

Remoción de instrumento fracturado en premolar mandibular con anatomía radicular compleja: Reporte de caso

Luis Rodrigo Cassana-Rojas,¹ Mayra Gabriela Espejo-Bocanegra,^{1*} Fernando Córdova-Malca,¹ Antonio Denegri-Hacking¹

¹Departamento de Endodoncia, Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), Lima, Perú

RESUMEN

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la localización, preparación completa y desinfección de los conductos radiculares; así como un conocimiento profundo de la anatomía interna del diente. Este reporte clínico presenta el manejo de un primer premolar mandibular con morfología radicular compleja (configuración tipo 1-2-2, por tomografía), con diagnóstico de necrosis pulpar y absceso apical crónico, en el que se produjo la fractura de un instrumento durante la ejecución del tratamiento endodóntico. La literatura describe que hasta el 46% de los primeros premolares mandibulares pueden presentar más de un conducto, lo que eleva el riesgo de complicaciones como la fractura de limas, especialmente en presencia de curvaturas o calcificaciones. En este caso, se emplearon magnificación y ultrasonido, que permitieron la remoción de un fragmento metálico de 3 mm ubicado en el tercio medio del conducto mesial, superando así una situación clínicamente desafiante. Se realizó la preparación biomecánica completa y una obturación tridimensional, logrando resolución clínica completa del cuadro infeccioso. El seguimiento a 2 años y 4 meses mostró reparación ósea apical y conservación de estructuras periodontales, lo cual respalda la evidencia de que la remoción del instrumento mejora significativamente el pronóstico en casos con lesión. Se puede concluir que el conocimiento de la anatomía dentaria, adecuada planificación del caso y el empleo de tecnología son determinantes en la remoción exitosa de un instrumento separado.

Palabras clave: diente premolar, endodoncia, preparación del conducto radicular.

ABSTRACT

The success of endodontic treatment depends on the localization, complete preparation, and disinfection of the root canals, as well as a thorough understanding of the teeth's internal anatomy. This case report

presents the management of a mandibular first premolar with complex root morphology (type 1-2-2 configuration, by tomography), diagnosed with pulp necrosis and chronic apical abscess, in which a file fracture occurred during endodontic treatment. Studies reported that up to 46% of mandibular first premolars may present more than one canal, increasing the risk of complications such as file fracture, particularly in the presence of curvatures or calcifications. In this case, magnification and ultrasonics were used to remove a 3 mm metallic fragment located in the middle third of the mesial canal, thus overcoming a clinically challenging situation. Complete biomechanical preparation and three-dimensional obturation were performed, achieving full clinical resolution of the infection. The 2-year and 4-month follow-up demonstrated apical bone healing and preservation of periodontal structures, supporting the evidence that instrument removal significantly improves prognosis in cases with periapical lesions. It can be concluded that knowledge of dental anatomy, proper case planning, and the use of technology are crucial in the successful removal of a detached instrument.

Keywords: bicuspid, endodontics, root canal preparation.

***Correspondencia:** Mayra Gabriela Espejo-Bocanegra

E-mail: gabriela.espejo30@gmail.com

Teléfono: +(51) 998980779

ORCID

Luis Rodrigo Cassana-Rojas <https://orcid.org/0009-0007-5741-2398>

Mayra Gabriela Espejo-Bocanegra <https://orcid.org/0009-0007-5619-0922>

Fernando Córdova-Malca <https://orcid.org/0000-0002-7220-2045>

Antonio Denegri-Hacking <https://orcid.org/0000-0002-3361-811X>

INTRODUCCIÓN

El éxito del tratamiento endodóntico depende de múltiples factores críticos, entre ellos, la localización y preparación adecuada de todos los conductos radiculares, la implementación de protocolos rigurosos de desinfección y un sellado tridimensional del sistema de conductos (1). Estos elementos son esenciales para prevenir o tratar la periodontitis apical, cuya persistencia o aparición posterior al tratamiento suele considerarse un indicativo de fracaso terapéutico (2).

