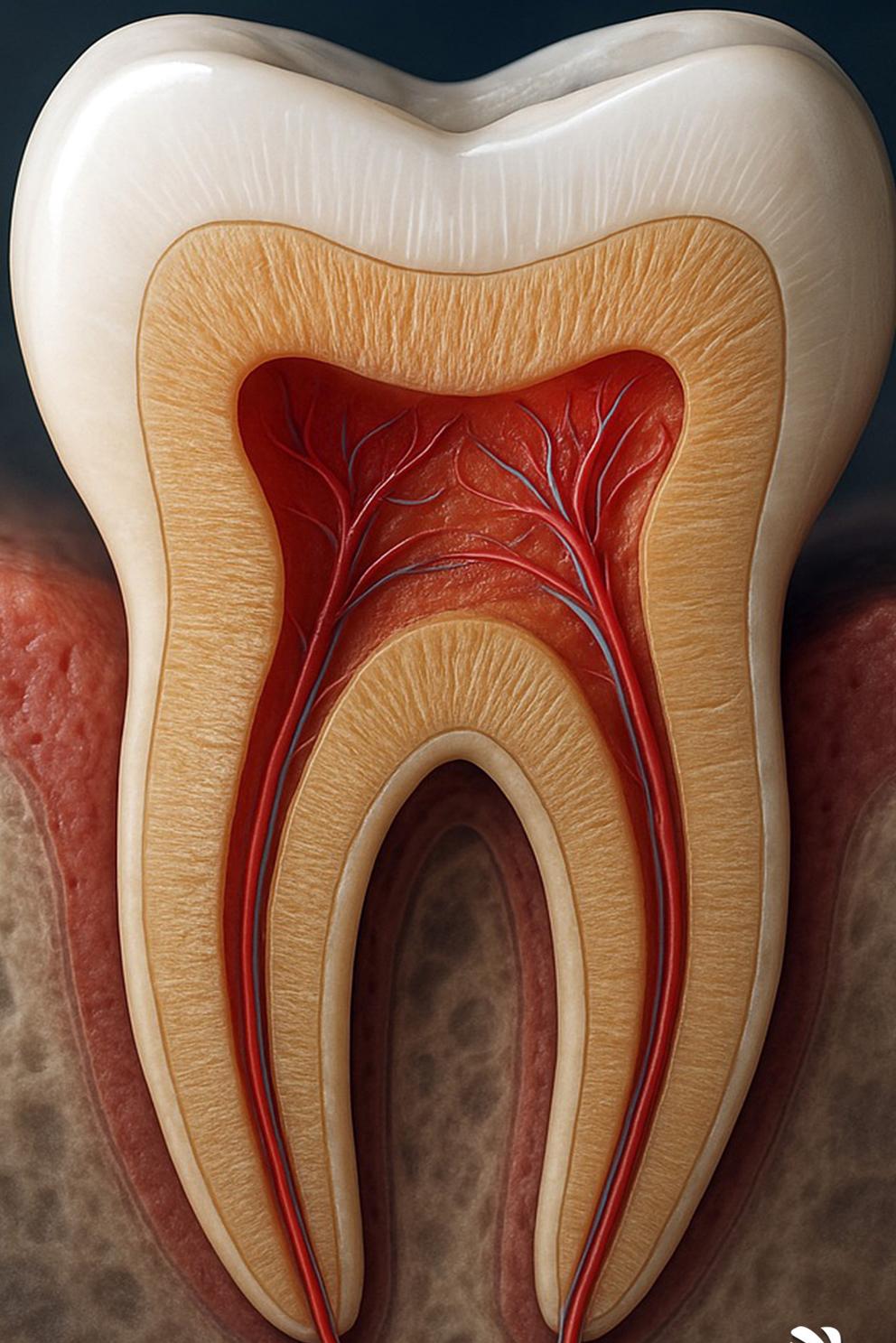


ISSN versión Impresa 0718-2368
ISSN versión digital 2452-5898

CANAL ABIERTO

REVISTA CIENTÍFICA

N° 51 Abril 2025



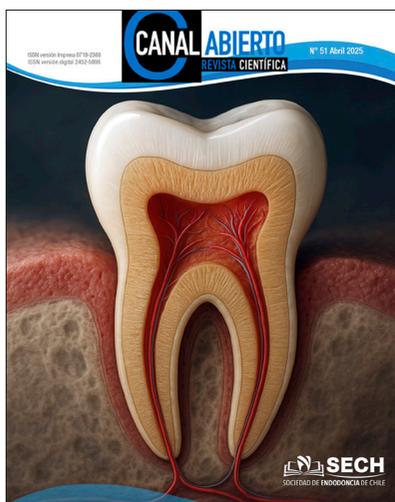


Imagen Portada Canal Abierto N° 51

Comité Editorial

Directora:

Dra. Scarlett Hernández Viguera
Universidad Austral de Chile, Chile

Editores:

Dra. Gabriela Sánchez Sanhueza
Universidad de Concepción, Chile.

