



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

**RETRATAMIENTO DE INCISIVO MEDIANTE CONO
ÚNICO E IMPRESIÓN APICAL TRAS REMOVER PERNO
ROSCADO.**

ALUMNO: Od. TOBARES JUAN PABLO
DIRECTORA: Esp. Od. MAIRA SOL BARRERA BORIO
MENDOZA, JULIO 2026

AGRADECIMIENTOS

Esta tesina, está dedicada especialmente a quienes me acompañaron en todo momento, lo largo de estos más de dos años, brindándome un segundo hogar, ya que provengo de la ciudad de San Luis, y tanto su hospitalidad como el afecto que me brindaron, me permitieron llegar hasta el final del cursado.

Tanto ellos, como mi familia, fueron testigos del día a día que significó asistir a esta casa de altos estudios.

Hago aquí un alto, para destinarle este agradecimiento a la familia OBREGON, conformada por María Victoria, Mariví y Eduardo, quienes fueron un puntal en cada ocasión en que llegaba a esta provincia, por las palabras de aliento que recibía constantemente, más allá de las exquisiteces de los platos que me preparaban y durante los cuales compartíamos largas charlas. Encontré e incorporé una nueva familia, a quienes les agradezco infinitamente y que, sin ellos, me hubiera resultado muy difícil llegar hasta este momento tan especial para mí en lo personal, como para mi formación profesional.

También a mi familia, a mi papá y mi mamá por apoyarme siempre desde que comenzó mi vida académica y profesional, sin dudas fueron mis primeros maestros en casa.

A mi hermana Sofía, mi colega y mentora en esta hermosa profesión.

A mis compañeras de especialidad, por cada momento compartido, desde una clase, un almuerzo y hasta sentarnos a estudiar.

A mis profes, porque con mi corta trayectoria como odontólogo, me han tenido una paciencia increíble desde el día uno.

A Agostina, por darme una mano cuando algunas cosas se complicaban y no estaba en la ciudad.

A mis amigos, por preguntarme y acompañarme en mis avances.

Todos ustedes son parte de este logro y estaré por siempre agradecido.

ÍNDICE

Resumen.....	Pág. 4
Introducción.....	Pág. 5
Caso clínico.....	Pág. 16
Discusión.....	Pág. 18
Conclusión.....	Pág. 23
Bibliografía.....	Pág. 25

RESUMEN

El traumatismo dentoalveolar es un problema de salud pública, de alta prevalencia que afecta la estética, la función y psicología en pacientes jóvenes, siendo el incisivo central superior el elemento más vulnerable por su posición expuesta. Cuando la necrosis pulpar ocurre antes de completarse la formación de la raíz, se interrumpe la apicogénesis, dejando paredes dentinarias delgadas y un ápice abierto. El fracaso endodóntico inicial en estos casos se asocia a la persistencia de biofilms bacterianos complejos, requiriendo un retratamiento ortógrado.

Sin embargo, la presencia de un perno metálico roscado intracanal en raíces frágiles, eleva exponencialmente el riesgo de complicaciones, como la fractura vertical o la perforación radicular si no se interviene de manera segura.

El objetivo de este trabajo fue describir, analizar y evaluar la efectividad de un protocolo de retratamiento endodóntico ortógrado, mínimamente invasivo y predecible, en un incisivo central superior con desarrollo radicular incompleto y fracaso terapéutico previo, enfocado en la remoción segura del anclaje y la posterior obturación pasiva del conducto.

En el presente trabajo se describe un caso clínico de un paciente masculino de 12 años con el elemento 21 afectado, donde se implementó tecnología ultrasónica bajo irrigación constante para desorganizar el cemento y remover el perno de forma segura mediante vibración y tracción controlada.

Tras la desobturación manual con xilol, limas K y Hedstroem (diámetro apical #70), se ejecutó una desinfección química rigurosa activada por ultrasonido con hipoclorito de sodio al 5,25% y EDTA al 17%.

Finalmente, se realizó una obturación tridimensional pasiva mediante la técnica de cono único individualizado por impresión apical, utilizando el cemento biocerámico Bio-C Sealer a base de silicato de calcio.

La remoción de pernos con ultrasonido representa el estándar de elección actual, ya que minimiza el desgaste y preserva el espesor de seguridad biológico de las paredes dentinarias en comparación con los sistemas rotatorios. Asimismo, los cementos biocerámicos superan a los selladores tradicionales gracias a su hidrofilia, estabilidad dimensional y bioactividad, permitiendo una obturación pasiva que evita tensiones mecánicas.

El éxito del tratamiento y la supervivencia a largo plazo dependen estrictamente de una restauración postendodóntica definitiva e inmediata, idealmente en un rango de 7 a 14 días, para neutralizar la degradación marginal del sellado temporal y prevenir la microfiltración bacteriana.

El retratamiento ortógrado asistido por ultrasonido y cementos biocerámicos constituye una alternativa idónea y predecible para resolver el fracaso endodóntico en dientes traumatizados con raíces frágiles. La sinergia entre una desinfección profunda, un sellado bioactivo que estimula la respuesta biológica periapical y una pronta rehabilitación.

INTRODUCCIÓN

El traumatismo dentoalveolar se define formalmente en la literatura endodóntica especializada, como el conjunto de lesiones mecánicas de variada intensidad que comprometen de manera directa o indirecta a los órganos dentarios y/o a sus estructuras de soporte anatómico íntimo, incluyendo específicamente a los tejidos duros y blandos del periodonto de inserción y de protección, así como a la cortical del hueso alveolar, como consecuencia directa de un impacto violento, súbito e inesperado de origen directo o indirecto (Andreasen *et al.*, 2018). Su espectro clínico es sumamente amplio y heterogéneo, abarcando manifestaciones lesivas que van desde una infracción menor del esmalte, la cual consiste puramente en una línea de fractura incompleta sin pérdida de estructura dentaria visible, hasta daños dentoalveolares extensos y altamente complejos que involucran la fractura de la cortical ósea, la disrupción masiva del ligamento periodontal y que pueden provocar el desplazamiento patológico del elemento dentario, conocido clínicamente como luxación en sus variantes intrusiva, extrusiva o lateral, o la pérdida total y definitiva del diente fuera de su alveolo anatómico, cuadro catalogado como avulsión dentaria (Andreasen *et al.*, 2018).

Los traumatismos dentoalveolares (TDA) constituyen un serio y creciente problema de salud pública mundial, especialmente en la población infantil y adolescente, afectando de manera drástica y multifactorial la función masticatoria básica, la estética dental armoniosa del sector anterior y, de manera profundamente significativa, la calidad de vida de los pacientes que se encuentran en pleno desarrollo físico, psicológico y emocional (Pérez-Gómez *et al.*, 2024; Salari *et al.*, 2021).

La imagen personal y la percepción estética del paciente pediátrico y adolescente se ven severamente vulneradas en etapas críticas de la maduración social, como lo puede ser una infancia tardía y la adolescencia temprana, períodos en los cuales la pérdida o desfiguración de un incisivo central superior genera problemas profundos de autoestima, aislamiento social autoprovocado, episodios de acoso escolar, depresión latente y alteraciones medibles en el rendimiento académico y escolar general. Por consiguiente, el abordaje clínico, el diagnóstico oportuno y el tratamiento post-traumático de los TDA en pacientes jóvenes no debe ser considerado únicamente como un procedimiento reconstructivo local y focalizado en un elemento de la arcada, sino como una intervención terapéutica interdisciplinaria e integral con repercusiones críticas a largo plazo en la salud general, el bienestar psicológico y el desarrollo social del individuo (Salari *et al.*, 2021).

Revisiones sistemáticas globales estiman que la prevalencia de TDA en la dentición permanente oscila entre el 10% y el 21% (Pérez-Gómez *et al.*, 2024; Vieira-Andrade *et al.*, 2022). La variable de la estadística mencionada obedece a diversos factores geográficos, socioeconómicos y culturales de las poblaciones observadas, sin embargo existe un consenso demográfico claro que consiste en una marcada predisposición en el sexo masculino teniendo en cuenta la mayor participación en actividades de contacto físico, juegos de alta intensidad, ejercicio de deportes recreativos, competitivos en cuya práctica se carece de los

elementos de protección adecuados, particularmente, los protectores bucales. (Vieira-Andrade *et al.*, 2022). Cabe destacar que esta situación no implica una discriminación por género, sino que se basa en resultados estadísticos reales. Con el tiempo, esta segmentación ha disminuido debido a la generalización de las actividades, lo que reduce la brecha de diferenciación.