El conocimiento de la anatomía interna del diente desempeña un papel fundamental en la toma de decisiones clínicas. Comprender las variaciones morfológicas permite minimizar riesgos, prevenir accidentes y mejorar el pronóstico (3). En este contexto, los primeros premolares mandibulares representan un reto para el clínico dada su compleja anatomía. Aunque su presentación más común es de una sola raíz y un solo conducto, es frecuente encontrar dos o incluso tres raíces, conductos múltiples o accesorios, istmos y otras variaciones que dificultan el tratamiento (4). Slowey reportó una elevada tasa de fracaso en los tratamientos endodónticos en premolares, atribuida principalmente a la dificultad para identificar y tratar todos los conductos radiculares (5).

Durante la preparación biomecánica, uno de los accidentes más frecuentes es la separación del instrumento endodóntico dentro del conducto. Esto representa un desafío clínico, y puede estar influido por factores como errores técnicos, limitada experiencia operatoria, uso excesivo del instrumento, curvaturas pronunciadas, anatomía compleja, o calcificaciones (6).

Frente a la fractura de un instrumento, las opciones terapéuticas incluyen la remoción, realización de un by-pass, tratamiento hasta el nivel del fragmento, o abordaje quirúrgico. La elección dependerá de múltiples factores, como la experiencia del operador, el uso de magnificación y la disponibilidad de tecnología auxiliar (7). Siempre que sea posible, la remoción del fragmento es la opción preferida, ya que permite continuar con la desinfección completa del sistema, aumentando así las probabilidades de éxito del tratamiento endodóntico (8).

REPORTE DE CASO

Paciente masculino de 57 años, sin afecciones sistémicas, acudió al Servicio de Endodoncia de la Clínica Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia para evaluación de un primer premolar inferior izquierdo (pieza 34, Federación Dental Internacional - FDI). Clínicamente, se observó una restauración defectuosa con filtración vestibulocervical. Ausencia de respuesta a prueba de sensibilidad térmica, ausencia de dolor a la percusión vertical y horizontal, sin profundidad al sondaje periodontal. Se evidenció un tracto sinusal a nivel de encía adherida (Figura 1A).

El examen radiográfico (Figura 1B) reveló una imagen radiopaca en el tercio cervical de la corona compatible con restauración con aparente compromiso pulpar, bifurcación radicular, conductos obliterados, curvatura abrupta en tercio medio de raíz mesial e imagen radiolúcida a nivel de furca y ápices, sugestiva de un proceso osteolítico. La tomografía computarizada de haz cónico - CBCT (Figura 2) reveló bifurcación de raíces mesial y distal a nivel del tercio medio de la pieza, obliteración de ambos conductos, múltiples



Figura 1. A) Evaluación clínica. Presencia de restauración provisional con filtración a nivel vestibulo cervical. Se evidenció un tracto sinusal a nivel de encía adherida. B) Evaluación radiográfica. Se observa imagen radiopaca a nivel de tercio cervical de la corona compatible con restauración con aparente compromiso pulpar, bifurcación radicular, conductos obliterados, curvatura abrupta en tercio medio de raíz mesial e imagen radiolúcida en zona de furca y región apical de ambas raíces, compatible con proceso osteolítico.

