



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

FO
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

FRACTURA RADICULAR DEL TERCIO MEDIO CON TRAZO OBLICUO

Alumna: Od. Carolina A. Simón

Directora de tesis: Prof. Dra. Graciela Peña

Mendoza, Julio 2026

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que me acompañaron y apoyaron durante este camino académico y personal.

Este proceso tuvo un significado aún más especial porque inicié el cursado en una etapa muy importante de mi vida: embarazada, transitando simultáneamente el desafío de la formación profesional y la experiencia de la maternidad. Cada paso recorrido estuvo acompañado de esfuerzo, dedicación y también del sostén incondicional de quienes estuvieron a mi lado.

Agradezco profundamente a mi esposo, por su amor, paciencia y apoyo constante en cada etapa, por acompañarme en los momentos de cansancio, celebración y crecimiento, siendo un pilar fundamental para alcanzar esta meta.

A mi familia, por brindarme siempre contención, confianza y palabras de aliento. En especial, a mi mamá, por su ayuda incondicional, su presencia permanente y por estar siempre disponible para acompañarme en este camino, permitiéndome seguir adelante aun en los momentos más exigentes.

También agradezco a mis compañeros, docentes y directores, quienes compartieron sus conocimientos y experiencia, guiándome en mi formación profesional y contribuyendo a mi desarrollo académico.

Finalmente, agradezco a la vida por permitirme cumplir este objetivo, integrando mi crecimiento personal, familiar y profesional en una etapa tan significativa.

INDICE

Resumen.....	pág. 4
Introducción.....	pág. 6
Caso clínico.....	pág. 17
Discusión.....	pág. 30
Conclusión.....	pág. 37
Bibliografía.....	pág. 38

RESUMEN

Las fracturas radicales constituyen lesiones traumáticas poco frecuentes dentro de los traumatismos dentarios, representando entre el 0,5 % y el 7,7 % de las lesiones que afectan la dentición permanente. Su manejo clínico resulta complejo debido al compromiso simultáneo de los tejidos pulpaes y periodontales, así como a la necesidad de preservar la vitalidad del fragmento apical y favorecer los mecanismos biológicos de reparación. El diagnóstico oportuno, la correcta estabilización del elemento afectado y la selección de una estrategia terapéutica conservadora son factores determinantes para alcanzar un pronóstico favorable.

Por consiguiente, el presente trabajo tiene como finalidad describir el manejo clínico, el enfoque terapéutico y el proceso de reparación de una fractura radicular oblicua localizada en el tercio medio, asociada a necrosis pulpar, mediante un seguimiento clínico y radiográfico de seis meses.

Se presenta el caso clínico de un paciente masculino de 19 años que acudió al servicio de urgencias aproximadamente dos horas después de sufrir un traumatismo dentoalveolar durante la práctica de fútbol profesional. El examen clínico inicial evidenció desplazamiento coronario hacia palatino del elemento 21 y signos de lesión de los tejidos blandos. La evaluación complementaria mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) permitió identificar una fractura radicular oblicua del tercio medio asociada a fractura alveolar de la tabla vestibular, posibilitando una valoración tridimensional precisa de la lesión y una adecuada planificación terapéutica.

El tratamiento inicial consistió en la reposición manual del elemento afectado y su estabilización mediante férula flexible durante seis semanas. Posteriormente, debido a la necrosis pulpar del fragmento coronario, se realizó tratamiento endodóntico limitado a dicho segmento, preservando la integridad biológica del fragmento apical.

Durante los controles clínicos y radiográficos realizados a los 3 y 6 meses, el paciente permaneció asintomático, sin movilidad patológica ni signos de compromiso periodontal o periapical. La evaluación mediante CBCT evidenció estabilidad del fragmento apical y hallazgos compatibles con reparación tisular y formación de tejido calcificado en la zona de fractura.

Un abordaje conservador basado en diagnóstico tridimensional mediante CBCT, reposición temprana, ferulización flexible y tratamiento endodóntico limitado al fragmento coronario puede favorecer resultados clínicos y radiográficos satisfactorios en las fracturas radiculares oblicuas del tercio medio. La preservación de la vitalidad del fragmento apical y el respeto de los principios biológicos de reparación constituyen factores fundamentales para optimizar el pronóstico de estas lesiones.

INTRODUCCIÓN

Las lesiones traumáticas dentales constituyen un problema de salud pública de relevancia mundial debido a su alta prevalencia, impacto funcional y consecuencias estéticas y psicológicas a largo plazo. Estas lesiones abarcan un amplio espectro de alteraciones, que incluyen desde fracturas coronarias simples hasta lesiones más complejas como luxaciones y fracturas radiculares. En este sentido, su adecuada clasificación y abordaje resultan fundamentales para establecer un pronóstico favorable (Petti *et al.*, 2018).

A nivel internacional, diversos autores han estudiado la epidemiología de los traumatismos dentarios. Andreasen; Andreasen; Andersson (2018) señalan que las lesiones traumáticas dentarias se presentan con mayor frecuencia en niños y adolescentes, principalmente debido a su mayor exposición a actividades recreativas y deportivas. Asimismo, destacan que las fracturas coronarias constituyen el tipo de lesión más común, mientras que las fracturas radiculares presentan una incidencia considerablemente menor dentro del total de traumatismos.

En concordancia, Glendor (2008), en su revisión epidemiológica, describe que las fracturas radiculares representan una proporción reducida de las lesiones traumáticas dentarias, lo que refuerza su carácter poco frecuente en comparación con otras formas de traumatismo. Sin embargo, a pesar de su baja incidencia, estas lesiones presentan una mayor complejidad diagnóstica y terapéutica, requiriendo en muchos casos controles clínicos y radiográficos prolongados (Cohenca *et al.*, 2007).

La incidencia de las fracturas radiculares oscila entre el 0,5% y el 7,7% de todas las lesiones traumáticas que afectan la dentición permanente. Estas lesiones se presentan con mayor frecuencia en incisivos superiores y en pacientes jóvenes, especialmente entre la primera y segunda década de vida. Asimismo, suelen asociarse a lesiones concomitantes de tejidos blandos, hueso alveolar y dientes adyacentes (Levin, 2010; Majorana *et al.*, 2002).

En el contexto local, estudios realizados en la provincia de Mendoza aportan evidencia sobre la

magnitud de esta problemática en el sistema de salud pública. Aguilar Storniolo *et al.* (2022) llevaron a cabo un estudio multicéntrico en distintas instituciones odontológicas de la provincia, donde observaron una frecuencia significativa de lesiones traumáticas dentarias en

la población atendida. Los resultados evidenciaron que los traumatismos afectan principalmente a pacientes jóvenes y que los dientes anteriores superiores son los más comprometidos, especialmente los incisivos centrales. Asimismo, se identificó que las fracturas coronarias son las lesiones más frecuentes, mientras que las fracturas radiculares presentan una menor incidencia dentro del total de casos registrados, en concordancia con la literatura internacional.

Dentro de las lesiones de tejidos duros, se incluyen las fracturas coronarias no complicadas, fracturas coronarias complicadas, fracturas corono radiculares y fracturas radiculares. Según Petti *et al.* (2018), las fracturas radiculares representan una lesión compleja debido a la combinación de daño pulpar y periodontal, lo que condiciona el pronóstico clínico. Esta afirmación coincide con lo descrito por Andreasen FM, Andreasen JO; Andersson (2018), quienes señalan que las fracturas radiculares requieren un diagnóstico temprano y una adecuada estabilización para favorecer la reparación tisular.

La fractura radicular, generalmente, es resultado de un impacto horizontal, que tiende a forzar al fragmento coronario hacia palatino en una dirección que produce una ligera extrusión (Andreasen *et al.*, 1990).

Las fracturas radiculares pueden clasificarse según su orientación y localización en el conducto radicular en fracturas horizontales u oblicuas y fracturas verticales, las cuales a su vez pueden ubicarse en el tercio cervical, medio o apical de la raíz (DiAngelis, 2012). Esta clasificación es ampliamente aceptada en la literatura especializada en traumatología dentaria. Andreasen FM , Andreasen JO; Andersson (2018) describen que las fracturas horizontales u oblicuas son las más frecuentes dentro de este tipo de lesiones, presentándose con mayor incidencia en el tercio medio radicular. Por su parte, Tamse (2006) señala que las fracturas verticales son menos comunes y suelen asociarse a mayor complejidad diagnóstica y peor pronóstico. En estas últimas, la línea de fractura puede extenderse a lo largo del eje longitudinal del diente, comprometiendo uno o ambos lados de la raíz y afectando de manera significativa la estabilidad del elemento dentario.

Asimismo, Andersson *et al.* (2012), en las guías de la International Association of Dental Traumatology (IADT), refuerzan esta clasificación al destacar la importancia de la localización del trazo de fractura (cervical, medio o apical) como un factor determinante en el pronóstico y en la elección del tratamiento. En este sentido, las fracturas localizadas en el

tercio cervical suelen presentar un pronóstico más desfavorable debido a la cercanía con el margen óseo y al mayor riesgo de movilidad del fragmento coronal, mientras que aquellas ubicadas en el tercio apical tienden a tener mejor evolución clínica cuando el fragmento coronal se mantiene estable.