Particularmente, en cuanto a los factores anatómicos predisponentes, las afectaciones por lesiones de impacto en el arco dental no se distribuyen de forma uniforme ni equitativa entre los diferentes grupos de dientes. Los incisivos centrales superiores son, por un margen estadístico considerable y abrumador, los elementos dentarios más frecuentemente afectados en las arcadas, concentrando cerca del 60% al 89% de la totalidad de las lesiones documentadas en los servicios de urgencias odontológicas (Elfrink *et al.*, 2004; Yuan *et al.*, 2023).

Este fenómeno se debe fundamentalmente a su posición cronológica temprana en el arco, siendo los primeros dientes permanentes del sector anterior en erupcionar, y a su extrema exposición física en el sector anterior medio, lo que transforma a estos elementos en la primera zona de impacto y absorción de energía ante cualquier golpe frontal directo (Elfrink *et al.*, 2004; Yuan *et al.*, 2023).

A nivel morfológico y esquelético, ciertos factores predictivos y genéticos, como el resalte aumentado u *overjet* superior a los 3 mm (frecuentemente asociado a maloclusiones de Clase II División 1 de Angle) junto con la incompetencia labial crónica, multiplican exponencialmente el riesgo anatómico, la susceptibilidad tisular y la severidad intrínseca del traumatismo dentoalveolar. Esta condición, que deja físicamente desprotegidos los sectores anteriores al carecer del amortiguador natural del labio superior, predispone al paciente a fracturas coronarias complejas o avulsiones ante impactos de baja energía cinética (Elfrink *et al.*, 2004; Yuan *et al.*, 2023).

Entre las secuelas más comunes e inmediatas derivadas del impacto mecánico directo sobre la corona dental se encuentran las fracturas coronarias horizontales microestructurales. Al producirse una pérdida violenta en la continuidad anatómica del esmalte y del tejido dentinario, miles de vías tubulares o túbulos dentinarios (que albergan las prolongaciones odontoblásticas de Tomes) quedan expuestas directamente al medio ambiente oral hostil, cargado de fluidos y microorganismos. La falta de atención clínica inmediata, el diagnóstico tardío o un abordaje terapéutico deficiente e incompetente incrementa de manera exponencial el riesgo de desarrollar complicaciones pulpares severas y patologías periapicales destructivas a mediano y largo plazo (Salari *et al.*, 2021; Silva-Junior *et al.*, 2023).

Cuando el impacto mecánico desgarrar, desplaza o interrumpe por completo el flujo sanguíneo aferente y eferente al verse comprometido el paquete vásculo-nervioso apical que ingresa por el foramen, se instaura un estado de isquemia tisular. A este fenómeno isquémico se le suma la microfiltración activa y progresiva de bacterias pioneras de la cavidad oral a través de los túbulos dentinarios expuestos, lo que acelera de forma irreversible los procesos de licuefacción y necrosis pulpar total.

Este cese de la vitalidad pulpar impide de manera absoluta que el diente continúe con su desarrollo biológico normal y su ciclo de histodiferenciación si se trata de un elemento dentario con ápice inmaduro (estadios de Nolla tempranos), dejando como consecuencia directa y permanente el debilitamiento estructural de las paredes dentinarias internas por falta de aposición de dentina secundaria y terciaria, y la ausencia total de desarrollo del ápice radicular, un cuadro clínico de extrema complejidad conocido como ápice abierto o raíces en "trabuco" (Cvek, 2008).

La persistencia prolongada de este biofilm bacteriano complejo en el tercio apical del conducto radicular, caracterizado por una baja tensión de oxígeno y una alta disponibilidad de nutrientes derivados de la degradación proteica del tejido pulpar necrótico, junto con la liberación continua de lipopolisacáridos (LPS) o endotoxinas de la pared de las bacterias gramnegativas, perpetúan una activación crónica y descontrolada de mediadores inflamatorios y citocinas proinflamatorias en el tejido periapical, tales como las interleucinas IL-1, IL-6 y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF-Alfa) (Silva *et al.*, 2015).

Esta cascada molecular e inmunopatológica estimula la diferenciación, maduración y activación de los osteoclastos a través de la vía de señalización celular RANK/RANKL (Receptor Activador para el Factor Nuclear y su Ligando), perpetuando y acelerando la pérdida ósea alveolar de la zona, la formación de granulomas inflamatorios apicales o verdaderos quistes radiculares epitelializados, consolidando de esta manera el fracaso clínico e histológico de las intervenciones terapéuticas iniciales defectuosas o tardías (Silva *et al.*, 2015)

El éxito biológico, a largo plazo de la terapia endodóntica posterior a un traumatismo dentoalveolar grave, depende estrictamente de la eliminación minuciosa, química y mecánica de la carga microbiana intrarradicular y de la ejecución de un sellado hermético tridimensional que prevenga de forma absoluta la reinfección o la microfiltración de sustratos. Teniendo en cuenta que los conductos radiculares de los dientes humanos poseen una anatomía interna sumamente compleja, caprichosa e impredecible, dentro de la cual debemos mencionar la presencia constante de istmos estrechos, ramificaciones colaterales, conductos secundarios, accesorios, conductos en C y verdaderos deltas apicales, estas estructuras anatómicas actúan como un nicho ecológico ideal y un refugio físico para las bacterias si el clínico no respeta de manera óptima y escrupulosa los protocolos de instrumentación mecanizada y de irrigación química ultrasónica activa (Zanza *et al.*, 2023). Cuando la obturación endodóntica inicial resulta técnicamente deficiente u omite estas complejidades anatómicas (originada comúnmente por la falta de adaptación tridimensional de los materiales de obturación, subobturación longitudinal, sobreextensión con falta de sellado marginal o la degradación química del sellador convencional), se produce un microambiente anaerobio propicio para la colonización bacteriana persistente, predominantemente dominado por especies bacterianas altamente resistentes y oportunistas como *Enterococcus faecalis* (Siqueira, 2003).

El sistema de conducto radicular, al verse totalmente privado de las defensas inmunológicas orgánicas del hospedador (debido a la ausencia de microcirculación sanguínea pulpar) y encontrarse saturado de fluidos tisulares filtrados desde el periápice que sirven como sustrato

metabólico, permite que los microorganismos sobrevivientes se organicen en comunidades sésiles complejas llamadas biopelículas altamente resistentes a las maniobras terapéuticas comunes. La acción metabólica continua de estos patógenos endodónticos y la liberación constante de endotoxinas, enzimas líticas y ácidos hacia el espacio del ligamento periodontal y el hueso alveolar circundante, desencadena de forma indefectible el desarrollo de una periodontitis apical crónica, reabsorciones radiculares inflamatorias externas y el consecuente fracaso clínico y sintomático del diente afectado (Garg & Garg, 2021).

Es importante evaluar dos opciones terapéuticas disponibles, ante la factibilidad de un fracaso e infección persistente, para lo cual el clínico debe evaluar algunas opciones terapéuticas como el retratamiento no quirúrgico por vía ortógrada que constituye siempre la primera opción terapéutica para restablecer la salud periapical (Rios et al., 2020). Con este procedimiento se intenta remover la totalidad de los materiales de obturación previos, proceder a la desinfección del espacio intrarradicular y corregir los defectos técnicos anteriores antes de considerar alternativas más invasivas como la cirugía periapical o la exodoncia. (Rios *et al*; 2020; Pereyra *et al*; 2024)

La toma de decisiones clínicas y la planificación estratégica del retratamiento ortógrado complejo, se han visto significativamente optimizadas gracias a la incorporación de tecnologías de diagnóstico por imágenes tridimensionales de alta resolución. En este sentido, la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT, por sus siglas en inglés: *Cone Beam Computed Tomography*) se ha consolidado en la actualidad como la herramienta diagnóstica de primera elección y de carácter mandatorio para abordar casos de fracaso endodóntico asociados a traumatismos previos (Zanza *et al.*, 2023).