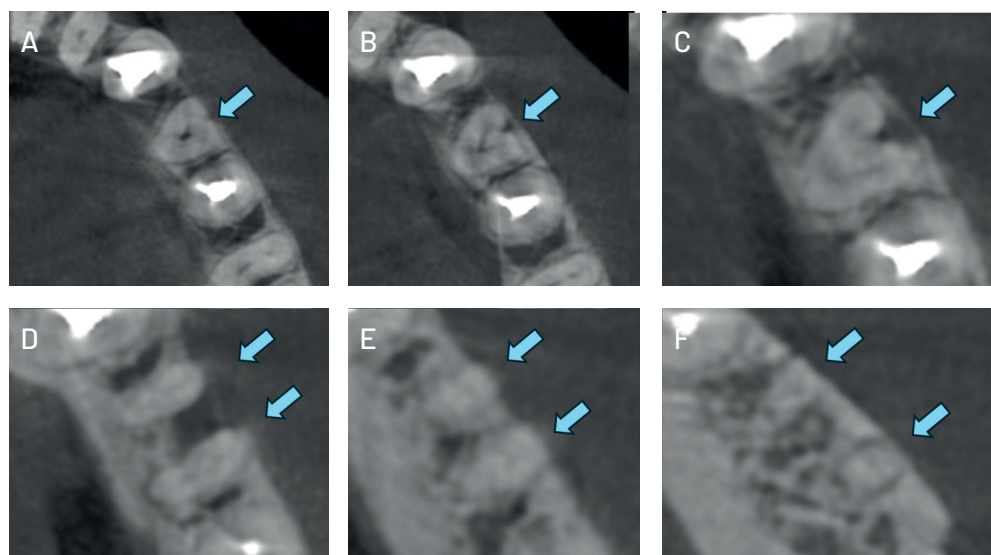


Figura 2. Corte axial con tomografía computarizada de haz cónico. A,B,C) Avance de cortes en tercio coronal – Una raíz. D) Bifurcación de raíz en mesial y distal a nivel del tercio medio de la pieza. En la raíz distal, un conducto obliterado se divide en vestibular y lingual. E,F) confluencia de conductos a nivel apical (conducto recurrente).

calcificaciones en la raíz mesial y un conducto distal que se bifurcaba y confluía en el tercio apical (conducto recurrente).

El diagnóstico fue: Necrosis pulpar y absceso apical crónico. Se propuso tratamiento endodóntico con posible tratamiento quirúrgico complementario (cirugía apical). El pronóstico fue reservado, debido a la anatomía radicular atípica.

Después de obtener el consentimiento informado, se administró anestesia infiltrativa con lidocaína al 2% con epinefrina 1:80000 (Newcain, New Stetic, Antioquia, Colombia), y se realizó aislamiento absoluto con dique de goma. Se removió la restauración defectuosa y lesión cariosa recidivante que comprometía la cámara pulpar. Se realizó el acceso endodóntico por vestibular utilizando inserto ultrasónico P4D (Woodpecker, Guilin, China), logrando el acceso recto a los conductos. La irrigación se realizó con hipoclorito de sodio al 2.5% mediante aguja 30G de salida lateral (Spident, Icheon, Corea del Sur).

Los conductos fueron explorados con limas K #06 (FKG, La Chaux-de-Fonds, Suiza) y EDTA 17% en crema (SoftPrep, Spident, Icheon, Corea). Se logró ingresar sólo 08 mm en el conducto mesial y 09 mm en el distal (Figura 3A). Se continuó la exploración y se sobrepasó la curvatura en el tercio cervical del conducto mesial. Se permeabilizó con lima K #10 y luego con la lima Wave One Glider (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suiza), ocurriendo la fractura de aproximadamente 3mm del instrumento en el tercio medio (Figura 3B).

Se intentó realizar by-pass con limas K#06.02 a #20.02 sin éxito. Se utilizó un inserto de ultrasonido E6 (Woodpecker) para intentar el retiro del instrumento (Figura 3C), luego se empleó una lima RC Blue #25.08 (D Perfect, Shenzheng, China) para ampliar el espacio del conducto (Figura 3D) y se usó el sistema Ultra X (Eighteeth, Changzhou, China) con el inserto dorado #20.02, que al ser más rígido y fino logró la remoción del instrumento fracturado (Figura 3E).

Se continuó la exploración de los conductos obliterados con EDTA en crema (SoftPrep) y limas K #10, superando las calcificaciones. Con localizador electrónico de foramen Air Pex (Eighteeth) se determinó la longitud de trabajo en 21 mm para el conducto mesial y 22 mm para el distal. Se confirmó radiográficamente.

La preparación biomecánica se realizó con sistema Blue Shaper (Zarc, Shenzheng, China), hasta una lima Z4 (25.06), activando los irrigantes con Ultra X aplicando 3 ciclos de 30 segundos con NaOCl al 5.25%, seguido de 1 ciclo de 30 segundos de EDTA 17% e irrigación con 10 ml de solución salina. Se colocó hidróxido de calcio (Calcifar-P, Eufar, Bogotá, Colombia) como medicación intraconducto durante 15 días y se selló con ionómero de vidrio de autocurado Ketac Molar (Solventum, MN, EE.UU.).