Dr. Pablo Betancourt Henríquez
Universidad de La Frontera, Chile.

Dr. Jaime Abarca Reveco
Universidad San Sebastián, Chile.

Dr. José López López
Universidad de Barcelona, España.

Dr. Juan José Segura Egea
Universidad de Sevilla, España.

Producción General:

Arca Comunicaciones Ltda.
Diseño Gráfico: Paolo Arriagada Galleani

Directorio SECH 2024-2025

Presidenta:

Dra. Priscilla Ledezma Araya

Vicepresidente (Presidente Electo):

Dr. Nicolás Ferraro Saldías

Secretaria:

Dra. Marcia Antúnez Riveros

Pro-Secretaria:

Dra. Mónica Arce Yáñez

Tesorera:

Dra. Karin Weinborn Astudillo

Pro-Tesorera:

Dra. Macarena Vega Marcich

Coordinadora Nacional de Filiales:

Dra. Claudia Piñeres Quintero

Comité Científico:

Dr. Wenceslao Valenzuela Aldunate

Directora Revista Canal Abierto:

Dra. Scarlett Hernández Viguera

Nuevos Socios de Número

Ingreso de nuevos socios.

Dr. Jorge Vergara Fuentes
Santiago – De Número

Rodrigo Letelier Rojas.
Santiago – Estudiantil

Dra. Valentina Schorr Prieto
Filial Maule – De Número

Renovación y Compromiso: Una Nueva Etapa para la Revista “Canal Abierto”

La endodoncia es una disciplina en constante evolución. Cada investigación, caso clínico y revisión sistemática contribuyen a la construcción del conocimiento que sustenta nuestra práctica y nos permite avanzar hacia la excelencia.

Con este espíritu de progreso, es un honor dirigirme a ustedes en esta edición número 51 como la nueva directora de “Canal Abierto”, una revista de sólida trayectoria que ha sido testigo y protagonista del desarrollo de nuestra especialidad en el país y en Latinoamérica. Este nuevo ciclo nos desafía a mantener y elevar los estándares científicos, impulsando la publicación de investigaciones rigurosas que contribuyan al avance de la endodoncia en todas sus dimensiones. En este sentido, reitero la invitación a investigadores de Latinoamérica y del mundo a compartir sus hallazgos con nuestra comunidad. La diversidad de enfoques y realidades clínicas nos enriquece, permitiendo que el conocimiento trascienda fronteras y tenga una aplicación global.

Aprovecho esta oportunidad para expresar mi profundo agradecimiento al equipo editorial anterior, quienes con excelencia y dedicación aseguraron la calidad de cada publicación: el Dr. Jaime Abarca, en su rol de director, junto con la Dra. Susana Contardo, la Dra. Gabriela Sánchez, el Dr. Pablo Betancourt y el Dr. Héctor Monardes. Su compromiso ha sido clave en la consolidación de nuestra revista como un referente en la especialidad.

Asimismo, damos una calurosa bienvenida al nuevo equipo editorial y a los revisores que se integran a esta nueva etapa, incluyendo especialistas internacionales, lo que permitirá fortalecer aún más la rigurosidad y proyección internacional de nuestra revista. Su labor en la evaluación crítica y objetiva de los manuscritos será fundamental para garantizar la excelencia científica de cada número.

Todos los que formamos parte de la Sociedad de Endodoncia de Chile-SECH, ya sea como miembros del Directorio, equipos de trabajo, expositores, conferencistas o socios, compartimos un mismo objetivo: impulsar el desarrollo de nuestra entidad y fortalecer nuestra especialidad. En este camino de crecimiento, nos enfrentamos a un desafío significativo en el horizonte: la realización del IV COCHIDE y la XV Cumbre SELA. Ya hemos demostrado la capacidad organizativa con un exitoso Congreso Mundial en Chile, y esta vez, con el compromiso y la participación de todos los que somos SECH, estamos seguros de que alcanzaremos nuevamente la meta propuesta con excelencia.

Finalmente, quiero extender una invitación a nuestros lectores, investigadores y clínicos a seguir participando activamente en este espacio de divulgación científica. Ya sea como autores, revisores o lectores críticos, su contribución es la esencia de “Canal Abierto” y el motor que impulsa su crecimiento y proyección futura.

Iniciamos esta nueva edición con entusiasmo, abiertos a la innovación y al intercambio de ideas. Sigamos construyendo juntos el futuro de la endodoncia.