A diferencia de la radiografía periapical convencional bidimensional, la cual adolece de limitaciones intrínsecas insuperables como la distorsión geométrica, el acortamiento o elongación de las estructuras y la superposición de densidades anatómicas (como las corticales óseas o las estructuras cigomáticas), el CBCT con un campo de visión reducido (Small FOV) y un tamaño de vóxel de alta resolución permite al endodoncista visualizar el diente en los tres planos del espacio (axial, sagital y coronal). Esto facilita la identificación exacta de la extensión real de las lesiones periapicales, la detección de fracturas radiculares verticales u horizontales no visibles radiográficamente, la localización de conductos omitidos (*missed canals*), la evaluación del grosor de las paredes dentinarias remanentes y la determinación precisa del trayecto desviado de conductos previamente transportados (Zanza *et al.*, 2023).

No obstante, la presencia de elementos de anclaje intrarradicular, como los pernos metálicos roscados, incrementan exponencialmente la complejidad del abordaje clínico. (Pereyra *et al* ;2024). En casos donde el traumatismo inicial provocó una pérdida extensa de estructura coronaria, era común la colocación de pernos roscados prefabricados o postes y núcleos para lograr la retención de la restauración activa. Estos pernos se fijan mecánicamente mediante espiras que penetran activamente en la dentina radicular, generando tensiones intrínsecas latentes dentro de la raíz.

Intentar remover, desenroscar o traccionar estos aditamentos rígidos de manera manual, intempestiva o mediante el uso exclusivo de pinzas sin debilitar ni pulverizar previamente su fijación estructural puede fracturar la raíz de forma inmediata y catastrófica en sentido vertical. La remoción manual o el uso de métodos rotatorios convencionales (como fresas de Peeso o Gates-Glidden aplicadas directamente sobre el metal) no solo exige una destreza extrema por parte del operador, sino que eleva de manera dramática el riesgo de complicaciones severas e irreversibles (Pereyra *et al.*, 2024). Los riesgos son tales como desviaciones del conducto original, debido a la rigidez de los instrumentos convencionales aplicados de manera directa; las perforaciones radicales incidentales que comprometen irreversiblemente la integridad del ligamento periodontal; la inducción de microfuerzas destructivas y microfisuras en la dentina radicular debido al estrés torsional excesivo que predisponen a una fractura vertical (Gorni & Gagliani, 2024; Neill & Gound, 2021).

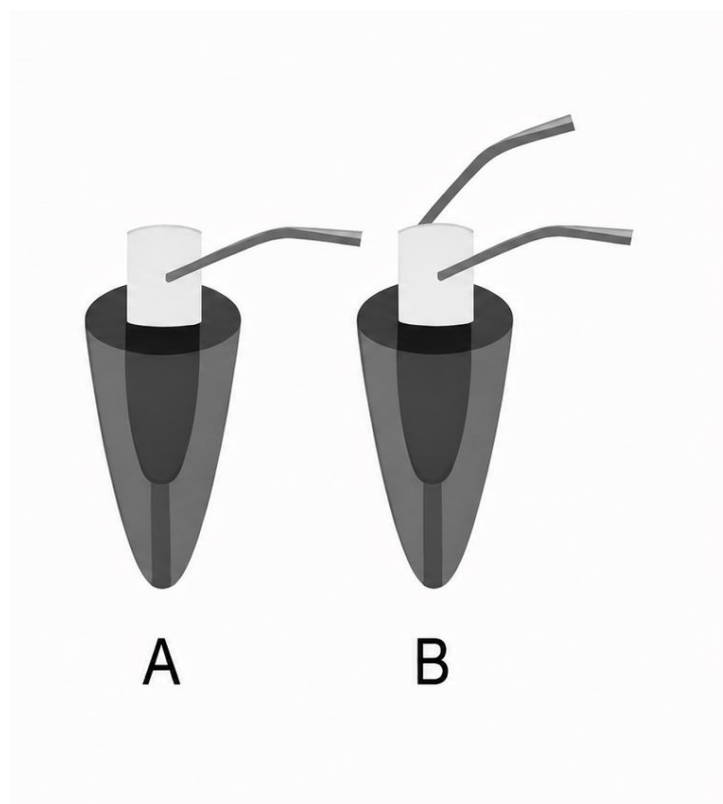
La falta de un espesor de seguridad biológico adecuado en las paredes radicales remanentes reduce al mínimo el margen de error del clínico. Así, un leve desvío en el eje de desgaste de los sistemas rotatorios convencionales resulta en perforaciones incidentales; esto compromete de forma irreversible la integridad del ligamento periodontal, destruye el hueso alveolar y afecta gravemente el pronóstico del elemento dentario a largo plazo.

Con la llegada de la endodoncia mínimamente invasiva, la filosofía de trabajo ha mirado hacia la máxima preservación del tejido dentinario sano. (Gluskin *et al.*, 2014). En este contexto, la tecnología ultrasónica ha desplazado a los métodos rotatorios convencionales en tareas de alta precisión (Gorni & Gagliani, 2024). Los dispositivos ultrasónicos permiten un control visual directo bajo magnificación y una acción sumamente localizada evitando el desgaste indiscriminado de las paredes de la raíz. Los dispositivos ultrasónicos utilizados en endodoncia operan mediante transductores piezoeléctricos que convierten la energía eléctrica en ondas ultrasónicas de alta frecuencia (típicamente entre 25,000 y 40,000 Hz). Esta energía genera un patrón de oscilación lineal y microvibraciones controladas en la punta del instrumento, permitiendo un desgaste extremadamente selectivo y localizado que resulta imposible de lograr con piezas de mano de alta o baja velocidad.

La aplicación de vibración ultrasónica directa sobre los pernos metálicos genera un fenómeno de microcavitación que desorganiza la matriz del cemento de fijación, permitiendo su desalojo manual con fuerzas traccionales mínimas y reduciendo significativamente el riesgo de daño estructural radicular o de propagación de microfisuras accidentales (Bueno *et al.*, 2021). Para optimizar la eficiencia de este procedimiento y mitigar los efectos secundarios derivados de un tiempo de vibración prolongado, tales como el calentamiento periodontal y la inducción de defectos dentarios (Shemesh *et al.*; 2011; Altashul *et al.*; 1997), estudios clínicos recientes han evaluado nuevas estrategias de aplicación (Pereyra *et al.*; 2024) específicamente, un estudio clínico aleatorizado y controlado realizado por Pereyra *et al.* (2024) comparó la eficiencia de la remoción de postes metálicos utilizando un solo dispositivo ultrasónico versus el uso simultáneo de dos dispositivos ultrasónicos.

La remoción de pernos metálicos roscados o colados utilizando dos dispositivos ultrasónicos de forma simultánea es más eficiente, predecible y segura que la técnica convencional. Esta

alternativa reduce el tiempo operativo promedio de vibración continua de 131 segundos a 24 segundos de acción localizada (Pereyra *et al.*, 2024). **(Fig. 1)**



(Fig. 1) Esquema tomado de Fabiano Souza *et al* (2024). Comparing the Efficiency of Single versus Dual Ultrasonic Devices for Metallic Post Removal in Endodontic Retreatment: A Clinical Study. A) Puntas de ultrasonido E12, solo una; B) Dos puntas al mismo tiempo.

Esta reducción drástica y medible del tiempo de trabajo disminuye de forma directamente proporcional la acumulación térmica en la raíz, minimiza la fatiga operatoria del profesional, reduce el estrés del paciente y previene eficazmente la aparición de microfisuras, fracturas o defectos dentinarios incidentales en las frágiles y delgadas paredes de la raíz de dientes previamente traumatizados (Pereyra *et al.*, 2024). En definitiva, las ventajas biológicas y mecánicas que ofrece el uso simultáneo de dos dispositivos ultrasónicos hacen que este procedimiento complejo sea sustancialmente más rápido, seguro y cómodo tanto para el odontólogo como para el paciente (Pereyra *et al.*, 2024).