En la cita siguiente, el paciente se encontraba asintomático y el tracto sinusal había desaparecido. Se retiró la medicación con NaOCl al 5.25% y se verificó la adaptación de los conos maestros: cono 25.04 en

mesial y 30.04 en el distal. Se activaron los irrigantes y se obturaron los conductos con técnica de onda continua de calor. Se selló la cavidad de acceso con ionómero de vidrio de autocurado Ketac Molar (3M) (Figura 4A) y se tomó radiografía final (Figura 4B). Posteriormente fue realizada la restauración definitiva. Al mes, el paciente permanecía asintomático. A los dos meses, se observó una ligera reducción de la lesión en furca. Al año de seguimiento, la tomografía de control mostró una reparación ósea parcial en las regiones apical y de furca, con sellado parcial del trayecto del conducto recurrente distal (Figura 4C). Pasados 2 años y 4 meses, se evidenció reparación completa del proceso osteolítico en zona apical y furca, con conservación del espacio del ligamento periodontal y lámina dura intacta (Figura 4D).

DISCUSIÓN

La anatomía radicular presenta una notable variabilidad influenciada por factores como edad, sexo y etnia (4). Estudios poblacionales han demostrado diferencias marcadas en la morfología de los primeros premolares mandibulares. Por ejemplo, en población saudí, la presencia de dos raíces alcanza el 13.2%, frente al 1.2% en población china (1,9). En cuanto a la presencia de dos conductos, la población saudí reporta una prevalencia del 22.9% (1).

En un estudio realizado en poblaciones suiza y alemana, la configuración anatómica más frecuente de estas piezas correspondió al tipo 1-1-1 (70,6%), seguida por las configuraciones 1-1-2 y 1-2-2, ambas con una prevalencia del 7.3%. Además, se observaron conductos accesorios en el 31.2% de las muestras, localizados predominantemente en el tercio apical (25.7%) (3). En contraste, el estudio realizado por Moreno O. et al. en población colombiana reportó que la configuración tipo I de Vertucci se presenta en el 40% de los casos (2). De manera consistente, investigaciones internacionales evidencian una prevalencia variable de premolares mandibulares con dos conductos: 18.7% en Malasia, 20% en España y 25.5% en Turquía (1,10,11).

En el caso clínico reportado, el análisis mediante CBCT evidenció una configuración tipo 1-2-2. Se identificó una confluencia en la raíz distal y calcificaciones significativas en la raíz mesial, dificultando notablemente la permeabilización e incrementando el riesgo de accidentes operatorios, como la separación de instrumentos, que pueden comprometer el pronóstico del tratamiento.

La separación de instrumentos es uno de los accidentes más temidos en la práctica endodóntica. Según Madarati et al., el 93% de los endodoncistas y el 79.5%

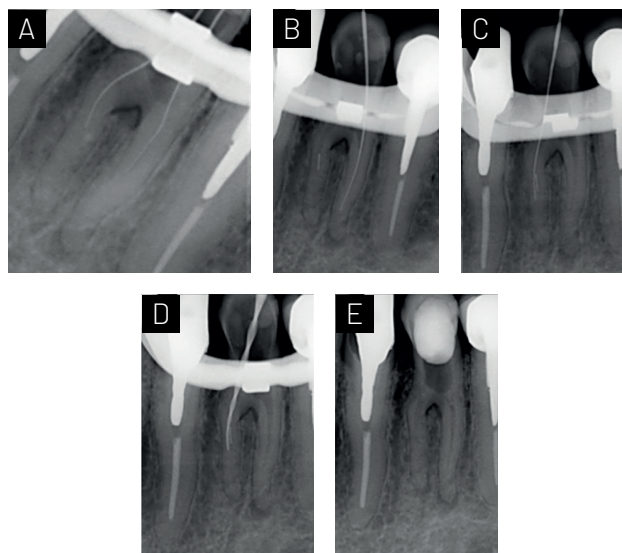


Figura 3. Negociación de conductos. A) Exploración de conducto con limas K# 6, 8, 10 a 8 mm en raíz mesial y 9mm en raíz distal. B) Separación de lima Wave One Glider en tercio medio. C) Se intentó realizar el by - pass del instrumento con limas K# 6 -20 sin poder sobrepasar la ubicación del fragmento. D) Se empleó lima RC Blue 25.08, para ampliar espacio del conducto y luego utilizar inserto dorado 20.02 de Ultra X para la remoción del instrumento. E) Radiografía que evidencia el retiro del fragmento.

