premolars. *BMC Oral Health*. 2021 May 4;21(1):236.
23. Fan B, Ye W, Xie E, Wu H, Gutmann JL. Three-dimensional morphological analysis of C-shaped canals in mandibular first premolars in a Chinese population. *Int Endod J*. 2012 Nov;45(11):1035-41.
24. Boutsoukis C, Arias-Moliz MT. Present status and future directions - irrigants and irrigation methods. *Int Endod J*. 2022 May;55 Suppl 3(Suppl 3):588-612.
25. Susila A, Minu J. Activated Irrigation vs. Conventional non-activated Irrigation in Endodontics - A Systematic Review. *Eur Endod J*. 2019 Nov 25;4(3):96-110.
26. Jafarzadeh H, Wu YN. The C-shaped root canal configuration: a review. *J Endod*. 2007 May;33(5):517-23.

27. Gutmann JL, Witherspoon D. Obturación del sistema de conductos radiculares. En: Cohen S, Burs R, editores. Vías de la pulpa. 8 ed. Madrid; Editorial Elsevier Science; 2014: 289-358.
28. Caceres C, Larrain MR, Monsalve M, Peña Bengoa F. Dentinal Tubule Penetration and Adaptation of Bio-C Sealer and AH-Plus: A Comparative SEM Evaluation. *Eur Endod J*. 2021 Apr 22;6(2):216–20.
29. Sonali K, Suresh AV, Abhishek P, Jenish P. Altered Apical Morphology (Reverse Architecture): Use of Indirect Ultrasonic Technique for Orthograde MTA Placement in Maxillary Premolars. *Case Rep Dent*. 2016;2016:1046405. doi: 10.1155/2016/1046405. Epub 2016 May 24. PMID: 27313910; PMCID: PMC4895056.
30. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature - part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J*. 2007 Dec;40(12):921-39. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01322.x. Epub 2007 Oct 10. PMID: 17931389.
31. Friedman S, Abitbol S, Lawrence HP. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: initial treatment. *J Endod*. 2003 Dec;29(12):787-93. doi: 10.1097/00004770-200312000-00001. PMID: 14686806.
32. Marquis VL, Dao T, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase III: initial treatment. *J Endod*. 2006 Apr;32(4):299-306. doi: 10.1016/j.joen.2005.10.050. PMID: 16554199.
33. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J*. 2011 Jul;44(7):583-609. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01872.x. Epub 2011 Mar 2. PMID: 21366626.
34. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J*. 2006 Dec;39(12):921-30. doi: 10.1111/j.1365-2591.2006.01180.x. PMID: 17180780.