Scarlette Hernández Viguera
Directora Revista “Canal Abierto”

Equipo Editorial Canal Abierto



Dra. Scarlette Hernández



Dra. Gabriela Sánchez



Dr. Pablo Betancourt



Dr. Jaime Abarca



Dr. José López



Dr. Juan José Segura

SUMARIO

Comité Editorial / Directorio	1
Editorial	2
Artículos Científicos:	
● Análisis <i>In Vitro</i> de Microfiltración Apical en Cementos Selladores Biocerámicos.	5
● Biomarcadores para un Diagnóstico Pulpar más Preciso: Scoping Review.	12
Casos Clínicos:	
● Autotrasplante guiado digitalmente de un diente con ápice inmaduro como alternativa de tratamiento para la agenesia: Reporte de un Caso.	23
● Manejo endodóntico de perforación radicular asociada al uso de microtornillo como anclaje ortodóntico. Informe de Caso.	30
● Manejo Clínico de <i>Radix Entomolaris</i> en Paciente Joven: Reporte de Caso	34
● Accidente con hipoclorito de sodio: Reporte de un Caso.	40
● Normas de Publicación.	47

Mensaje de la Dra. Priscilla Ledezma Araya, Presidenta de SECH

La Sociedad de Endodoncia de Chile es fruto del compromiso y la dedicación de las distintas directivas que, a lo largo del tiempo, han trabajado incansablemente por cumplir nuestra misión institucional. Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos quienes nos han precedido desde los inicios de la Sociedad, así como manifestar mi profundo reconocimiento a la Directiva que me ha acompañado desde 2019 hasta junio de 2025. Mi gratitud va especialmente dirigida a quienes, con entrega y generosidad, han contribuido durante estos años al fortalecimiento de nuestra sociedad y de nuestra especialidad.

Extiendo todo mi respaldo y los mejores deseos al Dr. Nicolás Ferraro, quien asumirá la presidencia a partir del próximo mes de julio. Desde el Congreso celebrado en el Hotel Intercontinental en 2019, año en el que tuve el honor de asumir la presidencia de la Sociedad de Endodoncia de Chile, hemos atravesado un periodo de profunda transformación. La pandemia nos obligó a reinventarnos, iniciando con charlas mensuales en modalidad telemática y adaptándonos rápidamente para garantizar su funcionamiento. Organizamos exitosos congresos online, con la participación de destacados conferencistas internacionales.

A finales de 2021, se me brindó la oportunidad de organizar el 13th WEC IFEA 2022, y aún recuerdo con emoción el momento en que, al finalizar el Congreso de Chennai (India), me correspondió invitar a todos los países miembros de IFEA a reunirse en Chile.

El año 2022 marcó un hito para nuestra Sociedad. Además de nuestras tradicionales charlas científicas mensuales, tuvimos el privilegio de llevar a cabo el 13th WEC IFEA, un evento de cuatro días que reunió a cerca de 100 conferencistas internacionales, más de 1500 asistentes, múltiples salas simultáneas, talleres prácticos y una feria comercial con más de 45 empresas. Este congreso no solo elevó los estándares de la endodoncia en Chile, sino que también fortaleció nuestros lazos con sociedades amigas y países vecinos, consolidando nuestra presencia internacional.

Liderar la Sociedad ha sido una tarea desafiante y compleja, pero me siento profundamente satisfecha con los logros alcanzados junto al directorio. Hemos conseguido una sólida integración en las agrupaciones gremiales nacionales, colaborando estrechamente con equipos ministeriales y representando a nuestra Sociedad ante el Ministerio de Salud cuando ha sido requerido.

Hoy, la Sociedad de Endodoncia de Chile forma parte activa del directorio de FESODECH, que finalmente ha obtenido personalidad jurídica, resultado del trabajo constante de muchos colegas a lo largo de los años. Además, integramos el directorio de CONACEO, consolidando aún más nuestra presencia institucional.

Hemos incrementado tanto el número de socios como de seguidores en redes sociales, y hemos trabajado firmemente para asegurar que los colegas de regiones tengan acceso a las valiosas actividades científicas organizadas desde Santiago. Seguiremos avanzando en este camino, con el firme propósito de que todos nuestros socios se sientan parte activa de SECH.

Este año damos una cálida bienvenida a todos los endodoncistas que llegan a Chile desde distintos rincones del mundo, así como a nuestros colegas nacionales que participarán en el V Congreso Chileno de Endodoncia y la XV Cumbre SELA, que sin duda será una experiencia inolvidable. Chile, con su rica cultura y majestuosos paisajes, será el hogar temporal de todos ustedes. Nuestro cariño, nuestras tradiciones y nuestro entorno natural estarán a su disposición para hacer de esta experiencia algo realmente memorable.