Los pernos metálicos roscados prefabricados se fijan mecánicamente mediante espiras que penetran de forma activa en la dentina, dejando tensiones intrínsecas latentes dentro de la raíz. Intentar desenroscarlos o traccionarlos de manera intempestiva sin debilitar previamente su fijación puede fracturar la raíz de inmediato. La aplicación directa de ultrasonido actúa "aflojando" las espiras al pulverizar el cemento atrapado en ellas, permitiendo que el aditamento se retire con total seguridad

Un aspecto biológico crítico e ineludible que el clínico debe considerar de manera mandatorio, durante la remoción de pernos mediante ultrasonido a máxima potencia, es el control estricto del calor por fricción (Pereyra *et al.*, 2024). La fricción mecánica continua y prolongada de las puntas ultrasónicas contra el metal de alta densidad genera temperaturas extremadamente elevadas en el núcleo del perno. Esta energía térmica se transmite de forma rápida y directa a través de la conductividad térmica de la dentina radicular hacia la superficie externa de la raíz, alcanzando el ligamento periodontal, el cemento radicular y las delgadas trabéculas del hueso alveolar circundante (Huttula *et al.*, 2006; Davis *et al.*, 2010).

La literatura clásica y contemporánea, en biología periodontal, ha demostrado de forma consistente que un incremento de la temperatura en la superficie radicular externa superior a los 10 °C por encima de la temperatura corporal normal (alcanzando o superando un umbral crítico de 47 °C), mantenido por un periodo prolongado de más de un minuto, induce cambios fisiopatológicos irreversibles. Estos cambios incluyen la desnaturalización protéica del colágeno, el colapso de la microcirculación capilar periodontal, la trombosis vascular localizada y la necrosis térmica total del ligamento periodontal y el hueso alveolar adyacente (Huttula *et al.*, 2006; Davis *et al.*, 2010). Las secuelas clínicas de este daño térmico inadvertido son graves, manifestándose a mediano plazo como reabsorciones radiculares inflamatorias externas extensas, anquilosis alveolodentaria, secuestros óseos corticales y, en muchos casos, la pérdida inevitable del diente a causa de defectos periodontales intratables.

Por lo tanto, para contrarrestar este peligro latente, el uso de un protocolo de irrigación hidroneumática constante, continua y profusa con un *spray* de agua refrigerante es estrictamente obligatorio durante todo el tiempo que dure la activación del ultrasonido (Garrido *et al.*, 2004; Pereyra *et al.*, 2024). Se ha demostrado de forma concluyente en estudios de termografía infrarroja que el enfriamiento hídrico constante reduce de manera drástica la temperatura en la superficie externa radicular, manteniéndola de forma segura por debajo del umbral lesivo de los 10 °C de incremento (Cameron, 1988; Pereyra *et al.*, 2024). Una vez lograda la remoción completa de los materiales antiguos y alcanzada la máxima desinfección del sistema de conductos radiculares, el paso crítico para asegurar el éxito del retratamiento es la obturación tridimensional.

En las últimas décadas, la ciencia de los materiales dentales ha experimentado una revolución paradigmática con la transición de los selladores hidrófobos tradicionales hacia los cementos de base cerámica hidrófila, específicamente los selladores biocerámicos a base de silicato de calcio puro, los cuales han desafiado la supremacía histórica de los cementos basados en resinas epóxicas (como el AH Plus o el AH 26) que funcionaron como el estándar de oro de la industria durante más de treinta años (Shah *et al.*, 2026).

Desde una perspectiva estrictamente mecánica y de soporte estructural, los cementos biocerámicos resuelven de raíz las deficiencias y limitaciones históricas que presentaban las técnicas de obturación térmica agresivas (como la compactación de gutapercha termoplastificada a alta temperatura) cuando se aplicaban en raíces debilitadas por traumatismos previos, paredes dentinarias delgadas o conductos excesivamente amplios debido a una necrosis pulpar temprana (Neill & Gound, 2021; Silva-Junior *et al.*, 2023). Las

técnicas termomecánicas convencionales ejercen fuerzas hidráulicas y de cuña considerables durante la condensación lateral o vertical, lo que incrementa el riesgo de inducir microfuerzas destructivas capaces de fracturar de forma catastrófica una raíz debilitada.

Por el contrario, los selladores biocerámicos contemporáneos se destacan en la práctica endodóntica por poseer propiedades biológicas, químicas y fisicoquímicas excepcionales que permiten su aplicación mediante la técnica de cono único individualizado de gutapercha, una modalidad puramente pasiva que erradica la necesidad de ejercer presiones mecánicas dentro del conducto (Silva *et al.*, 2023).

En primer lugar, las propiedades intrínsecas que poseen estos cementos cerámicos consisten, en una excelente y única hidrofilia. Esta capacidad les permite fraguar, cristalizar y desarrollar la totalidad de sus propiedades mecánicas y de sellado incluso en presencia de humedad interna remanente en los túbulos dentinarios o ante la infiltración inevitable de fluidos tisulares y exudados periapicales residuales, condiciones que inactivan o degradan por completo a las resinas epóxicas hidrófobas (Silva *et al.*, 2023).

En segundo lugar, demuestran una estabilidad dimensional absoluta, con una ligera expansión higroscópica durante el proceso de fraguado (ausencia total de contracción volumétrica al endurecer), lo que asegura que no se creen microespacios vacíos ni brechas interfaciales en la unión entre la dentina y el núcleo de gutapercha, bloqueando herméticamente cualquier vía de comunicación bacteriana (Silva *et al.*, 2023).

Finalmente, la propiedad biológica más significativa de los silicatos de calcio es su bioactividad inherente. Al entrar en contacto con el agua tisular, estos materiales inician una reacción de hidratación que produce un gel de silicato de calcio hidratado e hidróxido de calcio. La liberación constante de iones de calcio y de grupos hidroxilo eleva el pH intracanal a niveles marcadamente alcalinos (superiores a 12), confiriendo propiedades bactericidas y bacteriostáticas prolongadas.

Asimismo, los iones de calcio interactúan de forma directa con los fosfatos de los fluidos corporales del hospedador, precipitando una capa de hidroxiapatita o carbonato de apatita en la interfase dentina-material, un fenómeno de cementación biológica que promueve activamente la bioactividad, induce la diferenciación celular de cementoblastos y osteoblastos, y estimula la reparación y regeneración histológica real de los tejidos periapicales inflamados o destruidos por la patología previa (Silva *et al.*, 2023).

Al ser aplicados minuciosamente mediante la mencionada técnica de cono único de gutapercha con conicidad adaptada al instrumento de preparación, los cementos biocerámicos fluyen de manera fluida y compensan con precisión todas las irregularidades anatómicas, concavidades, istmos y conductos laterales del tercio apical, garantizando de forma predecible un sellado hermético, altamente biocompatible y mecánicamente estable a largo plazo (Zordan-Bronco *et al.*, 2022).

A pesar de las excelentes e inigualables propiedades de bioactividad, hidrofilia hidrófila y sellado marginal hermético de los cementos biocerámicos a base de silicato de calcio puro,

es un error clínico común asumir que estos materiales pueden funcionar de forma aislada. Sus propiedades mecánicas superficiales y su resistencia a la fatiga cíclica no están diseñadas bajo ninguna circunstancia para resistir el desgaste físico abrasivo, las intensas fuerzas oclusales directas de la masticación ni el ataque ácido continuo derivado de la dieta o de los fluidos de la cavidad oral de forma indefinida (Prati & Gandolfi, 2015). La falta absoluta de una restauración definitiva, adhesiva y protectora que cubra y selle la cavidad de acceso anula por completo todas las ventajas biológicas y bactericidas a largo plazo del cemento biocerámico al quedar este expuesto directamente al medio ambiente bucal hostil.

El intervalo de tiempo clínicamente recomendado y validado por la evidencia para ejecutar la restauración definitiva posterior a la obturación endodóntica (particularmente al utilizar cementos biocerámicos a base de silicato de calcio) debe ser lo más inmediato posible, idealmente dentro de los primeros 7 a 14 días posteriores al procedimiento (Siboni et al., 2014). Esta ventana de tiempo responde a razones estrictamente fisicoquímicas del material: los cementos biocerámicos requieren absorber la humedad intrínseca de los túbulos dentinarios y de los tejidos periapicales para iniciar su compleja reacción de hidratación mineral y lograr su fraguado y cristalización completa, un proceso de maduración de la matriz que suele estabilizarse por completo en las primeras 72 horas posteriores a su mezcla o aplicación (Prati & Gandolfi, 2025).