Las fracturas radiculares horizontales y oblicuas constituyen dos patrones frecuentes dentro de los traumatismos dentarios, diferenciándose principalmente por la dirección del trazo de fractura y sus implicancias clínicas. Las fracturas horizontales presentan un plano de fractura perpendicular o casi perpendicular al eje longitudinal del diente, lo que permite una separación más definida entre el fragmento coronal y el apical. En cambio, las fracturas oblicuas se caracterizan por un trazo inclinado, lo que genera una mayor variabilidad en la localización del fragmento y una mayor complejidad diagnóstica, especialmente en estudios radiográficos bidimensionales. (Andreasen FM, Andreasen JO; Andersson, 2018; Patel *et al.*, 2021).

Según Wigendorff *et al.* (2020), las fracturas horizontales suelen presentarse con mayor frecuencia en el tercio medio radicular y se asocian con un pronóstico relativamente más favorable cuando el fragmento coronal mantiene estabilidad, favoreciendo procesos de reparación con tejido duro. En contraste, las fracturas oblicuas presentan una mayor variabilidad en la localización del trazo y pueden comprometer distintos tercios radiculares, lo que influye en la dificultad del diagnóstico y en la estabilidad clínica del fragmento.

En concordancia, Andersson *et al.* (2012) señalan que el pronóstico de ambas lesiones depende del grado de desplazamiento y del estado del ligamento periodontal, siendo generalmente más favorable en fracturas horizontales estables. Asimismo, Chala *et al.* (2009) reportaron casos clínicos de fracturas radiculares horizontales con evolución favorable, evidenciando la capacidad reparativa del ligamento periodontal y de los tejidos pulpares cuando existe estabilidad entre los fragmentos; y también destacan que las fracturas horizontales presentan mayores tasas de reparación con tejido duro, mientras que las oblicuas muestran con mayor frecuencia patrones de cicatrización mixtos o menos predecibles, lo que repercute directamente en la evolución clínica y en la toma de decisiones terapéuticas.

En particular, las fracturas radiculares oblicuas del tercio medio representan una lesión traumática compleja que compromete simultáneamente dentina, cemento, pulpa y ligamento periodontal, generando un desafío clínico significativo en endodoncia contemporánea. Su pronóstico está determinado por la localización del trazo de fractura, el grado de

desplazamiento y la capacidad biológica de reparación del complejo pulpo-periodontal (Andreasen *et al.*, 2018; Bourguignon *et al.*, 2024).

Los estudios de Andreasen y Hjorting-Hansen (1967) permiten comprender que factores como la localización de la fractura dentro de la raíz influyen en el pronóstico, debido a diferencias en el soporte periodontal y en la vascularización. En este sentido, las fracturas localizadas en el tercio medio radicular representan una situación intermedia en términos de potencial de reparación, aunque su evolución puede verse comprometida por condiciones desfavorables como la inestabilidad o la interrupción del suministro sanguíneo. Estos hallazgos son respaldados por Sheikhezami *et al.* (2024), quienes observaron que el pronóstico a largo plazo de las fracturas radiculares se relaciona estrechamente con la localización del trazo, el grado de desplazamiento y el mantenimiento de la vitalidad pulpar, destacando que los casos manejados mediante reposición temprana y estabilización adecuada presentan mayores tasas de cicatrización favorable. Estos resultados refuerzan la importancia de un abordaje conservador y de un seguimiento clínico-radiográfico prolongado para optimizar la evolución del diente traumatizado.

Se han descrito distintos patrones de cicatrización en las fracturas radiculares, entre los que se incluyen la unión mediante tejido calcificado, la interposición de tejido conectivo, la combinación de tejido óseo y conectivo, así como la ausencia de reparación con la consecuente formación de tejido de granulación (Andreasen; Hjorting-Hansen, 1967). Esta clasificación posee una relevancia clínica significativa, ya que permite comprender las diferentes respuestas biológicas del complejo dentoalveolar frente a una fractura radicular.

Estos hallazgos han sido ampliamente documentados en la literatura. Andreasen (2012) y Andreasen FM.; Andreasen JO. (2002) describen que la cicatrización de las fracturas radiculares depende principalmente del grado de desplazamiento y del estado del ligamento periodontal, lo que condiciona la aparición de distintos patrones de reparación, incluyendo la formación de tejido calcificado, tejido conectivo o combinaciones de ambos. En concordancia, Andersson *et al.* (2012) y Flores *et al.* (2007) destacan que la estabilidad del fragmento dentario y la correcta inmovilización influyen directamente en la calidad del proceso reparativo.

La evaluación clínica complementada con estudios por imágenes constituye un pilar fundamental en el diagnóstico de las fracturas radiculares, ya que permite determinar la

extensión del daño, la localización del trazo fracturado y el estado pulpar del elemento dentario comprometido. La correcta identificación de estas variables resulta esencial para establecer un pronóstico adecuado y seleccionar la estrategia terapéutica más apropiada (Andreasen *et al.*, 2018; Patel *et al.*, 2021).

Tradicionalmente, las radiografías periapicales y oclusales han sido consideradas herramientas diagnósticas de primera línea para la detección de fracturas radiculares. Sin embargo, su naturaleza bidimensional presenta limitaciones significativas debido a la superposición de estructuras anatómicas, la angulación radiográfica y la orientación del trazo de fractura, factores que pueden dificultar su visualización y generar falsos negativos (Bourguignon *et al.*, 2019). Se requiere una toma radiográfica bastante oblicua para la óptima detección de fracturas en esas ubicaciones, sin embargo, a medida que el nivel de la fractura se aproxima al tercio cervical, cambia la dirección de la fractura haciéndose perpendicular a la raíz. Actualmente la localización y angulación de las fracturas se pueden diagnosticar fácilmente con tomografías Cone Beam (CBCT), las cuales ofrecen imágenes de mayor resolución y se puede visualizar a las piezas dentarias tridimensionalmente (Bornstein, 2009).

En las últimas décadas, el CBCT ha adquirido un papel relevante en traumatología dentaria gracias a su capacidad para proporcionar imágenes tridimensionales de alta resolución. Esta tecnología permite una evaluación más precisa de la línea de fractura, así como de las estructuras dentarias, periodontales y óseas adyacentes, aportando información adicional que favorece la planificación terapéutica (Patel *et al.*, 2021; Andreasen *et al.*, 2018). Diversos estudios han demostrado que el CBCT presenta mayor sensibilidad y precisión diagnóstica que las radiografías convencionales, permitiendo una visualización más detallada de la extensión y orientación de la fractura en los planos bucolingual y mesiodistal (Bourguignon *et al.*, 2019).

Esta ventaja resulta especialmente relevante en fracturas radiculares complejas, oblicuas o parcialmente visibles, donde los métodos bidimensionales pueden no evidenciar claramente el trayecto fracturado. Asimismo, la sensibilidad diagnóstica del CBCT es superior en etapas tempranas del traumatismo y en situaciones en las que la orientación de la fractura es paralela u oblicua respecto al haz radiográfico convencional, dificultando su detección mediante radiografías periapicales. Además, esta herramienta permite identificar lesiones asociadas, como fracturas alveolares o pérdida de soporte periodontal, ampliando la valoración integral del traumatismo dentoalveolar (Bourguignon *et al.*, 2019; Ezoddini *et al.*, 2015).

La localización precisa obtenida mediante CBCT también posee importantes implicancias pronósticas. La posición de la fractura dentro de la raíz —cervical, media o apical— influye directamente sobre las probabilidades de cicatrización y sobre la necesidad de tratamiento endodóntico. Las fracturas localizadas en los tercios medio y apical suelen presentar mejores tasas de reparación, mientras que aquellas ubicadas en el tercio cervical muestran un pronóstico más reservado debido al mayor compromiso periodontal (Andreasen *et al.*, 2004). En consecuencia, la incorporación del CBCT dentro del protocolo diagnóstico no solo incrementa la precisión en la detección de fracturas radiculares, sino que también mejora la evaluación pronóstica y optimiza la planificación terapéutica, favoreciendo abordajes conservadores orientados a preservar la función y estabilidad del diente traumatizado. (Patel *et al.*, 2019).

La estabilización mediante ferulización flexible constituye un pilar terapéutico fundamental en el manejo de las fracturas radiculares horizontales, ya que permite estabilizar el fragmento coronario y favorecer la reparación del ligamento periodontal. La evidencia disponible indica que la inmovilización rígida puede interferir negativamente con los procesos de cicatrización, mientras que la ferulización flexible favorece micro movimientos fisiológicos que estimulan la reorganización de las fibras periodontales y promueven una reparación tisular más favorable (Kowaltschuk *et al.*, 2025; Flores *et al.*, 2007).

La correcta estabilización de los fragmentos dentarios contribuye a la reparación mediante la formación de tejido duro entre los segmentos fracturados, resultado que se asocia con un mejor pronóstico clínico y mayores probabilidades de preservación dentaria. Por el contrario, la movilidad excesiva o una estabilización inadecuada pueden condicionar patrones de cicatrización menos favorables, caracterizados por la interposición de tejido conectivo, tejido óseo o la persistencia de procesos inflamatorios crónicos que comprometen la reparación (Andreasen & Hjorting-Hansen, 1967). De este modo, la calidad de la estabilización inicial resulta determinante en la evolución biológica de la lesión.

Las guías contemporáneas en traumatología dental respaldan el empleo de férulas flexibles, ya que permiten conservar una movilidad fisiológica controlada sin interferir con los mecanismos biológicos de cicatrización periodontal (Bourguignon *et al.*, 2024; Andersson *et al.*, 2012). Asimismo, se recomienda que el manejo inicial del trauma incluya la reposición del fragmento desplazado cuando sea necesario, seguida de estabilización mediante ferulización durante un

período controlado, con el objetivo de favorecer la reparación del ligamento periodontal y minimizar complicaciones como anquilosis o reabsorción inflamatoria.