Este evento no solo representa una cita científica de primer nivel, sino que también es testimonio de la hermandad y colaboración entre países de habla hispana y más allá. Nos sentimos especialmente orgullosos de ser país sede del encuentro anual de la Sociedad Latinoamericana de Endodoncia (SELA), reconocida por su compromiso con la integración regional y la promoción del conocimiento científico.

Como equipo, cerramos un ciclo de seis años de intenso trabajo. Es momento de seguir abriendo nuevos canales de comunicación. Agradezco al Dr. Jaime Abarca su valiosa labor como Director de Canal Abierto durante estos años, y doy la bienvenida a quien asumirá esta responsabilidad, la Dra. Scarlett Hernández, de quien no tengo dudas que desarrollará esta tarea de manera impecable.



Dra. Priscilla Ledezma Araya, DDS, Msc.
Especialista en Endodoncia, MPU.
Magister en Alta Dirección y Gestión de Instituciones Educativas
Presidente Sociedad de Endodoncia de Chile

Encuentra nuestra línea VDW en:



**EXPRESS
DENT**

UNA SOLUCION INTEGRAL PARA EL DENTISTA

 **EXPRO
dental**

Un mundo en Odontología

 **Depo
Dental**
artículos dentales

MayorDent.

 **DENTAL
HOME**
CREANDO SOLUCIONES

Clan Dent 
INSUMOS DENTALES

 **ActualDent**
MATERIALES DENTALES Y MÉDICOS

 **INSUMOS
MEDICOS
DENTALES**

 **Dentsply
Sirona**

 **VDW®**

Análisis *In Vitro* de Microfiltración Apical en Cementos Selladores Biocerámicos

In Vitro Analysis of Apical Microleakage in Bioceramic Sealing Cements

Marcelo López E. ^{1,2,3}

Nicolás Inostroza I.¹

Ramiro Castro B. ^{1,2,3}

¹ Facultad de Odontología, Universidad de Talca, Chile.

² Programa de Especialización en Endodoncia, Universidad de Talca, Chile.

³ Departamento de Rehabilitación Bucomaxilofacial, Universidad de Talca, Chile.

RESUMEN

Este estudio evalúa la microfiltración apical en la obturación radicular utilizando cementos selladores biocerámicos mediante un diseño experimental *in vitro*. A pesar de los avances tecnológicos, la microfiltración apical continúa representando un gran desafío para la endodoncia. Los cementos selladores biocerámicos ofrecen propiedades de sellado apical mejoradas que podrían reducir la microfiltración apical. El objetivo de este estudio fue evaluar *in vitro* la microfiltración apical de distintos cementos selladores biocerámicos utilizados en endodoncia.

Se utilizaron modelos estandarizados de dientes unirradiculares transparentes de resina para prácticas de endodoncia y se conformaron tres grupos de estudio según el uso de tres cementos selladores biocerámicos diferentes, además de un grupo control positivo y un grupo control negativo. Se utilizaron técnicas estandarizadas de instrumentación y de obturación radicular. El análisis de la microfiltración apical se realizó mediante el método de penetración de colorante con azul de metileno y su posterior análisis microscópico.

Los resultados obtenidos demostraron diferencias en la microfiltración apical entre los tres cementos selladores biocerámicos estudiados. TotalFill BC Sealer® (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) presentó la menor microfiltración apical, seguido de BioRoot Flow® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) con un rendimiento similar, mientras que AH Plus BC Sealer® (Dentsply Sirona, Charlotte, Estados Unidos) presentó la mayor microfiltración apical.

Palabras clave: Microfiltración apical, Cementos selladores biocerámicos, *In vitro*.

ABSTRACT

This study evaluates apical microleakage in root canal fillings using bioceramic sealing cements using an *in vitro* experimental design. Despite technological advances, apical microleakage continues to represent a major challenge for endodontics. Bioceramic sealing cements offer improved apical sealing properties that could reduce apical microleakage. The objective of this study was to evaluate *in vitro* the apical microleakage of different bioceramic sealing cements used in endodontics.

Standardized single-rooted transparent resin tooth models for endodontic practice were used. Three study groups were formed based on the use of three different bioceramic sealing cements, in addition to a positive and a negative control group. Standardized instrumentation and root canal filling techniques were used. Apical microleakage was analyzed using the methylene blue dye penetration method and subsequently microscopically analyzed.

The results obtained demonstrated differences in apical microleakage between the three bioceramic sealants studied. TotalFill BC Sealer® (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) presented the lowest apical microleakage, followed by BioRoot Flow® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France) with similar performance, while AH Plus BC Sealer® (Dentsply Sirona, Charlotte, USA) presented the highest apical microleakage.

Keywords: Apical microleakage, Bioceramics sealing cements, *In vitro*.