Durante este periodo crítico de transición y fraguado inicial de tres días, el diente debe protegerse de forma obligatoria mediante la colocación de un sellado provisional de alta calidad y estabilidad dimensional (como el ionómero de vidrio de alta densidad o cementos de óxido de zinc-eugenol modificados químicamente) que posea un espesor mínimo de 3 mm medidos desde la superficie oclusal, medida indispensable para evitar la degradación temprana, la disolución o el lavado físico del material cerámico subyacente por acción de la saliva (Zaia *et al.*, 2005).

Una vez cumplido este periodo de estabilización del cemento biocerámico, se debe proceder sin dilación a la remoción del sello temporal y a la colocación de la restauración adhesiva definitiva mediante técnicas de odontología biomimética directa (utilizando resinas compuestas microhíbridas o nanoestructuradas de última generación con bajo factor de contracción) o indirectas (como incrustaciones tipo *inlay*, *onlay* o *overlay* de cerámica feldespática o disilicato de litio). En pacientes permanentes jóvenes, se deben priorizar firmemente aquellos abordajes reconstructivos modernos que no requieran ningún tipo de desgaste intrarradicular adicional (evitando la colocación de pernos o postes de fibra de vidrio agresivos), aprovechando al máximo las propiedades de adhesión molecular y resistencia de los sistemas adhesivos actuales con tecnología de monómeros funcionales (como el 10-MDP) para devolver la rigidez estructural y el módulo de elasticidad natural que el diente había perdido (Aquilino & Caplan, 2002).

Si la restauración definitiva no se realiza a tiempo y el clínico prolonga de forma negligente o descuidada el uso de sellados provisionales más allá de las dos semanas críticas, el

pronóstico biológico del tratamiento endodóntico y la tasa de supervivencia del diente disminuyen de manera exponencial debido a una serie de fenómenos patológicos en cadena.

Los materiales de obturación temporal sufren una rápida degradación marginal, desgaste oclusal por fricción y contracción térmica diferencial ante los cambios de temperatura de los alimentos, permitiendo que las bacterias y sus endotoxinas colonicen la totalidad de la longitud radicular en un periodo documentado de tan solo 15 a 30 días (Gillen *et al.*, 2001). Esto induce de forma inevitable una periodontitis apical recurrente, anulando las propiedades biológicas iniciales de los biocerámicos.

Aunque los cementos biocerámicos poseen una excelente hidrofilia bajo condiciones intracanal controladas, la exposición directa al medio bucal por la pérdida o filtración del sellado temporal provoca la disolución progresiva de la matriz del cemento, lavando el material del tercio cervical y dejando el conducto desprotegido.

Un retraso superior a los 30 días en la colocación de la restauración definitiva transforma un tratamiento endodóntico con un pronóstico inicial favorable o excelente (superior al 90% de éxito) en uno con pronóstico reservado o desfavorable, debido al riesgo inminente de una reinfección bacteriana intratable y a la fractura estructural irreversible de las paredes dentinarias debilitadas sometidas a fuerzas oclusales excéntricas sin protección de una restauración cúspide adecuada (Aquilino & Caplan, 2002).

El manejo contemporáneo y especializado de elementos dentarios que presentan fracaso endodóntico y la presencia simultánea de elementos de anclaje intracanal complejos exige en la actualidad la integración sinérgica de protocolos de mínima invasión guiados por magnificación y respaldados por evidencia clínica robusta de alta jerarquía metodológica.

Al combinar esta técnica avanzada de desobturación ultrasónica con el uso posterior de obturaciones biocerámicas tridimensionales aplicadas de forma pasiva (cono único con silicatos de calcio) y la ejecución estricta de un protocolo de restauración adhesiva coronal biomimética inmediata en un rango no mayor a los 7-14 días (Shah *et al.*, 2026; Siboni *et al.*, 2014), el clínico especialista puede asegurar y ofrecer tasas de éxito predecibles a largo plazo. De este modo, se devuelve de forma integral la salud periapical, la función masticatoria armónica y la estética perdida a elementos dentarios gravemente comprometidos por traumatismos previos, evitando exodoncias prematuras y preservando el órgano dental en boca teniendo en cuenta la importancia del lugar que ocupa cada elemento, permitiendo mantener de esa forma la armonía y una oclusión balanceada.

Con base en los antecedentes expuestos, el objetivo de este trabajo es establecer parámetros clínicos precisos para la toma de decisiones terapéuticas frente a traumatismos dentoalveolares en pacientes jóvenes. Asimismo, se busca contrastar la eficiencia y los riesgos, tanto dentarios como periodontales, de las múltiples técnicas utilizadas para la remoción de anclajes intrarradiculares, evaluar el impacto biológico de la incorporación de los cementos biocerámicos contemporáneos en comparación con los materiales tradicionales, y determinar la relevancia crítica de la restauración coronal definitiva inmediata sobre el remanente dentario para prevenir el fracaso a largo plazo y preservar la

armonía oclusal de la arcada. De este modo, se pretende ofrecer un marco de referencia interdisciplinario, claro y aplicable para la práctica odontológica diaria.

CASO CLÍNICO

Paciente masculino de 12 años de edad, de nacionalidad argentina, concurrió a la consulta odontológica en la carrera de especialización en endodoncia de la Facultad de Odontología (Universidad Nacional de Cuyo), acompañado por su madre. El paciente fue derivado desde un consultorio privado por sospecha de fractura vertical, con el fin de evaluar la posibilidad de retratamiento del elemento 21. Durante la anamnesis, la madre relató que el menor había sufrido un traumatismo durante la clase de educación física, el cual provocó la fractura horizontal de la corona del elemento citado. En el examen intraoral, se observó buen estado periodontal y ausencia de caries en el resto de las piezas dentarias. El elemento se encontraba asintomático, sin dolor a la palpación y percusión. Al examen clínico del elemento 21, este presentaba una fractura coronaria horizontal con exposición del material de restauración. Radiográficamente, la línea de fractura se localizaba por encima de la cresta ósea; asimismo, se constató una obturación endodóntica inicial inadecuada y la presencia de un perno roscado en el interior del conducto radicular. Ante la sospecha de fractura por el traumatismo previo, se tomó una radiografía periapical inicial que confirmó la presencia de dicho perno (**Fig. 2**). En base a los hallazgos clínicos y radiográficos se determinó el diagnóstico Conducto radicular obturado previamente.



Fig 2: Rx inicial

El procedimiento comenzó con la administración de anestesia infiltrativa local (carticaína al 4%). El aislamiento absoluto se realizó con goma dique y un clamp para dientes anteriores (Hygienic®). Para la remoción del perno roscado se combinaron dos técnicas: en primer lugar, se aplicó ultrasonido (Woodpecker®) con una punta de periodoncia bajo irrigación constante para desorganizar el cemento de fijación; finalmente, se utilizó un portaagujas para desalojar manualmente el perno del conducto (**Fig. 3**).



Fig 3: Remoción de perno roscado

Para la desobturación, se colocó xilol con un microbrush en el interior del conducto con el objetivo de reblandecer la gutapercha. Debido a que el conducto era amplio, la remoción del material se realizó de forma manual utilizando limas K y Hedstroem (Maillefer®).

Una vez retirada la gutapercha y lograda la permeabilidad del conducto, se determinó la conductometría mediante corroboración radiográfica, estableciendo una longitud de trabajo de 21 mm. Tras la limpieza y conformación, se determinó el calibre apical con una lima manual #70 (Maillefer®).

El protocolo de irrigación final se ejecutó secuencialmente con hipoclorito de sodio al 5,25%, solución fisiológica, EDTA al 17% y solución fisiológica; dicha secuencia fue activada mediante un dispositivo de activación ultrasónica (Woodpecker®).

La obturación tridimensional del conducto se realizó mediante la técnica de cono único, adaptada mediante una impresión apical para asegurar un correcto tope. El sellado se efectuó con el cemento biocerámico Bio-C Sealer (Angelus®), cuyo resultado se constató en la radiografía posoperatoria (**Fig. 4**).