La evidencia reciente aportada por Kowaltschuk *et al.* (2025), a través de un metaanálisis, demostró que la ferulización flexible se asocia con mejores tasas de cicatrización favorable en comparación con sistemas rígidos. Los autores sugieren que el micro movimiento controlado favorece la reorganización periodontal y la reparación tisular en la zona de fractura, hallazgo consistente con las recomendaciones de la International Association of Dental Traumatology (Diangelis *et al.*, 2017).

Además, la duración de la ferulización representa un factor relevante en los resultados clínicos. Se ha observado que períodos intermedios de inmovilización generan mejores desenlaces terapéuticos, mientras que tanto la inmovilización insuficiente como la excesivamente prolongada pueden alterar la reparación periodontal y aumentar el riesgo de cicatrización desfavorable (Andreasen *et al.*, 2004; Kowaltschuk *et al.*, 2025).

En relación con los patrones de cicatrización, la formación de tejido duro constituye el desenlace más favorable, mientras que la interposición de tejido conectivo o la ausencia de reparación se asocian con peor pronóstico. Este modelo biológico, ampliamente descrito por Andreasen *et al.* (2004), destaca que la estabilidad inicial del diente desempeña un papel decisivo en el tipo de reparación tisular que se desarrolla.

En conjunto, la evidencia sugiere que la ferulización flexible, aplicada durante un período adecuado y adaptado a la localización de la fractura, representa el enfoque terapéutico más favorable para promover la cicatrización periodontal y optimizar el pronóstico a largo plazo en dientes con fracturas radiculares horizontales (Kowaltschuk *et al.*, 2025; Malmgren *et al.*, 2012; Andreasen *et al.*, 2004).

El manejo clínico actual se fundamenta en un enfoque conservador basado en la preservación de la vitalidad pulpar, especialmente en el fragmento apical, el cual mantiene su irrigación sanguínea y potencial regenerativo (Wigendorff *et al.*, 2020; Tzigkounakis *et al.*, 2023). En este sentido estudios clásicos y contemporáneos han demostrado que la pulpa puede permanecer vital en una proporción significativa de casos, favoreciendo la cicatrización con tejido duro o conectivo (Andreasen & Hjorting-Hansen, 1967; Andreasen *et al.*, 2004).

En relación con la respuesta pulpar, la vitalidad del tejido puede mantenerse en determinados casos, siempre que el aporte vascular no se vea comprometido de manera significativa. La

preservación del suministro sanguíneo a través del paquete vasculonervioso constituye un factor determinante para favorecer la reparación tisular y la cicatrización entre fragmentos radiculares. Diversos estudios han demostrado que el tejido pulpar, particularmente en el segmento apical, puede conservar su vitalidad, favoreciendo procesos de revascularización y cicatrización espontánea sin necesidad de intervención endodóntica inmediata (Tzigkounakis *et al.*, 2023; Al-Mutairi *et al.*, 2022; Andreasen *et al.*, 2004).

No obstante, cuando se produce una alteración severa de la irrigación como consecuencia del traumatismo o del desplazamiento de los fragmentos, puede desarrollarse necrosis pulpar del fragmento coronario, condicionando la evolución clínica y requiriendo un abordaje terapéutico específico (Andreasen & Hjorting-Hansen, 1967). Esta observación ha sido respaldada por investigaciones contemporáneas, las cuales indican que la pérdida de vitalidad pulpar representa una de las complicaciones más frecuentes en fracturas radiculares con desplazamiento, particularmente en casos con compromiso del tercio medio o alteración de la estabilidad inicial (Sheikhnezami *et al.*, 2024).

Cuando la revascularización no se produce, la necrosis del fragmento coronario conduce a abordajes endodónticos conservadores, orientados a preservar el fragmento apical vital y limitar el tratamiento al segmento coronario comprometido (Adnan *et al.*, 2022).

El manejo de dientes traumatizados con compromiso pulpar y periapical requiere estrategias terapéuticas que promuevan tanto la desinfección del sistema de conductos como la estimulación de la reparación periodontal.

Zancan *et al.* (2021) describen que los selladores biocerámicos presentan propiedades fisicoquímicas y biológicas favorables, incluyendo bioactividad, biocompatibilidad y capacidad de inducción mineral, creando condiciones biológicas favorables para la cicatrización periapical.

El hidróxido de calcio ha sido ampliamente utilizado en endodoncia y traumatología dental debido a sus propiedades antimicrobianas, su capacidad de inducir formación de tejido duro y su efecto biológico favorable sobre los tejidos periapicales (Mohammadi *et al.*, 2021). Su aplicación como medicación intraconducto continúa siendo una estrategia terapéutica relevante, particularmente en casos asociados a infección pulpar, traumatismos dentales y procesos de reparación tisular.

Diversos estudios han demostrado que el hidróxido de calcio posee un elevado pH alcalino, lo que le confiere una potente acción antimicrobiana al generar un ambiente desfavorable para bacterias endodónticas, incluyendo microorganismos resistentes involucrados en infecciones persistentes del sistema de conductos radiculares (Mohammadi; Dummer, 2021). Este efecto explica su amplio uso como medicación temporal en procedimientos destinados a la descontaminación intraconducto.

Además de su acción antimicrobiana, el hidróxido de calcio presenta propiedades bioinductoras relacionadas con la estimulación de procesos de mineralización y reparación tisular. Se ha descrito que este material favorece la formación de tejido duro mediante la activación biológica del complejo dentino-pulpar, aspecto especialmente relevante en dientes inmaduros y en situaciones de traumatismo dental con compromiso pulpar (Mohammadi; Dummer, 2021). La liberación sostenida de iones calcio e hidroxilo promueve la diferenciación celular y favorece la formación de tejido mineralizado en la región apical, consolidando su papel como biomaterial bioactivo (Zehnder, 2021).

En traumatología dental, el hidróxido de calcio ha sido tradicionalmente empleado en el manejo de reabsorciones radiculares inflamatorias, debido a su capacidad para neutralizar el medio ácido asociado con la actividad clástica y limitar la progresión del proceso reabsortivo (Andreasen *et al.*, 2004). Esta propiedad le otorga un papel importante dentro de los tratamientos conservadores orientados a preservar estructuras dentarias comprometidas por trauma.

No obstante, investigaciones recientes han señalado que la permanencia prolongada del hidróxido de calcio dentro del conducto puede modificar las propiedades mecánicas de la dentina, aumentando su fragilidad y predisposición a fracturas. Este hallazgo ha impulsado la incorporación progresiva de biomateriales biocerámicos en protocolos contemporáneos (Zancan *et al.*, 2021).

Desde una perspectiva clínica, el hidróxido de calcio continúa representando una alternativa terapéutica válida y ampliamente respaldada, especialmente en situaciones donde se busca control microbiológico y estimulación reparativa. No obstante, la evidencia actual sugiere que su indicación debe evaluarse de manera individualizada, considerando la disponibilidad de materiales biocerámicos modernos con propiedades biológicas y físico-mecánicas favorables para la reparación tisular (Mohammadi; Dummer, 2021; Zehnder, 2021).

Asimismo, diversos estudios han demostrado que los selladores biocerámicos utilizados tras la medicación intracanal con hidróxido de calcio presentan adecuada adaptación a las paredes dentinarias y capacidad para inducir la formación de tejidos mineralizados, contribuyendo a una reparación periapical más predecible. Este comportamiento se relaciona con las propiedades bioactivas de los materiales a base de silicato de calcio y con su capacidad de interacción biológica con los tejidos periapicales (Sfeir *et al.*, 2021).

En este contexto, los materiales bioactivos han adquirido un papel cada vez más relevante dentro del manejo endodóntico de fracturas radiculares, debido a su capacidad de interactuar biológicamente con los tejidos periapicales y favorecer procesos de reparación. El agregado de trióxido mineral (MTA) ha demostrado ser un material altamente efectivo en situaciones con compromiso pulpar o necesidad de estabilización biológica del sistema radicular, ya que promueve la reparación tisular y contribuye al mantenimiento funcional del diente traumatizado (Al-Mutairi *et al.*, 2022). Sus propiedades bioactivas y biocompatibles favorecen la formación de tejido mineralizado y facilitan la reparación en la línea de fractura, contribuyendo a la conservación dentaria a largo plazo.

La bioactividad de estos biomateriales también influye sobre la respuesta inflamatoria local y la dinámica de reparación ósea. Se ha descrito que los selladores biocerámicos estimulan la actividad osteoblástica y modulan mediadores inflamatorios, generando un entorno biológico favorable para la cicatrización periapical y periodontal (Zhang *et al.*, 2019; Sfeir *et al.*, 2021). Este efecto adquiere especial relevancia en lesiones traumáticas donde existe compromiso del ligamento periodontal y alteración de la integridad radicular.

La evolución de los biomateriales biocerámicos ha permitido el desarrollo de productos específicamente diseñados para situaciones clínicas complejas, incluyendo traumatismos dentarios y fracturas radiculares horizontales u oblicuas. Estos materiales, basados en silicatos de calcio, presentan propiedades bioactivas y biocompatibles, además de capacidad para inducir precipitación de hidroxiapatita cuando entran en contacto con fluidos tisulares, favoreciendo la integración biológica con el sistema radicular y los tejidos periodontales (Sfeir *et al.*, 2021; Al-Haddad, 2016). Estas características resultan particularmente útiles en procedimientos orientados a preservar estructuras dentarias comprometidas por trauma.