INTRODUCCIÓN

La obturación radicular en endodoncia representa un paso crítico en el tratamiento de conductos radiculares, donde su principal objetivo es sellar tridimensionalmente el sistema de conductos radiculares para prevenir la recontaminación bacteriana (1) y así proporcionar un sellado hermético que asegure la permanencia de los tejidos periapicales sanos (2).

Sin embargo, a pesar de los avances en técnicas y materiales, uno de los principales desafíos que enfrenta la obturación radicular es la microfiltración apical (3). Esta corresponde a un fenómeno clínicamente indetectable, pero crítico; donde bacterias, moléculas y fluidos pueden filtrarse por el foramen apical a través de la interfaz entre el material de obturación radicular y las paredes del conducto radicular. Este fenómeno puede comprometer la integridad del sellado apical del tratamiento endodóntico, lo que potencialmente podría permitir la recontaminación bacteriana del conducto radicular, generando persistencia de la periodontitis apical (3). Por tanto, la reducción de la microfiltración apical es un objetivo importante en la práctica de la endodoncia para asegurar el éxito del tratamiento.

En respuesta a esta problemática, los cementos selladores biocerámicos han surgido como una opción innovadora en la endodoncia. Estos materiales ofrecen ventajas significativas como alta biocompatibilidad, resistencia a la humedad, capacidad de unión química a la dentina radicular, propiedades de fraguado mejoradas en presencia de humedad, entre otras (4). Estas características permiten lograr un sellado apical más efectivo, hermético y duradero (4).

El objetivo de este estudio es evaluar *in vitro* la microfiltración apical de distintos cementos selladores biocerámicos utilizados en endodoncia, esperando contribuir en la elección de un adecuado material de obturación que pueda minimizar la microfiltración apical y asegurar la integridad del sellado apical.

METODOLOGÍA

Esta investigación correspondió a un estudio de tipo experimental *in vitro* que analizó la microfiltración apical en la obturación radicular utilizando cementos selladores biocerámicos. Para este propósito, se utilizaron modelos estandarizados de dientes unirradiculares transparentes de resina para prácticas de endodoncia (Sorpreendente 3D Tooth, Vila Nova de Gaia, Portugal), que debían cumplir con criterios específicos, como tener un conducto radicular recto y una raíz completa.

Se determinó un tamaño muestral total de 30 modelos, los cuales fueron distribuidos en cinco grupos de estudio: tres grupos corres-

pondieron a los cementos selladores biocerámicos evaluados, los cuales fueron AH Plus BC Sealer® (Dentsply Sirona, Charlotte, Estados Unidos), BioRoot Flow® (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia) y TotalFill BC Sealer® (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) (n=8 para cada grupo). Además, se consideraron grupos de control positivo (n=3) y control negativo (n=3) para su comparación y evaluación de la viabilidad metodológica del modelo propuesto. En el grupo control positivo se obturó el conducto solo con un cono de gutapercha sin cemento sellador biocerámico, mientras que en el grupo control negativo se selló externamente la totalidad del modelo obturado con esmalte de uñas transparente (Vogue, Bogotá, Colombia).

Los modelos seleccionados fueron preparados mediante un corte estandarizado a una longitud radicular de 13 mm. Posteriormente, se realizó la preparación químico-mecánica del conducto radicular utilizando el motor de endodoncia VDW Silver® (VDW, Múnich, Alemania) y el sistema mecanizado recíprocante RECIPROC Blue R40® (VDW, Múnich, Alemania), utilizando hipoclorito de sodio al 5% (Hertz, Santiago, Chile) como solución irrigante. La obturación radicular se realizó mediante la técnica de compactación hidráulica sincronizada utilizando el cemento sellador biocerámico específico para cada grupo de estudio, según la indicación del fabricante. Finalmente, una vez terminada la obturación, se realizó un sellado coronal con 2 mm de resina compuesta 3M Filtek Z350 XT® (3M, Saint Paul, Estados Unidos).

Posteriormente, se evaluó la microfiltración apical utilizando el método de penetración de colorante con azul de metileno al 2% (Laboratorio Valma, Santiago, Chile), un método estandarizado y utilizado en estudios de microfiltración apical en endodoncia (5). Para esto, en primer lugar, se selló la superficie externa del modelo con esmalte de uñas transparente (Vogue, Bogotá, Colombia), dejando expuestos los últimos 2 mm apicales. Luego, los grupos de estudio fueron incubados a 37°C en una solución de cloruro de sodio al 0,9% (Fresenius Kabi, Santiago, Chile) durante cinco días para asegurar un correcto fraguado del cemento sellador biocerámico. Posteriormente, se incubaron en una solución de azul de metileno al 2% (Laboratorio Valma, Santiago, Chile) durante tres días a 37°C.