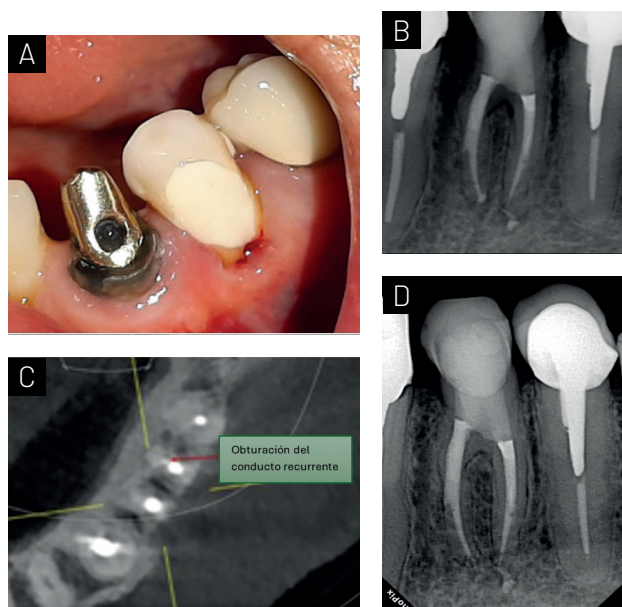


Figura 4. A) Se realizó la preparación biomecánica de los conductos a longitud de trabajo y se dejó medicación intraconducto. 15 días después el tracto sinuoso ha desaparecido. B) Radiografía de obturación final. C) Corte axial de CBCT de control a un año de tratamiento, se observa obturación de conducto recurrente en raíz distal. D) Control radiográfico a dos años del tratamiento, evidencia regeneración ósea y desaparición de procesos osteolíticos.

de los odontólogos generales han experimentado al menos un caso de fractura de instrumentos (12). Spili et al. reportaron una incidencia del 3.3%, siendo más frecuente en molares y en conductos curvos (13). En general, la literatura describe tasas de fractura que oscilan entre el 0.4% y el 10%, influenciadas por la anatomía del conducto, el tipo de instrumento utilizado y la habilidad del operador (14).

Los sistemas de níquel-titanio (NiTi) presentan tasas de fractura más elevadas (0.13%-10%) en comparación con los de acero inoxidable (0.25%-6%) (15). Las principales causas de fractura en instrumentos NiTi son la fatiga cíclica y el estrés torsional. La fatiga cíclica ocurre en conductos curvos debido a la repetida flexión del instrumento, mientras que el estrés torsional se produce cuando la punta se traba mientras el resto del instrumento sigue girando (7). Pedullà et al. demostraron que las limas en fase martensítica con conicidad 0.04 presentan mayor resistencia a la fatiga cíclica que las de 0.06 (16). Asimismo, la resistencia al estrés torsional se incrementa con el diámetro del instrumento (27).

En este caso clínico, la fractura del instrumento en el conducto mesial fue probablemente resultado de una combinación de fatiga cíclica y estrés torsional, facilitada por la curvatura pronunciada y la calcificación del conducto. Ante este tipo de complicaciones, la remoción del fragmento debe considerarse cuando sea clínica y técnicamente viable, especialmente en casos de necrosis pulpar o presencia de lesiones periapicales, donde una desinfección completa es esencial para el éxito del tratamiento.

La decisión de retirar el fragmento debe basarse en la localización, visibilidad y accesibilidad del fragmento, así como en la evaluación del riesgo-beneficio (15). Si bien en algunos casos la fractura puede no afectar significativamente el pronóstico —especialmente cuando ocurre en fases avanzadas del tratamiento o en dientes con pulpas vitales—, en este caso particular se optó por la remoción dado el diagnóstico de necrosis pulpar con absceso apical crónico, que exige una desinfección exhaustiva (8).