Adicionalmente, se ha reportado que los materiales biocerámicos no solo cumplen una función de sellado, sino que participan activamente en la modulación biológica del ligamento

periodontal, favoreciendo procesos de regeneración y cicatrización en fracturas radiculares (Silva *et al.*, 2025; Seo *et al.*, 2004). En conjunto, la evidencia científica respalda que los materiales Bio-C representan una familia de biomateriales versátiles capaces de adaptarse tanto a procedimientos de obturación como de reparación, consolidándose como herramientas fundamentales dentro de la endodoncia contemporánea y del manejo conservador de traumatismos dentales complejos (Zancan *et al.*, 2021).

Desde una perspectiva clínica, estos hallazgos refuerzan el uso de Bio-C Sealer como una alternativa efectiva en el manejo de necrosis del fragmento coronario, particularmente en fracturas radiculares horizontales donde la preservación de la vitalidad del segmento apical resulta esencial para favorecer la reparación periodontal y mantener la estabilidad funcional del diente a largo plazo. La utilización de materiales biocerámicos en este contexto permite combinar un adecuado sellado endodóntico con propiedades bioactivas capaces de estimular procesos de reparación tisular (Silva *et al.*, 2020; Sfeir *et al.*, 2021).

Diversos estudios experimentales y clínicos han demostrado que los selladores biocerámicos a base de silicato de calcio presentan elevada biocompatibilidad, estabilidad dimensional y capacidad bioactiva, favoreciendo un entorno biológico adecuado para la reparación periapical. Estas propiedades, asociadas a su capacidad de liberación iónica y formación de hidroxiapatita, han posicionado a estos biomateriales como una alternativa relevante dentro de la endodoncia contemporánea basada en evidencia, especialmente en protocolos conservadores aplicados a traumatismos dentales complejos (Atmeh *et al.*, 2012; Donnermeyer *et al.*, 2019; Al-Haddad, 2016).

Finalmente, la reparación del tercio medio radicular está fuertemente influenciada por la actividad de las células madre del ligamento periodontal, las cuales poseen capacidad de diferenciación hacia tejidos duros y blandos. Estas células son moduladas por el microambiente inflamatorio y por la interacción con biomateriales bioactivos, determinando el tipo de cicatrización final (Seo *et al.*, 2004).

Por consiguiente, el presente trabajo tiene como finalidad describir el manejo clínico, el enfoque terapéutico y el proceso de reparación de una fractura radicular oblicua localizada en el tercio medio, asociada a necrosis pulpar, mediante un seguimiento clínico y radiográfico de seis meses.

CASO CLINICO

Paciente masculino de 19 años, procedente de la ciudad de Mendoza, acudió al servicio de urgencias de una clínica odontológica privada, derivado desde un centro de salud, aproximadamente dos horas después de sufrir un traumatismo dentoalveolar durante la práctica de fútbol profesional.

Se confeccionó la historia clínica correspondiente y, durante la anamnesis, el paciente no reportó antecedentes médicos sistémicos, alergias medicamentosas ni antecedentes odontológicos de relevancia.

En el examen clínico extraoral se observó contusión en el labio superior asociada a hematoma y tumefacción localizada. El examen intraoral evidenció hematoma en mucosa yugal y encía adherida del sector anterosuperior, desplazamiento coronario hacia palatino del elemento dentario 21, sangrado abundante proveniente del surco gingival y ausencia de movilidad evidente al momento inicial del examen, probablemente debido al enclavamiento del fragmento radicular dentro de la cortical vestibular. Debido a esta presentación clínica, fue necesario realizar estudios por imágenes complementarios para descartar el diagnóstico diferencial de luxación lateral y confirmar con precisión la presencia de la lesión radicular.

Durante la evaluación inicial mediante radiografía panorámica se constató una lesión localizada en el tercio medio del elemento 21 (**Fig. 1.**). Posteriormente, el estudio mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) permitió identificar un trazo oblicuo localizado en el tercio medio de la raíz, además de evidenciar una fractura alveolar asociada con compromiso de la tabla ósea vestibular del sector anterior maxilar (**Fig. 2 y 3**).



Fig. 1. Radiografía panorámica en donde se observa la fractura radicular del elemento 21

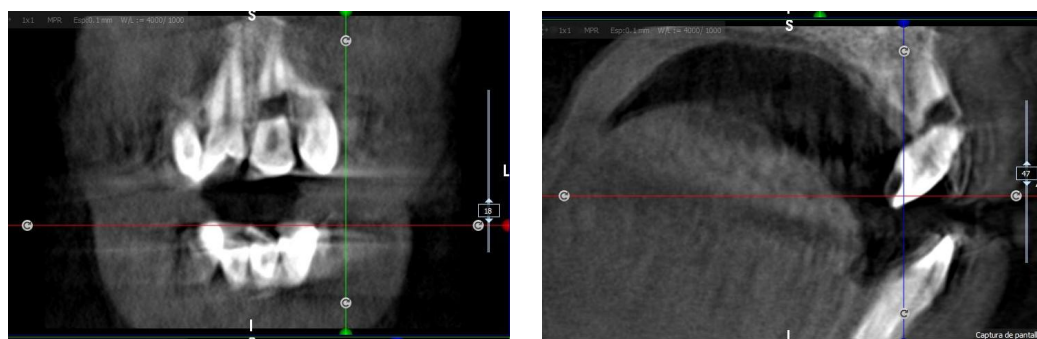


Fig. 2 y 3. Cortes de CBCT en donde se observa fractura radicular oblicua y fractura cortical ósea

Tras el análisis de los hallazgos clínicos y las imágenes tridimensionales obtenidas mediante CBCT, se estableció el diagnóstico definitivo según la clasificación NA0D propuesta por la Organización Mundial de la Salud (Petti *et al.*, 2022). El caso fue categorizado como una fractura radicular que involucra dentina y cemento con compromiso pulpar (Código NA0D.6) localizada en el tercio medio del elemento 21, asociada a una fractura de la pared alveolar (Código NA0D.Y) de la tabla vestibular. Esta codificación permitió estandarizar el nivel de severidad del traumatismo y orientar el pronóstico hacia la preservación del fragmento apical vital.

Se explicó al paciente y a su acompañante el procedimiento a realizar, obteniéndose el consentimiento informado por escrito previo al tratamiento. Se efectuó limpieza cuidadosa de la zona traumatizada y de la superficie radicular expuesta mediante irrigación con solución fisiológica estéril (Pisa®, Laboratorios Pisa, Argentina). Luego, se llevó a cabo la reposición manual del elemento dentario mediante presión digital suave hasta lograr una correcta alineación dentro del alveolo.

Para la inmovilización se confeccionó una férula flexible utilizando alambre de ligadura trenzado de acero inoxidable de 0,20 mm (Morelli®, Brasil), adherido con resina fluida fotopolimerizable Filtek™ (3M ESPE, Alemania) sobre la superficie vestibular desde el elemento 13 hasta el 23. Se efectuó control oclusal mediante papel articular, eliminando contactos prematuros. Posteriormente, se verificó radiográficamente la correcta reposición del elemento afectado mediante radiografía periapical obtenida con radiovisiógrafo Eagle S – T1 (Alliage S/A – Dabi Atlante, Brasil) (**Fig. 4**).



Fig. 4. Imagen con RVD: verificación de la reposición

Finalizado el procedimiento de reposición e inmovilización, se brindaron instrucciones postoperatorias verbales y escritas. Se indicó antibioticoterapia con Amoxicilina 875 mg cada 12 horas durante 7 días debido al compromiso de tejidos blandos, presencia de fractura alveolar asociada y riesgo potencial de contaminación bacteriana del sitio traumático, además de Ibuprofeno 400 mg cada 8 horas durante 3 días como terapia analgésica y antiinflamatoria.

Asimismo, se recomendó dieta blanda durante 2 semanas, higiene oral habitual utilizando cepillo de cerdas suaves, enjuagues con digluconato de clorhexidina al 0,12 % durante 14 días y evitar actividad física de impacto durante 30 días. Se programaron controles clínicos y radiográficos a las 48 horas, 7 días, 14 días, 1 mes y 3 meses.

En el control realizado a las 48 horas se observó disminución de la tumefacción de tejidos blandos y férula en correcta posición, sin signos clínicos de desplazamiento adicional del elemento afectado. La higiene oral fue considerada regular y el elemento 21 presentó movilidad grado II.

Durante los controles posteriores se llevaron a cabo pruebas de sensibilidad pulpar mediante spray refrigerante Endo-Frost® (-50 °C, Coltene, Brasil), aplicado sobre torunda de algodón estéril en los elementos 12, 11, 21 y 22. Se obtuvo respuesta positiva en los elementos 12, 11 y 22, mientras que el elemento 21 presentó ausencia persistente de respuesta a las pruebas de sensibilidad pulpar (**Fig. 5**).



Fig. 5. Fotografía intraoral de control a las 48 hs

A los 12 días de producido el traumatismo, el paciente concurrió a la Carrera de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Cuyo para control clínico. Durante el examen se observó cambio de coloración grisácea en el elemento 21, ausencia persistente de respuesta a las pruebas de sensibilidad pulpar y movilidad grado II. Se efectuaron pruebas de percusión vertical en el sector anterior maxilar,

obteniéndose respuesta positiva en el diente traumatizado. Asimismo, se obtuvo una radiografía periapical preoperatoria del sector anterosuperior utilizando radiovisiógrafo (**Fig. 6**).