Finalmente, se observó la penetración de colorante mediante un microscopio quirúrgico dental ZEISS OPMI pico® (ZEISS, Oberkochen, Alemania) a una magnificación de 1.6x. La microfiltración apical en cada grupo de estudio se determinó con fotografías estandarizadas de las muestras, asegurando la misma posición de los modelos y de la cámara. Con las fotografías obtenidas se midió la microfiltración apical en milímetros (mm) a través de la profundidad de penetración del colorante en la zona apical (6), utilizando el software Motic Images Plus 3.0® (Motic, Xiamen, China).

RESULTADOS

El modelo utilizado permitió demostrar diferencias significativas en la penetración del colorante entre los grupos experimentales y los grupos de control. A continuación, se presentan los resultados más representativos observados para cada grupo:

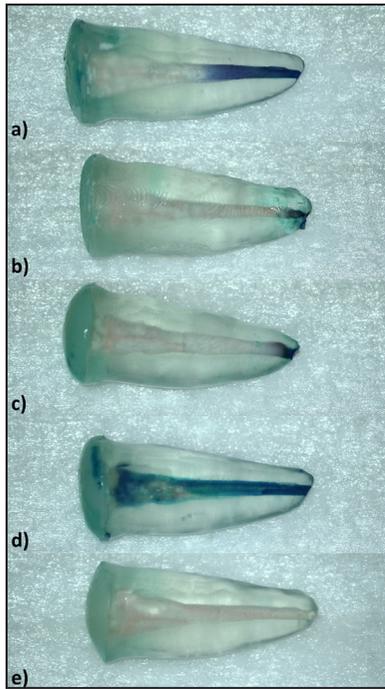


Figura 1. Muestras representativas para cada grupo de estudio. a) AH Plus BC Sealer®, b) BioRoot Flow®, c) TotalFill BC Sealer®, d) Control positivo y e) Control negativo.

Tabla 1. Valores en milímetros de penetración media del colorante, su desviación estándar y análisis estadístico para cada grupo experimental.

Grupo de estudio	Penetración media del colorante en mm	Desviación estándar en mm	ANOVA/ Tukey
AH Plus BC Sealer®	5,85 mm	0,87 mm	a
BioRoot Flow®	1,82 mm	1,00 mm	b
TotalFill BC Sealer®	1,44 mm	1,02 mm	b
Control positivo	11,04 mm	2,26 mm	c
Control negativo	0,00 mm	0,00 mm	b

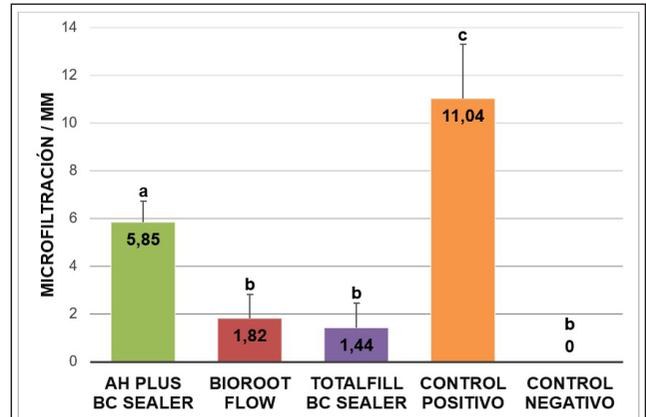


Figura 2. Valores en milímetros de penetración media del colorante para cada grupo experimental.

AH Plus BC Sealer® presentó la mayor microfiltración apical entre los cementos selladores biocerámicos analizados, con una penetración media del colorante de 5,85 mm y una desviación estándar de 0,87 mm.

BioRoot Flow® presentó una microfiltración apical ligeramente mayor que TotalFill BC Sealer®, pero significativamente menor que AH Plus BC Sealer®, con una penetración media del colorante de 1,82 mm y una desviación estándar de 1,00 mm.

TotalFill BC Sealer® presentó la menor microfiltración apical entre los cementos selladores biocerámicos analizados, con una penetración media del colorante de 1,44 mm y una desviación estándar de 1,02 mm.

Con relación a los grupos control, el control positivo presentó la mayor microfiltración apical, con una penetración media del colorante de 11,04 mm y una desviación estándar de 2,26 mm. Por el contrario, el control negativo no presentó microfiltración apical ni evidencia de penetración del colorante.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman la eficacia de algunos cementos selladores biocerámicos en la reducción de la microfiltración apical, un hallazgo que es consistente con estudios recientes sobre la capacidad de sellado de estos materiales (7). Sin embargo, las diferencias en el rendimiento de los tres cementos selladores biocerámicos evaluados sugieren que algunos de ellos podrían ser más adecuados para su uso en la obturación del sistema de conductos radiculares.