Fig.4: Rx Posoperatoria

La cavidad de acceso se obturó de forma provisional utilizando resina fluida hasta el momento de la reconstrucción definitiva. El pronóstico a largo plazo del órgano dental se considera favorable, siempre que se lleve a cabo una restauración protésica inmediata y adaptada a los requerimientos estructurales del elemento.

DISCUSIÓN

El manejo clínico de los elementos dentarios con diagnóstico de obturación deficiente y presencia de anclajes interradiculares representa uno de los mayores desafíos biomecánicos en el retratamiento endodóntico contemporáneo (Rios *et al.*, 2020). Este escenario clínico adquiere un nivel de complejidad sustancialmente mayor cuando se presenta en pacientes jóvenes que han sufrido secuelas de traumatismos dentoalveolares (TDA). En este perfil de pacientes, es frecuente hallar conductos radiculares marcadamente amplios y paredes dentinarias internas remanentes delgadas. Esta configuración anatómica es consecuencia directa de un cese temprano en la función pulpar normal por necrosis secundaria al impacto mecánico, lo que interrumpe la aposición fisiológica de dentina secundaria y terciaria. Como sostienen Silva *et al.* (2023), esta debilidad estructural intrínseca incrementa de forma drástica la susceptibilidad del diente a sufrir fallas catastróficas o fracturas irreparables durante las maniobras terapéuticas de desobturación. (Silva *et al.*, 2023).

En el presente caso, la sospecha inicial de una fractura radicular vertical constituyó una señal de alerta generando una complicación frecuentemente asociada al impacto de pernos metálicos rígidos, alto impacto mecánico y distribución asimétrica de fuerzas. (Gorni y Gagliani, 2024). Cuando un perno metálico posee un módulo de elasticidad significativamente superior al de la dentina (aproximadamente 200 GPa para las aleaciones comunes frente a los 18,6 GPa de la dentina humana), actúa como una cuña rígida que disipa las fuerzas directamente hacia las paredes de la raíz en lugar de distribuirlas uniformemente. Ante este panorama de alta vulnerabilidad, se tornó imperativo diseñar y ejecutar un abordaje terapéutico estrictamente mínimamente invasivo. La prioridad absoluta se centró en la preservación del escaso remanente estructural calcificado, evitando de forma meticulosa desgastes innecesarios que comprometieran el ya disminuido espesor de seguridad biológico de la raíz. La toma de decisiones en este punto crítico determinó el descarte de instrumentaciones macro-mecánicas agresivas en favor de tecnologías de micro-precisión. La literatura endodóntica es contundente al advertir sobre los riesgos de los métodos tradicionales. Intentar la remoción de pernos roscados o postes prefabricados mediante la aplicación de fuerzas mecánicas puras (tracción directa inconsciente) o técnicas rotatorias convencionales, como el uso de fresas de Peeso o Gates-Glidden, eleva de manera exponencial el riesgo de provocar desvíos incidentales del conducto original, debilitamiento de las paredes e, incluso, perforaciones radiculares directas. Esto ocurre debido a la falta de flexibilidad y control de dichos sistemas en áreas con paredes delgadas, un concepto refrendado por Neill y Gound (2021). Para mitigar eficazmente estos riesgos inherentes, la aplicación de la tecnología ultrasónica se ha consolidado en el estándar de oro de elección para la desobturación de anclajes metálicos. En el tratamiento de este reporte clínico, la aplicación de vibración ultrasónica directa sobre el perno metálico bajo irrigación constante demostró ser un método altamente eficiente y predecible para transferir energía cinética concentrada de alta frecuencia directamente a la interfase crítica cemento-perno. Las ondas ultrasónicas generadas inducen un fenómeno físico de microcavitación y microvibración

lineal que desorganiza de forma selectiva la matriz del agente de fijación cementante. Esto reduce significativamente las fuerzas traccionales y el estrés torsional necesarios para el desalajo manual definitivo mediante el uso del portaagujas. Este hallazgo coincide plenamente con las investigaciones y conclusiones de Bueno et al. (2021), quienes destacan la elevada predictibilidad y seguridad de la tecnología ultrasónica para conservar intactas las paredes radiculares remanentes y evitar la propagación de microfisuras accidentales en la dentina.

Un aporte metodológico fundamental para discutir radica en la optimización del tiempo operativo y la protección de los tejidos de soporte. Para contrarrestar los efectos secundarios derivados de tiempos de vibración prolongados, tales como la fatiga del operador y la acumulación térmica, resulta de gran valor evaluar las estrategias de aplicación avanzadas descritas en la literatura reciente. Específicamente, un estudio clínico aleatorizado y controlado de alta relevancia metodológica realizado por Pereyra *et al.* (2024) comparó la eficiencia de la remoción de postes metálicos utilizando un solo dispositivo ultrasónico versus el empleo simultáneo de dos dispositivos ultrasónicos actuando de manera coordinada en extremos opuestos del aditamento.

Los resultados de Pereyra *et al.* (2024) demostraron de forma concluyente que la remoción de pernos metálicos roscados o colados utilizando dos dispositivos ultrasónicos en forma simultánea es sustancialmente más eficiente, segura y predecible que la técnica convencional de punta única. La ventaja más dramática de este protocolo bicéntrico es la reducción drástica del tiempo operativo de vibración continua, el cual desciende de un promedio de 131 segundos (con un solo dispositivo) a tan solo 24 segundos de acción localizada.

Esta reducción temporal tiene una repercusión directa en la biología periodontal del diente tratado. Como demostraron los registros de termografía infrarroja analizados por Pereyra *et al.* (2024), acortar el tiempo de activación disminuye de manera directamente proporcional la acumulación de calor por fricción en la masa del perno, minimiza la fatiga operatoria del profesional, reduce el estrés del paciente y previene eficazmente la inducción de microfuerzas destructivas en las delgadas paredes radiculares de dientes previamente traumatizados. En definitiva, las ventajas mecánicas y biológicas documentadas por Pereyra *et al.* (2024) confirman que este procedimiento es la vía de elección en casos de raíces debilitadas.

Desde una perspectiva biológica pura, el control estricto del calor por fricción durante el uso de ultrasonido a alta potencia es un factor de carácter mandatorio que el clínico no puede omitir. La fricción mecánica continua del instrumento contra una aleación metálica de alta densidad genera temperaturas extremadamente elevadas que se transmiten rápidamente a través de la conductividad térmica intrínseca de la dentina hacia la superficie externa de la raíz, comprometiendo al ligamento periodontal, al cemento radicular y al hueso alveolar circundante. Esto ha sido exhaustivamente advertido por investigadores como Huttula *et al.* (2006) y Davis *et al.* (2010).

La literatura clásica y contemporánea en biología periodontal demuestra con solidez que un incremento térmico en la superficie radicular externa superior a los 10 °C por encima de la temperatura corporal basal (lo que equivale a alcanzar o superar el umbral crítico de 47 °C),

mantenido por un periodo continuo de más de 60 segundos, desencadena cambios fisiopatológicos destructivos e irreversibles. Estos cambios incluyen la desnaturalización proteica del colágeno alveolar, el colapso microvascular por trombosis localizada y la necrosis térmica total del ligamento periodontal. Las secuelas de este daño inadvertido se manifiestan a mediano plazo como reabsorciones radicales inflamatorias externas extensas, anquilosis alveolodentaria y pérdida ósea vertical irreversible.

Por lo tanto, para contrarrestar este peligro latente, el establecimiento de un protocolo de irrigación hidroneumática constante, profusa y continua con un spray de agua refrigerante es estrictamente obligatorio durante cada segundo de activación del ultrasonido, coincidiendo con las directrices de Garrido *et al.* (2004) y Pereyra *et al.* (2024). Los estudios de termografía infrarroja aplicados a la endodoncia por Cameron (1988), y ratificados por Pereyra *et al.* (2024), demuestran que solo el enfriamiento hídrico constante es capaz de disipar la energía térmica a una velocidad suficiente para mantener de forma segura los tejidos periodontales por debajo del umbral lesivo de incremento térmico de los 10 °C.