Fig. 6. Fotografía intraoral donde se observa cambio de coloración en el elemento 21

En base a los hallazgos clínicos y radiográficos, se diagnosticó necrosis de la pulpa asociada a un traumatismo radicular, cuya recomendación de manejo para preservar el diente es el tratamiento endodóntico limitado al fragmento coronario (**Fig. 7**).



Fig. 7. Imagen con RVD previa a realizar el tratamiento endodóntico

Se administró anestesia infiltrativa utilizando Anestcard Forte® (Lafedar, Argentina), anestésico local (carticaína 4 % y adrenalina 1:100.000). Posteriormente, se realizó aislamiento absoluto mediante goma dique de látex pesado (Hygenic®, Coltene, Brasil), utilizando clamp en elementos vecinos para asegurar estabilidad del campo operatorio.

La apertura cameral se efectuó con fresa redonda de carburo N.º 4 a alta velocidad bajo irrigación continua. A continuación, se rectificó la cavidad de acceso con piedra diamantada troncocónica de grano medio. Se realizó preflaring cervical utilizando instrumento rotatorio One Flare® (MicroMega – Coltene, Brasil), seguido de cateterismo inicial con lima tipo K N.º 10 (Dentsply Maillefer®, Suiza) (**Fig. 8**).



Fig. 8. Fotografía en donde se observa la apertura cameral

La determinación de la longitud de trabajo se realizó mediante localizador apical Woodpex III® (Woodpecker, China), utilizando lima apical N.º 35, obteniéndose una longitud de trabajo de 16 mm, posteriormente verificada mediante radiografía periapical (**Fig. 9**).



Fig. 9. Imagen con RVD: conductometría

Durante la preparación biomecánica se utilizó hipoclorito de sodio al 2,25 % (Tedequim S.R.L., Argentina), administrado mediante jeringa plástica y aguja endodóntica tipo Luer Lock de salida lateral.

Finalizada la instrumentación, el conducto fue secado utilizando conos de papel absorbente estériles de 16 mm (Meta Biomed®, Corea del Sur). Posteriormente, se colocó como medicación intraconducto hidróxido de calcio en pasta (Ultracal XS®, Ultradent, Estados Unidos) y se llevó a cabo el sellado coronario provisional con ionómero vítreo Ketac Molar® (3M ESPE, Alemania) (**Fig. 10 y 11**).



Fig. 10. Colocación de medicación intraconducto



Fig. 11. Imagen con RVD en donde se observa la presencia de medicación intraconducto, lo que impide una adecuada visualización de los límites y detalles anatómicos del sistema de conductos.

Luego de seis semanas de ferulización y tras verificar estabilidad clínica satisfactoria del segmento traumatizado, se procedió al retiro de la férula flexible (**Fig. 12**).



Fig. 12. Fotografía en donde se observa el retiro de la férula a las 6 semanas

En el control posterior se corroboró ausencia de sintomatología dolorosa y signos clínicos de reagudización, por lo que se procedió a la segunda sesión clínica para completar el tratamiento

endodóntico limitado al fragmento coronario hasta el nivel del trazo fracturado. Tras retirar la restauración provisoria y la medicación intraconducto, se efectuaron lavados abundantes con solución fisiológica estéril para favorecer la eliminación de restos de hidróxido de calcio. Posteriormente, se realizó irrigación con EDTA al 17 % (Tedequim S.R.L., Argentina) con el objetivo de remover el smear layer, seguida de activación ultrasónica pasiva mediante Endo 3, favoreciendo la remoción del barro dentinario y la limpieza de las paredes del conducto. La conformación final del conducto se realizó mediante instrumentación manual progresiva hasta lima tipo K N.º 70 (LAM), respetando el límite anatómico correspondiente al nivel del trazo fracturado. Posteriormente, se seleccionó el cono maestro acorde al diámetro apical obtenido y se llevó a cabo impresión apical mediante reblandecimiento con xilol, permitiendo una adaptación precisa al límite del segmento lesionado sin invadir el espacio correspondiente al fragmento apical (**Fig. 13**).

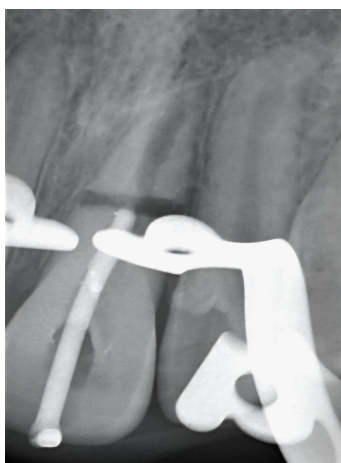


Fig. 13. Imagen con RVD: conometría, se observa la adaptación del cono en el límite de la línea de la fractura

La obturación se llevó a cabo mediante técnica de condensación lateral utilizando conos de gutapercha y cemento biocerámico Bio-C Sealer® (Angelus, Brasil). La elección del cemento biocerámico se fundamentó en sus propiedades bioactivas, biocompatibles y capacidad de favorecer el sellado biológico en situaciones de traumatismo radicular. De esta manera, se

logró el sellado tridimensional del fragmento coronario respetando la integridad biológica del segmento radicular apical y del complejo pulpo-periodontal (**Fig. 14**).



Fig. 14. Imagen con RDV: obturación definitiva

Finalmente, se realizó restauración coronaria definitiva mediante resina compuesta nano híbrida (Filtek Z350 XT®, 3M ESPE, Alemania), restituyendo la anatomía, función y estética del elemento tratado.

En el control clínico y radiográfico realizado a los 3 meses posteriores al traumatismo, el paciente se presentó asintomático, sin signos de dolor espontáneo ni sensibilidad a la percusión. Clínicamente, el elemento 21 mostró estabilidad clínica satisfactoria, ausencia de movilidad patológica y tejidos periodontales circundantes dentro de parámetros normales. El control radiográfico digital evidenció mantenimiento de la obturación limitada al fragmento coronario, sin signos de reabsorciones patológicas ni alteraciones periapicales, indicando una respuesta clínica favorable durante el seguimiento inicial (**Fig. 15**).



Fig. 15. Imagen con RVD: control a los 3 meses

A los 6 meses de seguimiento se efectuó una nueva evaluación clínica y radiográfica complementada con CBCT. Clínicamente, el diente traumatizado permaneció asintomático, con mantenimiento funcional adecuado y ausencia de movilidad patológica. Los tejidos blandos presentaron aspecto saludable y condiciones periodontales estables, sin signos inflamatorios. En el análisis por imágenes se observó continuidad estructural compatible con reparación tisular del sitio lesionado, evidenciándose signos compatibles con cicatrización mediante tejido duro y formación de callo calcificado a nivel del trazo fracturado. El CBCT permitió confirmar la estabilidad del fragmento apical, la ausencia de lesiones periapicales y una respuesta reparativa ósea y periodontal compatible con el proceso reparativo observado durante el seguimiento clínico y tomográfico (**Fig. 16, 17 y 18**).



Fig. 16. Imagen con RVD: control a los 6 meses

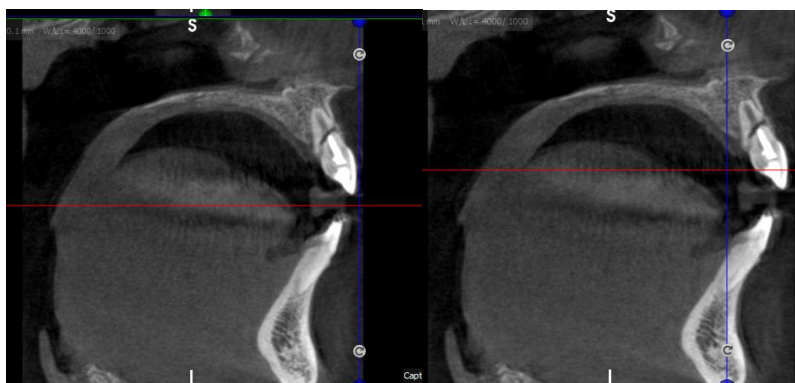


Fig. 17. Cortes tomográficos, en donde se observa ausencia de reabsorción radicular ósea



Fig. 18. Control clínico elemento 21 en donde se observa salud de los tejidos periodontales, ausencia de tracto sinuoso

DISCUSIÓN

Las fracturas radiculares del tercio medio continúan representando un desafío terapéutico dentro de la traumatología dentoalveolar debido a la complejidad biológica que implica la coexistencia de compromiso pulpar y periodontal. A diferencia de otras lesiones traumáticas, su evolución no depende exclusivamente del tratamiento endodóntico realizado, sino principalmente de la capacidad de reparación del ligamento periodontal, del mantenimiento de la irrigación del fragmento apical y de la estabilidad obtenida tras el traumatismo. En este contexto, el presente caso evidencia que incluso lesiones complejas asociadas a fractura alveolar y necrosis del fragmento coronario pueden presentar una respuesta biológica satisfactoria cuando se lleva a cabo un abordaje conservador basado en principios biológicos.