La literatura reporta tasas de éxito en la remoción de fragmentos que varían entre 53% y 95%, dependiendo de la ubicación, longitud del fragmento, tipo de instrumento, diente comprometido, experiencia del operador y disponibilidad tecnológica (14,15). Los fragmentos mayores de 5 mm tienden a ser más accesibles, ya que permiten la creación de un espacio coronal para aplicar diversas técnicas (18). Entre estas se incluyen el sistema de tubo (indicado cuando el fragmento presenta una alta retención

mecánica), la técnica del lazo o loop (para fragmentos con retención intermedia), y el uso de micropinzas (adecuado en casos de baja retención) (7). En este caso, el fragmento medía aproximadamente 3 mm y se encontraba en el tercio medio del conducto mesial calcificado, después de la curvatura. La estrategia más adecuada fue el uso de puntas ultrasónicas, previa creación de un espacio mediante limas manuales de serie especial hasta lograr sobrepasar el fragmento con una lima 20.02 (18).

La anatomía del conducto también influye en el pronóstico de remoción. Los conductos rectos permiten una extracción más predecible, mientras que los curvos — como los de las raíces vestibulares de molares superiores o las raíces mesiales de molares inferiores — presentan mayores retos (14,15). Iqbal et al. indican que la probabilidad de fractura es 33 veces mayor en el tercio apical que en el coronal y seis veces mayor que en el tercio medio (19). Además, se ha observado que el 90% de los fragmentos localizados en el tercio coronal pueden ser removidos exitosamente, mientras que las tasas disminuyen significativamente en los tercios medio y apical. De hecho, la probabilidad de remoción en el tercio coronal es hasta 18.8 veces mayor que en otras zonas del conducto (14).

La experiencia del operador es determinante. Suter et al. encontraron que tiempos operatorios mayores a 45-60 minutos se asocian con menores tasas de éxito y mayor riesgo de complicaciones (8). Para prevenir fracturas instrumentales, es imprescindible seguir protocolos clínicos rigurosos: crear un acceso conservador y recto, establecer un glide-path seguro, inspeccionar visualmente las limas durante el uso, evitar reutilizar instrumentos desgastados y respetar las recomendaciones del fabricante (20).

Aunque las fracturas son más frecuentes con instrumentos NiTi, los de acero también pueden romperse. Por ello, una técnica meticulosa, combinada con un profundo conocimiento de la anatomía y un uso adecuado de la tecnología, es clave para el éxito del tratamiento endodóntico. (20).