Por otra parte, las características anatómicas del elemento 21, el cual exhibió un calibre apical definitivo de #70 tras la instrumentación manual, condicionaron la estrategia de obturación. Los conductos amplios en pacientes en desarrollo dificultan el control del material de obturación en el tercio apical, aumentando la probabilidad de sobrepases o sellados marginales deficientes. Para contrarrestar de forma efectiva esta limitación geométrica, la técnica de cono único individualizado mediante impresión apical demostró ser una alternativa clínica sumamente eficaz. Este procedimiento consiste en reblandecer ligeramente el extremo de un cono de gutapercha de gran calibre en un solvente químico (como el cloroformo o el eucaliptol) o mediante calor controlado, para luego presionarlo pasivamente contra el tope apical del conducto. Esto genera una réplica exacta e individualizada en tres dimensiones que se adapta con precisión a las irregularidades, óvalos y lumen del conducto radicular. Esta técnica de adaptación mecánica se complementó de forma idónea con las propiedades biológicas del cemento a base de silicato de calcio Bio-C Sealer. En las últimas décadas, la ciencia de los materiales dentales ha experimentado una revolución paradigmática indispensable para resolver casos complejos en pacientes jóvenes. Se ha producido una transición guiada por la evidencia desde los selladores hidrófobos tradicionales hacia los cementos de base cerámica hidrófila, específicamente los selladores biocerámicos a base de silicato de calcio puro. Estos nuevos materiales han desafiado de forma directa la supremacía histórica de los cementos basados en resinas epóxicas (como el AH Plus o el AH 26), los cuales fungieron como el estándar de oro de la industria por más de tres décadas (Shah *et al.*, 2026). A diferencia de los selladores basados en resinas polimerizables o componentes tradicionales hidrófobos, los cementos biocerámicos contemporáneos ofrecen una excelente estabilidad dimensional nula (sin contracción notable) y una hidrofilia excepcional, lo que les permite fraguar, cristalizar y endurecer adecuadamente incluso en presencia de la humedad microscópica inherente de los fluidos tisulares filtrados desde el periápice o dentro de los túbulos dentinarios (Prati y Gandolfi, 2025). Desde una perspectiva puramente mecánica y de soporte estructural, los cementos biocerámicos contemporáneos resuelven las deficiencias y limitaciones clínicas

que presentan las técnicas de obturación térmica agresivas cuando se aplican en raíces con paredes dentinarias debilitadas por traumatismos previos o en conductos excesivamente amplios. Las técnicas termomecánicas convencionales (como la compactación de gutapercha termoplastificada a alta temperatura) ejercen fuerzas hidráulicas y de cuña considerables durante las maniobras de condensación lateral o vertical, lo que incrementa el riesgo de inducir microfuerzas destructivas capaces de fracturar de forma catastrófica una raíz debilitada. Por el contrario, los selladores biocerámicos se destacan en la práctica endodóntica por poseer propiedades biológicas, químicas y fisicoquímicas excepcionales que permiten su aplicación mediante la técnica de cono único individualizado de gutapercha. Esta modalidad de obturación es puramente pasiva y erradica por completo la necesidad de ejercer presiones mecánicas o compactación forzada dentro del conducto radicular, disminuyendo significativamente la probabilidad de inducir fallas estructurales (Silva *et al.*, 2023). Asimismo, desde el punto de vista histológico, los iones de calcio liberados interactúan directamente con los fosfatos presentes en los fluidos corporales, precipitando una capa biológica de hidroxiapatita o carbonato de apatita en la interfase dentina-material. Este fenómeno físico-químico de cementación biológica promueve activamente la respuesta tisular favorable, induce la diferenciación celular guiada de cementoblastos y osteoblastos, y estimula la reparación y regeneración ósea real de los tejidos periapicales que habían sido destruidos o inflamados crónicamente por la patología infecciosa previa. Al ser aplicados minuciosamente mediante la técnica pasiva de cono único, estos cementos biocerámicos fluyen de manera precisa y compensan las irregularidades anatómicas, concavidades e istmos del tercio apical, garantizando un sellado altamente biocompatible y mecánicamente estable a largo plazo, en plena concordancia con lo expresado por Zordan-Bronco *et al.* (2022). La liberación constante de iones de calcio y la consecuente elevación dramática del pH intracanal (alcanzando niveles superiores a 12) confieren a este material una acción bactericida prolongada, indispensable para erradicar la carga microbiana persistente y altamente resistente que originó el fracaso primario de la endodoncia inicial (Silva *et al.*, 2023). Adicionalmente, la bioactividad inherente de este silicato promueve de forma activa la formación de nuevos frentes de hidroxiapatita, estimulando la reparación biológica acelerada del tejido periapical severamente afectado por el traumatismo mecánico e infeccioso original (Zordan-Bronco *et al.*, 2022).

Finalmente, es imperativo recalcar con énfasis que el éxito biológico y clínico alcanzado mediante este riguroso protocolo de retratamiento endodóntico y sellado tridimensional queda estrictamente condicionado a la fase inmediata de rehabilitación protésica u operatoria. Tal como sostienen firmemente Aquilino y Caplan (2002) en sus extensos estudios epidemiológicos, la ejecución inmediata de una restauración coronaria adecuada y definitiva es un factor crítico y decisivo para la supervivencia del elemento dentario a largo plazo. En pacientes pediátricos, adolescentes o adultos jóvenes, asegurar un sellado coronario hermético postendodóntico no solo previene la microfiltración bacteriana coronaria descendente, sino que restituye la resistencia biomecánica y el módulo de elasticidad estructural necesarios para hacer frente a futuros impactos funcionales, fuerzas masticatorias o nuevos traumatismos accidentales. Si la restauración definitiva no se realiza

a tiempo y el clínico prolonga de forma negligente o descuidada el uso de sellados provisionales más allá de las dos semanas críticas, el pronóstico biológico del tratamiento endodóntico y la tasa de supervivencia del diente disminuyen de manera exponencial debido a una serie de fenómenos patológicos en cadena. Los materiales de obturación temporal sufren una rápida degradación marginal, desgaste oclusal por fricción y contracción térmica diferencial ante los cambios de temperatura de los alimentos, permitiendo que las bacterias y sus endotoxinas colonicen la totalidad de la longitud radicular en un periodo documentado de tan solo 15 a 30 días. Esto fue demostrado en los estudios de filtración de Gillen *et al.* (2001). Esta microfiltración activa induce de forma inevitable una periodontitis apical

El manejo contemporáneo, especializado y de alto nivel de elementos dentarios que presentan fracaso endodóntico primario y la presencia concomitante de anclajes intrarradiculares exige en la actualidad la integración sinérgica de protocolos de mínima invasión absoluta guiados obligatoriamente por magnificación (microscopía clínica u óptica avanzada) y respaldados firmemente por evidencia clínica robusta de alta jerarquía metodológica. Al combinar de forma armónica la técnica avanzada de desobturación ultrasónica bimanual y simultánea, que maximiza drásticamente la velocidad de remoción y minimiza a niveles seguros el riesgo térmico periodontal, con el uso posterior de obturaciones biocerámicas tridimensionales de última generación aplicadas de forma estrictamente pasiva, y sumado a la ejecución estricta de un protocolo de restauración adhesiva coronal biomimética inmediata en un rango temporal no mayor a los 7-14 días, el clínico especialista puede asegurar y garantizar tasas de éxito y predictibilidad sumamente elevadas a largo plazo.

De este modo, se devuelve de forma integral y predecible la salud periapical biológica, la función masticatoria armónica y la estética dental perdida a aquellos elementos dentarios que se encontraban gravemente comprometidos por traumatismos previos, evitando de manera exitosa exodoncias prematuras, preservando el órgano dental en boca y manteniendo la integridad del hueso alveolar para el correcto desarrollo del paciente.

CONCLUSIÓN

A partir de la experiencia clínica desarrollada durante la especialidad y el análisis de la evidencia científica disponible, se concluye que el retratamiento no quirúrgico por vía ortógrada constituye una alternativa terapéutica altamente predecible y conservadora para resolver el fracaso endodóntico en elementos dentarios con antecedentes de traumatismo dentoalveolar.

La tecnología ultrasónica representa el estándar de elección y la herramienta indispensable para la remoción del anclaje intrarradicular, debido a que su aplicación precisa disipa adecuadamente la energía, minimiza el desgaste innecesario y preserva intacto el espesor de seguridad biológico de las paredes radicales. Asimismo, la combinación sinérgica de la vibración ultrasónica pasiva con maniobras traccionales controladas previene la aparición de complicaciones intraoperatorias catastróficas, tales como perforaciones accidentales o desvíos del conducto durante la desobturación.