Uno de los aspectos más relevantes del caso fue la utilización temprana del CBCT como método diagnóstico complementario. Aunque las radiografías convencionales continúan siendo herramientas de primera línea, numerosos autores coinciden en que presentan limitaciones importantes en fracturas oblicuas o parcialmente visibles debido a la superposición anatómica y a la dependencia de la angulación radiográfica (Bourguignon et al., 2019; Patel et al., 2021). Bourguignon et al. (2019) sostienen que el CBCT incrementa significativamente la sensibilidad diagnóstica en fracturas radiculares complejas debido a su capacidad para eliminar superposiciones anatómicas, mientras que Patel et al. (2021) amplían este concepto al señalar que la información tridimensional obtenida mediante CBCT puede modificar directamente la planificación terapéutica y la evaluación pronóstica. Esto coincide con lo observado en el presente caso, donde el estudio tomográfico permitió no solo identificar con precisión el trazo oblicuo de la lesión radicular, sino también detectar el compromiso de la tabla ósea vestibular, hallazgo que condicionó la conducta terapéutica inicial y justificó la necesidad de realizar una ferulización flexible prolongada durante seis semanas.

La literatura contemporánea sostiene que el pronóstico de las fracturas radiculares del tercio medio depende más de factores biológicos y mecánicos que de la extensión del trazo fracturario en sí mismo. Andreasen et al. (2018) y Wigendorff et al. (2020) destacan que la estabilidad inicial y la preservación de la vitalidad del fragmento apical constituyen los principales determinantes de reparación favorable. Sin embargo, mientras Andreasen et al. consideran que la estabilidad inicial del fragmento coronario representa el factor más

determinante para la formación de tejido duro entre los fragmentos, Wigendorff et al. amplían esta visión y enfatizan además la importancia de preservar el microambiente biológico periodontal y pulpar para optimizar el pronóstico a largo plazo. Esta evolución conceptual refleja el cambio desde una visión predominantemente mecánica de la cicatrización hacia un enfoque biológico más conservador e integral.

Esto coincide con la conducta adoptada en el presente caso, donde se decidió limitar el tratamiento endodóntico exclusivamente al fragmento coronario, preservando la integridad biológica del segmento apical debido a la elevada probabilidad de mantenimiento de su vitalidad pulpar y potencial regenerativo. Esta conducta terapéutica refleja el cambio de paradigma actual en traumatología dental, donde los abordajes conservadores han desplazado progresivamente a tratamientos más invasivos que anteriormente indicaban instrumentación completa del conducto radicular.

Asimismo, la estabilidad clínica observada probablemente estuvo influenciada por múltiples factores biológicos asociados tanto al paciente como al manejo terapéutico inicial. La edad joven del paciente posiblemente favoreció la respuesta reparativa periodontal y pulpar, ya que pacientes jóvenes presentan mayor vascularización, mejor respuesta celular y mayor potencial regenerativo de los tejidos de soporte. No obstante, la literatura demuestra que estos factores biológicos aislados no garantizan el éxito clínico si no se logra una adecuada estabilización inicial del diente traumatizado. En este sentido, el desenlace clínico favorable observado probablemente respondió a la interacción simultánea entre diagnóstico precoz, correcta reposición, estabilidad mecánica y preservación del microambiente periodontal.

La ferulización flexible continúa siendo uno de los pilares terapéuticos más discutidos dentro del manejo de fracturas radiculares. Andreasen et al. (2004) describieron que la movilidad excesiva interfiere directamente con la reparación mediante tejido duro y favorece patrones cicatrizales menos organizados. Estudios posteriores y guías internacionales respaldaron estos hallazgos al demostrar que las férulas flexibles permiten microestimulación fisiológica del ligamento periodontal sin comprometer los mecanismos de reparación tisular (Flores et al., 2007; Malmgren et al., 2012). Más recientemente, Kowaltschuk et al. (2025), mediante un metaanálisis, demostraron que el micromovimiento funcional no solo evita complicaciones asociadas a la inmovilización rígida, sino que además se asocia con mayores tasas de reparación favorable y menor incidencia de reabsorción radicular inflamatoria. En el presente

caso, el hallazgo tomográfico de fractura alveolar asociada justificó prolongar la ferulización durante seis semanas, decisión que probablemente contribuyó al mantenimiento funcional y periodontal observado durante el seguimiento. Esto pone de manifiesto que la duración de la ferulización no debería establecerse únicamente mediante protocolos rígidos, sino adaptarse a las características biológicas y estructurales específicas de cada traumatismo.

La necrosis del fragmento coronario observada posteriormente coincide con lo reportado en la literatura para fracturas radiculares desplazadas. Andreasen y Hjorting-Hansen (1967) ya habían demostrado que la interrupción vascular constituye uno de los principales factores asociados a necrosis pulpar, particularmente en lesiones del tercio medio. No obstante, diversos estudios contemporáneos sostienen que la presencia de necrosis coronaria no implica necesariamente un pronóstico desfavorable si el fragmento apical mantiene su vitalidad y estabilidad periodontal (Tzigkounakis et al., 2023; Adnan et al., 2022). Esta visión biológica más conservadora resulta especialmente importante, ya que evita tratamientos excesivamente invasivos sobre tejidos potencialmente reparables. En consecuencia, la decisión de preservar el fragmento apical y limitar la terapia endodóntica al segmento coronario puede interpretarse no solo como una conducta conservadora, sino como una estrategia biológicamente fundamentada.

El protocolo de desinfección utilizado en el presente caso también constituye un aspecto relevante dentro del abordaje terapéutico. Si bien el hidróxido de calcio continúa siendo ampliamente utilizado debido a sus propiedades antimicrobianas y bioinductoras, su rol dentro de la endodoncia contemporánea ha comenzado a replantearse. Mohammadi y Dummer (2021) destacan su capacidad para generar un ambiente alcalino desfavorable para microorganismos endodónticos persistentes y estimular la mineralización tisular. Sin embargo, Andreasen et al. (2004) señalan que la permanencia prolongada de medicaciones intracanal puede alterar las propiedades mecánicas de la dentina y comprometer la resistencia estructural radicular. Esta diferencia entre autores refleja la transición actual hacia protocolos más conservadores y tiempos de medicación intracanal más controlados. En el presente caso, la utilización temporal del hidróxido de calcio permitió combinar control microbiológico con estimulación reparativa, evitando períodos prolongados que pudieran comprometer la integridad estructural dentinaria. Por otra parte, la irrigación química y el acondicionamiento dentinario probablemente desempeñaron un papel relevante en la respuesta biológica observada. La utilización de EDTA

al 17 % permitió remover el smear layer y favorecer la interacción entre dentina y sellador biocerámico, aspecto respaldado por Patel et al. (2021) y Andreasen et al. (2018). Sin embargo, la eficacia de los irrigantes no depende únicamente de su composición química, sino también de su capacidad para alcanzar áreas anatómicamente complejas. En este contexto, la activación ultrasónica pasiva adquiere especial importancia, ya que diversos estudios contemporáneos sostienen que mejora la penetración de los irrigantes y favorece la descontaminación del sistema de conductos (Patel et al., 2021; Bourguignon et al., 2019). Considerando la complejidad anatómica generada por el trazo de fractura oblicuo, resulta razonable asumir que la activación ultrasónica contribuyó a optimizar la descontaminación del sistema de conductos y a favorecer un entorno biológico más propicio para la reparación.

La utilización de Bio-C Sealer® representa otro aspecto relevante dentro de la evolución observada. En los últimos años, los materiales biocerámicos han modificado considerablemente el enfoque biológico de la endodoncia contemporánea debido a sus propiedades bioactivas y a su capacidad de interacción con los tejidos periapicales. Zancan et al. (2021) y Sfeir et al. (2021) coinciden en que los biomateriales biocerámicos representan una evolución significativa respecto de los selladores convencionales debido a sus propiedades bioactivas y capacidad de interacción con los tejidos periapicales. Estas observaciones adquieren relevancia en el presente caso, donde la utilización de Bio-C Sealer® probablemente contribuyó no solo al sellado tridimensional del fragmento coronario, sino también a la cicatrización compatible con reparación observada durante el seguimiento.

Diversos autores sostienen además que los biomateriales biocerámicos pueden influir activamente sobre la respuesta inflamatoria y la actividad celular periodontal. Zhang et al. (2019) describen que estos materiales poseen capacidad para modular mediadores inflamatorios y estimular actividad osteoblástica, mientras que Seo et al. (2004) amplían esta interpretación desde una perspectiva celular al señalar que las células madre del ligamento periodontal desempeñan un rol central en los procesos regenerativos posteriores al traumatismo. La integración de ambos conceptos permite comprender que la reparación observada en fracturas radiculares no depende únicamente del biomaterial utilizado, sino también de la capacidad biológica del microambiente periodontal para responder a estímulos bioactivos. Esto refuerza la idea de que el éxito terapéutico en traumatología dental no puede

atribuirse exclusivamente a una técnica o material específico, sino al equilibrio alcanzado entre estabilidad mecánica, control microbiológico y respuesta biológica tisular.

Otro aspecto que merece análisis es la elección de la técnica de obturación. En el presente caso se optó por una obturación mediante condensación lateral con gutapercha y cemento biocerámico, asociada a la confección de un cono maestro con impresión apical individualizada. Esta decisión terapéutica tuvo como objetivo lograr una adaptación precisa al límite anatómico representado por el trazo de fractura, evitando la extrusión de materiales hacia el espacio interfragmentario y preservando la integridad biológica del fragmento apical. En este contexto, la utilización de un cono maestro individualizado permitió una adaptación precisa al nivel de la fractura y un adecuado control de la longitud de obturación.