TotalFill BC Sealer® fue el cemento sellador biocerámico que mostró el mejor rendimiento en este estudio, presentando la menor microfiltración apical. Este rendimiento puede atribuirse a varias propiedades de este cemento, entre las que se destaca su capaci-

dad de expansión durante el fraguado. A diferencia de los cementos tradicionales que se caracterizan por contraerse durante el fraguado, este cemento se expande ligeramente, mejorando su adhesión tanto a la dentina radicular como al material de obturación (8). Esto permite un sellado apical más hermético y reduce el riesgo de formación de espacios que puedan comprometer la impermeabilidad del conducto radicular (8).

Además, TotalFill BC Sealer® fragua en presencia de humedad (8), ya que aprovecha la humedad natural presente en los túbulos dentinarios para iniciar su reacción de fraguado. Durante este proceso se genera hidroxiapatita, lo que refuerza la unión química con la dentina y permite la estabilidad dimensional del material, incluso en situaciones clínicas donde es difícil lograr la eliminación total de la humedad (8).

Desde el punto de vista clínico, TotalFill BC Sealer® se caracteriza por su alta biocompatibilidad, lo que no solo minimiza la inflamación de los tejidos circundantes, sino que también favorece la cicatrización apical (8). Su bioactividad se manifiesta mediante la liberación de iones calcio, que promueven la biomineralización y contribuyen a la regeneración tisular en la zona apical (8). También se destaca por su alta efectividad antibacteriana, al alcanzar un pH alto durante el fraguado, lo que limita el crecimiento bacteriano y crea un entorno desfavorable para la recolonización bacteriana en el sistema de conductos radiculares (8).

Todas estas propiedades permiten lograr un sellado apical tridimensional y disminuir el riesgo de microfiltración apical, sugiriendo que TotalFill BC Sealer® podría ser una opción ideal en casos con anatomías radiculares complejas, donde se requiera un cemento sellador con una mayor fluidez para alcanzar áreas difíciles dentro del sistema de conductos radiculares, como conductos laterales o deltas apicales, entre otros.

Por su parte, BioRoot Flow® también mostró un rendimiento favorable en este estudio, similar al de TotalFill BC Sealer® aunque con una microfiltración apical ligeramente mayor, pero no estadísticamente significativa. Este rendimiento similar puede atribuirse a varias propiedades compartidas por ambos cementos selladores biocerámicos.

Al igual que TotalFill BC Sealer®, BioRoot Flow® es un cemento sellador hidrofílico que aprovecha la humedad residual presente en los conductos radiculares para lograr su reacción de fraguado (9). Además, su formulación sin resina elimina la contracción durante el fraguado, reduciendo la formación de espacios que puedan com-

prometer el sellado apical (9). Estas características permiten una adaptación a las paredes del conducto radicular, favoreciendo un sellado apical eficaz incluso en condiciones de humedad (9). También, su naturaleza bioactiva permite la liberación de iones calcio y la formación de hidroxiapatita, lo que favorece su adhesión a la dentina radicular y aumenta su densidad mineral (9). Clínicamente, BioRoot Flow® tiene un pH alto que crea un entorno desfavorable para el crecimiento bacteriano (9). Estas propiedades, combinadas con su baja solubilidad y alta biocompatibilidad, lo convierten en una opción eficaz para prevenir la microfiltración apical y lograr un sellado apical hermético.

Una de las características distintivas de BioRoot Flow® es su viscosidad, que ofrece un equilibrio entre fluidez y facilidad de uso (9). Si bien esta mayor viscosidad podría dificultar su capacidad para fluir en anatomías radiculares extremadamente complicadas, también permite favorecer la formación de un sellado apical más hermético en comparación con cementos más fluidos (9). Debido a estas propiedades, BioRoot Flow® podría ser una opción ideal en casos con anatomías radiculares menos complicadas donde se busque potenciar un sellado apical efectivo. Sin embargo, en casos donde la anatomía del sistema de conductos radiculares es más irregular o incluye conductos laterales, su mayor viscosidad podría limitar su efectividad en comparación con opciones más fluidas como TotalFill BC Sealer®.

Por otro lado, AH Plus BC Sealer® mostró la mayor microfiltración apical entre los cementos selladores biocerámicos evaluados en este estudio. Este rendimiento sugiere que su capacidad de sellado apical podría ser menor en comparación con otros cementos selladores biocerámicos como TotalFill BC Sealer® y BioRoot Flow®, los cuales mostraron mejores resultados. Sin embargo, a pesar de estos resultados, no se podría desaconsejar su uso sin realizar estudios adicionales que evalúen su rendimiento en muestras de dientes reales o en condiciones *in vivo*.