CONCLUSIÓN

Este caso clínico destaca la relevancia de un conocimiento preciso de la anatomía radicular en premolares mandibulares con morfología compleja. El uso de CBCT, magnificación y ultrasonido, junto con una técnica rigurosa, fue clave para el éxito del tratamiento. La remoción del instrumento fracturado permitió una desinfección adecuada en un caso de necrosis pulpar con absceso apical crónico, logrando la resolución clínica y radiográfica del proceso, lo que refuerza la importancia de decisiones clínicas fundamentadas en la evidencia.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mashyakhy M, AlTuwaijiri N, Alessa R, Alazzam N, Alotaibi B, Almutairi R, Alroomy R, Thota G, Melha AA, Alkahtany MF, Almadi KH, Chohan H, Tarrosh M, Mirza MB. Anatomical Evaluation of Root and Root Canal Morphology of Permanent Mandibular Dentition among the Saudi Arabian Population: A Systematic Review. *Biomed Res Int.* 2022 Aug 2;2022:2400314.
- 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.
- Wolf TG, Kim P, Campus G, Stiebritz M, Siegrist M, Briseño-Marroquin B. 3-Dimensional Analysis and Systematic Review of Root Canal Morphology and Physiological Foramen Geometry of 109 Mandibular First Premolars by Micro-computed Tomography in a Mixed Swiss-German Population. *J Endod.* 2020 Jun;46(6):801-809.
- Karobar MI, Batul R, Khan M, Patil SR, Basheer SN, Rezallah NNF, Luke AM, Noorani TY. Micro computed tomography (Micro-CT) characterization of root and root canal morphology of mandibular first premolars: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2024 Jan 2;24(1):1.
- Slowey RR. Root canal anatomy. Road map to successful endodontics. *Dent Clin North Am* 1979; 23:555-73.
- Coaguila-Llerena H, Lazo-Quezada G, Teves A, Zevallos-Chávez M, Faria G. Removal of separated instruments from unfavourable locations: Case reports using the HBW ultrasonic ring or a surgical approach. *Aust Endod J.* 2023 Aug;49(2):358-364.
- Portigliatti R, Consoli Lizzi EP, Rodríguez PA. Predictive factors in the retrieval of endodontic instruments: the relationship between the fragment length and location. *Restor Dent Endod.* 2024 Sep 9;49(4):e35.
- Suter B, Lussi A, Sequeira P. Probability of removing fractured instruments from root canals. *Int Endod J.* 2005 Feb;38(2):112-23.
- Wu D, Hu DQ, Xin BC, Sun DG, Ge ZP, Su JY. Root canal morphology of maxillary and mandibular first premolars analyzed using cone-beam computed tomography in a Shandong Chinese population. *Medicine (Baltimore).* 2020 May;99(20):e20116.
- Rae O, Parashos P. Prevalence and morphology of different root canal systems in mandibular premolars: a cross-sectional observational study. *Aust Dent J.* 2024 Jun;69(2):112-123.
- Lemos MC, Coutinho TM, Perez AR, Medeiros TC, Marceliano-Alves MF, Alves FR. Root canal morphology of 1316 premolars from Brazilian individuals: an in vivo analysis using cone-beam computed tomography. *Acta Odontol Latinoam.* 2022 Sep 30;35(2):105-110.
- Madarati AA, Watts DC, Qualtrough AJ. Opinions and attitudes of endodontists and general dental practitioners in the UK towards the intra-canal fracture of endodontic instruments. Part 2. *Int Endod J.* 2008 Dec;41(12):1079-87.
- Spili P, Parashos P, Messer HH (2005) The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod* 31, 845-850.
- Zahran SS. Impact of anatomical and clinical variables on the success of endodontic instrument fragment retrieval. *J Oral Sci.* 2025 Jan 16;67(1):5-9.
- McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *Br Dent J.* 2013 Apr;214(8):395-400.
- Pedullà E, La Rosa GRM, Virgillito C, Rapisarda E, Kim HC, Generali L. Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-titanium Rotary Instruments according to the Angle of File Access and Radius of Root Canal. *J Endod.* 2020 Mar;46(3):431-436.
- Terauchi Y, Ali WT, Abielhassan MM. Present status and future directions: Removal of fractured instruments. *Int Endod J.* 2022 May;55 Suppl 3:685-709.
- Arslan H, Doğanay Yıldız E, Taş G, Akbıyık N, Topçuoğlu HS. Duration of ultrasonic activation causing secondary fractures during the removal of the separated instruments with different tapers. *Clin Oral Investig.* 2020 Jan;24(1):351-355.
- Iqbal MK, Kohli MR, Kim JS. A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontics graduate program: a PennEndo database study. *J Endod.* 2006 Nov;32(11):1048-52.
- Simon S, Machtou P, Tomson P, Adams N, Lumley P. Influence of fractured instruments on the success rate of endodontic treatment. *Dent Update.* 2008 Apr;35(3):172-4, 176, 178-9.

CITAR ESTE ARTÍCULO COMO: Cassana-Rojas LR, Espejo-Bocanegra MG, Córdova-Malca F, Denegri-Hacking A. Remoción de instrumento fracturado en premolar mandibular con anatomía radicular compleja: Reporte de caso. *Rev Endod Per.* 2026; 3(1): 41-46. doi: 10.67257/117.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES:

Ejecución del caso: *Cassana-Rojas LR*. Supervisión: *Córdova-Malca F*. Escritura del borrador: *Espejo-Bocanegra MG*. Escritura, revisión y edición del manuscrito final: *Espejo-Bocanegra MG, Denegri-Hacking A*.

FINANCIAMIENTO: El presente trabajo fue autofinanciado.

FECHA DE RECEPCIÓN: 15 de marzo del 2026

FECHA DE ACEPTACIÓN: 9 de mayo del 2026



© Los autores 2026. Este artículo de acceso abierto se ha distribuido bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).