Si bien existen alternativas terapéuticas como la utilización de materiales biocerámicos reparadores o técnicas de gutapercha termoplastificada, en el presente caso se priorizó una técnica que permitiera un mayor control del material obturador dentro del fragmento coronario y minimizara el riesgo de desplazamiento hacia el espacio fracturado. Esta conducta resulta especialmente relevante en fracturas radiculares donde la preservación del microambiente biológico apical constituye uno de los principales determinantes del pronóstico (Andreasen et al., 2004; Wigendorff et al., 2020).

Asimismo, la utilización de un sellador biocerámico complementó las limitaciones inherentes de la condensación lateral gracias a sus propiedades bioactivas, biocompatibles y capacidad de sellado, favoreciendo condiciones biológicas compatibles con la reparación observada durante el seguimiento (Zancan et al., 2021). De esta manera, la técnica seleccionada permitió respetar los principios biológicos de conservación del fragmento apical y mantener un adecuado control clínico del tratamiento, aspectos considerados determinantes para el pronóstico favorable de este tipo de lesiones traumáticas (Andreasen et al., 2004; Tzigkounakis et al., 2023).

La evolución tomográfica observada a los seis meses parece respaldar este enfoque conservador-biológico. La estabilidad del fragmento apical, la ausencia de lesiones periapicales y la evidencia de reparación compatible con formación de callo cicatrizal sugieren que la preservación del microambiente periodontal y pulpar puede ser más determinante que la agresividad del tratamiento realizado. Andreasen y Hjorting-Hansen (1967) describieron

inicialmente distintos patrones de cicatrización radicular, incluyendo reparación mediante tejido duro, tejido conectivo o ausencia de reparación. Décadas más tarde, Sheikhnezami et al. (2024) continúan respaldando estos hallazgos, aunque incorporan además variables pronósticas contemporáneas como el tiempo transcurrido hasta la atención, el grado de desplazamiento inicial y la preservación de la vitalidad apical. Esto evidencia cómo los principios biológicos clásicos continúan vigentes, aunque reinterpretados bajo los avances diagnósticos y terapéuticos actuales.

A pesar de la estabilidad clínica observada, las fracturas radiculares continúan presentando un pronóstico biológicamente impredecible. Complicaciones tardías como reabsorción inflamatoria, anquilosis o pérdida de vitalidad del fragmento apical pueden desarrollarse incluso años después del traumatismo inicial (Andreasen et al., 2004; Wigendorff et al., 2020). Por este motivo, el seguimiento prolongado constituye una parte esencial del tratamiento y no simplemente una instancia de control complementaria.

Si bien el seguimiento a seis meses permitió observar signos clínicos y tomográficos compatibles con reparación favorable, diversos autores señalan que las fracturas radiculares requieren controles prolongados debido a la posibilidad de complicaciones tardías, incluso en casos inicialmente estables. Por este motivo, los hallazgos observados deben interpretarse con cautela y considerarse parte de una evolución aún dinámica del proceso reparativo.

Entre las limitaciones del presente caso clínico debe considerarse, en primer lugar, el tiempo de seguimiento relativamente corto, ya que las fracturas radiculares pueden desarrollar complicaciones tardías. Por este motivo, resulta indispensable mantener controles clínicos y radiográficos prolongados para confirmar la estabilidad definitiva del proceso reparativo.

Asimismo, el patrón exacto de cicatrización no puede determinarse histológicamente, por lo que la interpretación de la reparación observada se basa exclusivamente en hallazgos clínicos y tomográficos. Si bien el CBCT permitió evidenciar signos compatibles con formación de callo cicatrizal y reparación satisfactoria, no es posible confirmar con exactitud la naturaleza del tejido interpuesto entre los fragmentos radiculares.

Otra limitación inherente corresponde al diseño de caso clínico único, lo que impide extrapolar los resultados obtenidos a todos los escenarios de fracturas radiculares del tercio medio. Factores individuales como la edad del paciente, la respuesta biológica periodontal, el grado

de desplazamiento inicial y el tiempo transcurrido hasta la atención pueden influir significativamente sobre la evolución clínica.

Además, aunque la utilización de materiales biocerámicos mostró resultados satisfactorios en el presente caso, actualmente continúa existiendo heterogeneidad en la literatura respecto a protocolos de irrigación, tiempos de medicación intracanal y técnicas de obturación en fracturas radiculares traumáticas. Esto evidencia la necesidad de desarrollar estudios clínicos prospectivos y seguimientos a largo plazo que permitan establecer protocolos terapéuticos más estandarizados y basados en evidencia de mayor nivel metodológico.

Finalmente, si bien la respuesta clínica y radiográfica fue satisfactoria durante el período evaluado, la ausencia de comparación con otros biomateriales o técnicas terapéuticas limita la posibilidad de atribuir el resultado exclusivamente al uso de Bio-C Sealer®, ya que la reparación observada probablemente estuvo influenciada por múltiples factores biológicos y mecánicos actuando de manera simultánea.

En conjunto, el presente caso clínico demuestra que, aun en fracturas radiculares oblicuas complejas asociadas a necrosis del fragmento coronario y compromiso alveolar, un abordaje conservador basado en diagnóstico tridimensional mediante CBCT, estabilización flexible y utilización de biomateriales bioactivos puede favorecer resultados clínicos y radiográficos satisfactorios a mediano plazo.

La respuesta biológica observada refuerza la importancia de preservar la vitalidad del fragmento apical y respetar los principios biológicos de reparación del complejo pulpo-periodontal, priorizando terapias mínimamente invasivas orientadas a mantener la estabilidad funcional del elemento dentario traumatizado. Asimismo, este caso respalda la incorporación de materiales biocerámicos dentro de protocolos contemporáneos de traumatología dental, debido a su capacidad de interacción biológica con los tejidos periapicales y periodontales.

No obstante, considerando la naturaleza impredecible de las fracturas radiculares y la posibilidad de complicaciones tardías, resulta indispensable mantener controles clínicos y radiográficos prolongados que permitan confirmar la estabilidad de la reparación obtenida a largo plazo.

CONCLUSIÓN

Las fracturas radiculares oblicuas del tercio medio representan lesiones traumáticas complejas cuyo pronóstico depende de múltiples factores biológicos y mecánicos, especialmente de la estabilidad inicial del elemento dentario, del mantenimiento de la vitalidad del fragmento apical y del control adecuado del proceso inflamatorio periodontal y pulpar.

El presente caso clínico mostró que un abordaje conservador basado en un correcto diagnóstico, reposición inmediata, ferulización flexible y tratamiento endodóntico limitado al fragmento coronario permitió obtener una respuesta clínica y radiográfica favorable durante el seguimiento realizado.

La evolución evidenciada en este caso demuestra que los abordajes conservadores pueden ofrecer resultados satisfactorios cuando se logra preservar la estabilidad periodontal y la vitalidad del fragmento apical. Esto resalta la importancia de realizar tratamientos orientados a respetar la capacidad reparativa de los tejidos dentarios y periodontales, priorizando la conservación del elemento dentario traumatizado siempre que las condiciones biológicas lo permitan.

Desde una perspectiva clínica, este caso refuerza la importancia de individualizar las decisiones terapéuticas en traumatología dentaria, integrando los hallazgos clínicos, radiográficos y tomográficos para optimizar el pronóstico y favorecer la preservación funcional a largo plazo del diente traumatizado.

Debido a la naturaleza impredecible de las fracturas radiculares y a la posibilidad de complicaciones tardías, resulta indispensable mantener controles clínicos y radiográficos a distancia que permitan evaluar el proceso de reparación.

BIBLIOGRAFÍA

Adnan, S., Khan, F. R., & Ahmed, M. A. (2022). Conservative endodontic management of horizontal root fractures: A literature review. *European Endodontic Journal*, 7(2), 95–103. <https://doi.org/10.14744/eej.2022.62274>

Aguilar Storniolo, C. G., Bustos, N., Cabut, A., Rodríguez, A., Drajer, M., Porcel, M., Miatello, R. M., & Aguado, C. (2022). Incidencia de lesiones traumáticas dentarias en pacientes atendidos en cinco residencias odontológicas de Mendoza: Estudio multicéntrico. *Revista de la Facultad de Odontología*, 16(2), 39–44.

Al-Haddad, A., & Che Ab Aziz, Z. A. (2016). Bioceramic-based root canal sealers: A review. *International Journal of Biomaterials*, 2016, 9753210. <https://doi.org/10.1155/2016/9753210>

Al-Mutairi, A., Lambrianidis, T., & Tzigkounakis, G. (2022). Management of horizontal root fractures with conservative endodontic treatment: A case-based review. *Clinical Case Reports*, 10(9), e6401. <https://doi.org/10.1002/ccr3.6401>

Andersson, L., Andreasen, J. O., Day, P., Heithersay, G., Trope, M., DiAngelis, A. J., Kenny, D. J., Sigurdsson, A., Bourguignon, C., Flores, M. T., Hicks, M. L., Lenzi, A. R., Malmgren, B., Moule, A. J., Pohl, Y., Tsukiboshi, M., & International Association of Dental Traumatology. (2012). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. *Dental Traumatology*, 28(2), 88–96. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2012.01125.x>

Andreasen, F. M., Andreasen, J. O., & Andersson, L. (2018). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth* (5th ed.). Wiley-Blackwell.