Una vez lograda la desobturación total y ejecutado un riguroso protocolo de desinfección química, la técnica de cono único individualizado mediante impresión apical resulta sumamente eficaz para lograr una adaptación tridimensional óptima en conductos de gran calibre en pacientes jóvenes. Complementariamente, el empleo de cementos biocerámicos contemporáneos a base de silicato de calcio garantiza un sellado hermético, altamente biocompatible y bioactivo en la región apical, favoreciendo la eliminación microbiana profunda y estimulando activamente la reparación de los tejidos periapicales afectados.

Finalmente, se establece que el éxito biológico definitivo y la supervivencia a largo plazo del elemento dentario dependen estrictamente de la ejecución inmediata de una restauración postendodóntica definitiva, adhesiva y adaptada a las demandas biomecánicas. Es imperativo que, como profesionales, se concientice al paciente de forma inmediata sobre la importancia de esta reconstrucción, advirtiéndole que postergarla disminuye drásticamente la tasa de éxito y eleva críticamente el riesgo de pérdida del elemento dentario.

BIBLIOGRAFÍA

Altshul, J. H., Marshall, G., & Main, C. (1997). Thermal effects of ultrasonic root-end preparation on the root surface. *Journal of Endodontics*, 23(1), 26–29.

Andreasen, J. O., Andreasen, F. M., & Andersson, L. (Eds.). (2018). *Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth* (5th ed.). Wiley-Blackwell.

Aquilino, S. A., & Caplan, D. J. (2002). Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 87(3), 227–231.

Bueno, C. E., Pelegrine, R. A., Cunha, R. S., Fontana, C. E., & de Martin, A. S. (2021). Ultrasonic tips vs. rotary instruments for the removal of metallic and fiber posts: A comparative ex vivo study. *International Endodontic Journal*, 54(8), 1342–1350.

Cameron, C. E. (1988). The use of ultrasound in the removal of posts from root canals. *Journal of Endodontics*, 14(5), 231–234.

Cvek, M. (2008). Endodontic management of traumatized teeth with immature root development. *Dental Traumatology*, 24(1), 2–12.

Davis, S., Gluskin, A. H., & Peters, O. A. (2010). In vitro evaluation of temperature rise on the external root surface during post removal using ultrasonic tips. *Journal of Endodontics*, 36(4), 710–714.

Elfrink, M. E., Veerkamp, J. S., & Kalsbeek, H. (2004). Prevalence and traumatic factors of dentoalveolar injuries in permanent dentition. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 5(2), 78–83.

Garg, N., & Garg, A. (2021). *Textbook of Endodontics* (4th ed.). Jaypee Brothers Medical Publishers.

Garrido, I., Abella, F., Ruschel, G. H., & Siqueira, J. F., Jr. (2004). Thermal changes on the root surface during ultrasonic post removal with and without water irrigation. *International Endodontic Journal*, 37(9), 615–621.

Gillen, B. M., Sonis, S. T., & Rosenberg, P. A. (2001). Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal filling on success of root canal treatment. *Journal of Endodontics*, 27(6), 395–402.

Gluskin, A. H., Radke, R. A., & Ruddell, C. J. (2014). Minimally invasive endodontics: Challenging traditional paradigms. *Journal of the California Dental Association*, 42(5), 307–315.

Gorni, F. G., & Gagliani, M. M. (2024). The outcome of endodontic retreatment: A 10-year prospective study on technical quality and complications. *International Endodontic Journal*, 57(2), 112–124.

Huttula, A. S., Tordik, P. A., & Goodell, G. G. (2006). Temperature heat transfer to the periodontal ligament during ultrasonic post removal. *Journal of Endodontics*, 32(9), 874–877.

Kim, S., & Kim, S. (2021). Postoperative pain after root canal obturation using bioceramic sealers versus conventional resin sealers: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 10(14), 3120.

Neill, J., & Gound, T. G. (2021). Factors influencing the removal of intracanal posts: A review of tools and techniques. *Endodontic Topics*, 32(1), 45–58.

Pereyra, A., González, A., & Martínez, M. (2024). Efficiency and thermal safety of simultaneous dual-ultrasonic tip activation for the removal of intradental metallic posts: A randomized clinical trial. *International Endodontic Journal*, 57(4), 410–421.

Pérez-Gómez, A., Martínez-Ramos, M., & García-López, J. (2024). Global prevalence of dentoalveolar trauma in childrens and adolescents: An updated systematic review and meta-analysis. *Dental Traumatology*, 40(1), 15–29.

Prati, C., & Gandolfi, M. G. (2015). Calcium silicate bioactive cements as endodontic sealers: A review. *Dental Materials*, 31(4), 351–370.

Prati, C., & Gandolfi, M. G. (2025). Bioceramics in Clinical Endodontics: Hydration kinetics, sealing ability, and bioactivity. *Journal of Applied Oral Science*, 33(2), e2024009.

Rios, M. A., de Melo, L. F., & Barbosa, M. G. (2020). Efficacy of non-surgical endodontic retreatment in managing periapical lesions: A prospective cohort study. *International Endodontic Journal*, 53(9), 1185–1196.

Salari, A., Kamyabi, A., & Shirazi, S. (2021). Psychosocial impact of traumatic dental injuries on adolescents and their parents: A cross-sectional study. *Health and Quality of Life Outcomes*, 19(1), 142.

Shah, S., Patel, R., & Kumar, V. (2026). Clinical efficacy, post-operative pain, and periapical healing of bioceramic sealers versus epoxy resin-based sealers in endodontic therapeutics: A comprehensive meta-analysis of randomized controlled trials. *PubMed Index Meta-Analysis*, 26(1), 2134–2145.

Shemesh, H., Wesselink, P. R., & Wu, M. K. (2011). The incidence of vertical root fractures and craze lines after post removal using ultrasonic instrumentation. *International Endodontic Journal*, 44(8), 739–745.

Siboni, F., Prati, C., & Gandolfi, M. G. (2014). Properties of a new calcium silicate-based bioceramic sealer: Setting time, solubility, and microleakage immediately and after aging. *International Endodontic Journal*, 47(11), 1033–1043.

Silva, L. A., Nelson-Filho, P., & da Silva, R. A. (2015). Molecular mechanisms of bone resorption in periapical lesions: The role of RANK/RANKL/OPG system. *Oral Diseases*, 21(5), 563–571.

Silva, R., Santos, J., & Vasconcelos, P. (2023). Physicochemical and biological properties of contemporary calcium silicate-based endodontic sealers: A literature review. *Journal of Endodontics*, 49(3), 240–256.

Silva-Junior, M., Alves, L., & Gouveia, C. (2023). Structural reinforcement of weakened roots using single-cone bioceramic obturation obturated passively. *Clinical Oral Investigations*, 27(6), 2911–2920.

Siqueira, J. F., Jr. (2003). Microbiota of root canals with post-treatment apical periodontitis: A review. *International Endodontic Journal*, 36(12), 811–821.

Vieira-Andrade, R. G., Siqueira, M. B., & Pordeus, I. A. (2022). Demographic and socioeconomic indicators associated with traumatic dental injuries in adolescents. *Dental Traumatology*, 38(3), 201–210.

Yuan, M., Wang, L., & Zhang, J. (2023). Anatomical risk factors for traumatic dental injuries in permanent incisors: A cone-beam computed tomography study. *BMC Oral Health*, 23(1), 512.

Zaia, A. A., Pasteres, J. R., & de Souza-Filho, F. J. (2005). Coronal leakage of temporary restorative materials used in endodontics. *Journal of Endodontics*, 31(4), 284–287.

Zanza, A., D'Angelo, M., & Reda, R. (2023). Diagnostic and therapeutic challenges in non-surgical endodontic retreatment: A systematic review on anatomical complexities and procedural errors. *Journal of Clinical Medicine*, 12(8), 2841.

Zordan-Bronco, R., Marín-Bauza, G. A., & de Oliveira, R. (2022). Sealing ability of bioceramic sealers in oval root canals using single-cone technique. *Journal of Endodontics*, 48(5), 625–631.