Andreasen, J. O., & Hjorting-Hansen, E. (1967). Intra-alveolar root fractures: Radiographic and histologic study of 50 cases. *Journal of Oral Surgery*, 25(5), 414–426. PMID: 5231441

Andreasen, J. O., Andreasen, F. M., & Andersson, L. (2004). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth* (4th ed.). Blackwell Munksgaard.

Andreasen, J. O., Andreasen, F. M., & Bakland, L. K. (1990). Traumatic dental injuries: A manual. Munksgaard.

Atmeh, A. R., Chong, E. Z., Richard, G., Festy, F., & Watson, T. F. (2012). Dentin-cement interfacial interaction: Calcium silicates and polyalkenoates. *Journal of Dental Research*, 91(5), 454–459. <https://doi.org/10.1177/0022034512443068>

Bornstein, M. M., Wolner-Hanssen, A. B., & Sendi, P. (2009). Comparison of intraoral radiography and limited cone beam computed tomography for the assessment of root-fractured permanent teeth. *Dental Traumatology*, 25(6), 571–577. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00824.x>

Bourguignon, C., Cohenca, N., Lauridsen, E., Flores, M. T., O'Connell, A. C., Day, P. F., Tsilingaridis, G., Abbott, P. V., Fouad, A. F., Hicks, L., Andreasen, J. O., Cehreli, Z. C., Harlamb, S., Kahler, B., Oginni, A., Semper, M., & Levin, L. (2020). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations. *Dental Traumatology*, 36(4), 314–330. <https://doi.org/10.1111/edt.12578>

Chala, S., Sakout, M., & Abdallaoui, F. (2009). Repair of untreated horizontal root fractures: Two case reports. *Dental Traumatology*, 25(4), 457–459. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00774.x>

Cohenca, N., Simon, J. H., Roges, R., Morag, Y., & Malfaz, J. M. (2007). Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 1: Traumatic injuries. *Dental Traumatology*, 23(2), 95–104. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2006.00509.x>

DiAngelis, A. J., Andreasen, J. O., Ebeleseder, K. A., Kenny, D. J., Trope, M., Sigurdsson, A., Andersson, L., Bourguignon, C., Flores, M. T., Hicks, M. L., Lenzi, A. R., Malmgren, B., Moule, A. J., Pohl, Y., & Tsukiboshi, M. (2012). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations. *Dental Traumatology*, 28(1), 2–12. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2011.01103.x>

Donnermeyer, D., Dornseifer, P., Schäfer, E., & Dammaschke, T. (2019). The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers. *Head & Face Medicine*, 15(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s13005-019-0191-4>

Ezoddini, F., Sheikhha, M. H., Ahmadi, H., & Neshat, A. (2015). Diagnosis of horizontal root fractures using CBCT. *Iranian Endodontic Journal*, 10(2), 122–125. <https://doi.org/10.7508/iej.2015.02.008>

Flores, M. T., Andersson, L., Andreasen, J. O., Bakland, L. K., Malmgren, B., Barnett, F., Bourguignon, C., DiAngelis, A., Hicks, M. L., Sigurdsson, A., Trope, M., Tsukiboshi, M., von Arx, T., & International Association of Dental Traumatology. (2007). Guidelines for the management of traumatic dental injuries. II. Root fractures. *Dental Traumatology*, 23(3), 130–136. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2007.00603.x>

Glendor, U. (2008). Epidemiology of traumatic dental injuries – A 12 year review of the literature. *Dental Traumatology*, 24(6), 603–611. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2008.00696.x>

Kowaltschuk, T. C., Gonçalves, F. M., de Araujo, B. M. M., da Silva Cruz, N. T., Schroder, A. G. D., Antoniazzi, B. B., Carneiro, E., Alencar, M. N., Xavier da Silva-Neto, U., Guariza-Filho, O., de Araujo, C. M., & Westphalen, V. P. D. (2025). Splinting in horizontal root fractures: A Bayesian network meta-analysis. *PLOS ONE*, 20(6), e0326979. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0326979>

Levin, L., Day, P. F., Hicks, L., O'Connell, A., Fouad, A. F., Bourguignon, C., & Abbott, P. V. (2020). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: General introduction. *Dental Traumatology*, 36(4), 309–313. <https://doi.org/10.1111/edt.12574>

Majorana, A., Pasini, S., Bardellini, E., Keller, E., & Conti, G. (2002). Epidemiology and prevention of dental injuries among children and adolescents. *Dental Traumatology*, 18(1), 36–41.

Malmgren, B., Andreasen, J. O., Flores, M. T., Robertson, A., DiAngelis, A. J., Andersson, L., Cavalleri, G., Cohenca, N., Day, P., Hicks, M. L., Trope, M., Tsukiboshi, M., & von Arx, T. (2012). Guidelines for the management of traumatic dental injuries: 3. Injuries in the primary dentition. *Dental Traumatology*, 28(3), 174–182. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2012.01146.x>

Mohammadi, Z., & Dummer, P. M. H. (2011). Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *International Endodontic Journal*, 44(8), 697–730. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01886.x>

Patel, S., Durack, C., Abella, F., Shemesh, H., Roig, M., & Lemberg, K. (2015). Cone beam computed tomography in endodontics – A review. *International Endodontic Journal*, 48(1), 3–15. <https://doi.org/10.1111/iej.12270>

Patel, S., Foschi, F., Condon, R., Pimentel, T., & Bhuvu, B. (2018). External cervical resorption: A three-dimensional classification. *International Endodontic Journal*, 51(2), 206–214. <https://doi.org/10.1111/iej.12824>

Petti, S., Glendor, U., & Andersson, L. (2018). World traumatic dental injury prevalence and incidence, a meta-analysis—One billion living people have had traumatic dental injuries. *Dental Traumatology*, 34(2), 71–86. <https://doi.org/10.1111/edt.12389>

Petti, S., Andreasen, J. O., Glendor, U., & Andersson, L. (2018). The fifth most prevalent disease is being neglected by public health organisations. *The Lancet. Global health*, 6(10), e1070–e1071. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30380-2](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30380-2)

Seo, B. M., Miura, M., Gronthos, S., Bartold, P. M., Batouli, S., Brahimi, J., Young, M., Robey, P. G., Wang, C. Y., & Shi, S. (2004). Investigation of multipotent postnatal stem cells from human

periodontal ligament. *The Lancet*, 364(9429), 149–155. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)16627-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16627-0)

Sfeir, G., Zogheib, C., Patel, S., & Giraud, T. (2021). Calcium silicate-based sealers: A review. *Journal of Clinical Medicine*, 10(17), 3905. <https://doi.org/10.3390/jcm10173905>

Sheikhnezami, M., Shahmohammadi, R., Jafarzadeh, H., & Azarpazhooh, A. (2024). Long-term outcome of horizontal root fractures in permanent teeth: A retrospective cohort study. *Journal of Endodontics*, 50(5), 579–589. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.02.002>

Silva, E. J. N. L., Cardoso, M. L., Rodrigues, J. P., De-Deus, G., & Fidalgo, T. K. S. (2021). Solubility of bioceramic- and epoxy resin-based root canal sealers: A systematic review and meta-analysis. *Australian Endodontic Journal*, 47(3), 690–702. <https://doi.org/10.1111/aej.12487>

Silva, E. J. N. L., et al. (2025). Bioactive endodontic materials and periodontal repair: Current evidence and perspectives. *International Endodontic Journal*. Advance online publication.

Tamse, A. (2006). Vertical root fractures in endodontically treated teeth: Diagnostic signs and clinical management. *Endodontic Topics*, 13(1), 84–94. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2006.00200.x>

Tzigkounakis, G., Lambrianidis, T., & Bourguignon, C. (2023). Pulp vitality and healing after root fractures: Current concepts and clinical implications. *Dental Traumatology*, 39(5), 487–495.

Wigendorff, P., Jacobsen, I., & Andreasen, J. O. (2020). Healing of root fractures in permanent teeth: A retrospective study. *Dental Traumatology*, 36(2), 123–131.

Zancan, R. F., Vivan, R. R., Campos, F. Z., Bordin, D., Duarte, M. A. H., & Ordinola-Zapata, R. (2021). Physicochemical properties and biological performance of bioceramic sealers. *Journal of Endodontics*, 47(5), 809–815.

Zehnder, M. (2021). Root canal irrigants and medicaments. *Endodontic Topics*, 39(1), 27–37.

Zhang, Y., Li, X., & Chen, J. (2019). Bioactivity and osteogenic potential of calcium silicate-based sealers. *Journal of Endodontics*, 45(8), 1036–1043.

Tzigkounakis, G., Lambrianidis, T., & Bourguignon, C. (2023). Pulp vitality and healing after root fractures: Current concepts and clinical implications. *Dental Traumatology*, 39(5), 487–495.

Wigendorff, P., Jacobsen, I., & Andreasen, J. O. (2020). Healing of root fractures in permanent teeth: A retrospective study. *Dental Traumatology*, 36(2), 123–131.

Zancan, R. F., Vivan, R. R., Campos, F. Z., Bordin, D., Duarte, M. A. H., & Ordinola-Zapata, R. (2021). Physicochemical properties and biological performance of bioceramic sealers. *Journal of Endodontics*, 47(5), 809–815.

Zehnder, M. (2021). Root canal irrigants and medicaments. *Endodontic Topics*, 39(1), 27–37.

Zhang, Y., Li, X., & Chen, J. (2019). Bioactivity and osteogenic potential of calcium silicate-based sealers. *Journal of Endodontics*, 45(8), 1036–1043.