Es importante considerar que AH Plus BC Sealer® presenta propiedades que podrían compensar estos resultados en determinadas situaciones clínicas. Algunos autores describen que su tiempo de fraguado rápido permite un manejo predecible, mientras que su baja solubilidad y bajo espesor de película le proporcionan estabilidad dimensional al sellado del conducto radicular (10). También se describe que su biocompatibilidad y bioactividad le permiten inducir la formación de hidroxiapatita dentro de los túbulos dentinarios, lo que proporciona una unión íntima con la pared del conducto radicular y con la gutapercha simultáneamente (10).

Lo anteriormente descrito no se condice con los resultados obtenidos en este estudio, sin embargo, es importante considerar que las condiciones *in vitro* de este estudio no reproducen las condiciones clínicas reales, donde existen factores propios del sistema de conductos radiculares que podrían influir en su rendimiento para lograr un sellado apical hermético. Por lo tanto, para emitir una recomendación definitiva sobre su uso, sería crucial realizar estudios adicionales que evalúen su capacidad de sellado apical en condiciones más representativas.

Respecto a los grupos control, el control positivo presentó la mayor microfiltración apical, observándose una extensa penetración del colorante a lo largo de toda la longitud del conducto radicular. En cambio, el control negativo no presentó microfiltración apical, lo que valida la metodología utilizada y confirma que el sellado externo total del diente es eficaz en la prevención de la microfiltración apical. Esto concuerda con resultados de estudios similares, donde también se utilizó esmalte de uñas transparente para sellar externamente el diente (5).

Es importante destacar que los resultados obtenidos en este estudio son consistentes con investigaciones recientes que sugieren que los cementos selladores biocerámicos entregan una ventaja significativa en la reducción de la microfiltración apical en comparación con otros tipos de cementos selladores (11). Estas investigaciones han demostrado que la expansión durante el fraguado y la capacidad de adhesión a la dentina radicular son factores clave para reducir significativamente la microfiltración apical y aumentar la tasa de éxito de la terapia endodóntica (12). También, se ha reportado que la capacidad de los cementos biocerámicos para fraguar en presencia de humedad representa una importante ventaja en comparación con los cementos a base de resina, lo que podría explicar el rendimiento observado en este estudio (12).

Por otra parte, la capacidad de sellado apical de los cementos selladores biocerámicos ha sido confirmada en estudios clínicos que muestran una alta tasa de éxito en el tratamiento de dientes con lesiones periapicales, lo que refuerza la relevancia de su uso para mejorar los resultados a largo plazo (13).

La efectividad del sellado apical puede verse afectada por diversos factores, además de las propiedades intrínsecas de los cementos selladores biocerámicos. Uno de los factores más relevantes es la técnica de obturación utilizada (14). En este estudio se utilizó la técnica de compactación hidráulica sincronizada, que ha demostrado ser efectiva en anatomías similares a la de los modelos utilizados en este estudio, asegurando una distribución uniforme del cemen-

to sellador dentro del conducto radicular (14). Sin embargo, otras técnicas de obturación podrían afectar los resultados al influir en la distribución del cemento sellador, lo que podría comprometer la efectividad del sellado apical (14).

El protocolo de irrigación utilizado previo a la obturación radicular también podría ser un factor que puede afectar el rendimiento de los cementos selladores biocerámicos. La eliminación completa de los restos de dentina y de la capa de barrillo dentinario es esencial para maximizar la adhesión del cemento a las paredes del conducto (15). Estudios han demostrado que el uso de soluciones irrigantes, como EDTA o hipoclorito de sodio, puede mejorar la capacidad de los cementos selladores biocerámicos para formar una unión adecuada con la dentina radicular (15). Además, la activación de las soluciones irrigantes, tanto sónica como ultrasónica, ha demostrado que puede aumentar la eficacia de la irrigación, lo que favorece la limpieza, desinfección y sellado del sistema de conductos radiculares (16).

Este estudio proporciona resultados interesantes, sin embargo, presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, aunque las condiciones *in vitro* de este estudio proporcionan un control riguroso de las variables experimentales, estas no logran reproducir completamente el ambiente fisiológico dentro del sistema de conductos radiculares, donde ciertos factores podrían influir en el rendimiento de los cementos selladores biocerámicos para lograr un sellado apical hermético. Futuros estudios *in vivo* podrían ser valiosos para confirmar los resultados obtenidos en este estudio *in vitro* y proporcionar un análisis más completo del comportamiento de estos cementos selladores en condiciones clínicas reales.

Otra limitación de este estudio es la homogeneidad de las muestras utilizadas, lo que no representa las variaciones anatómicas del sistema de conductos radiculares, las cuales podrían influir en los resultados al afectar la capacidad de los cementos para lograr el sellado apical esperado. Futuros estudios podrían incluir una muestra más variada, evaluando el rendimiento de estos cementos selladores biocerámicos en diferentes tipos de dientes o con variaciones anatómicas y de esta forma determinar cómo afectan en la eficacia del sellado apical.

CONCLUSIÓN

En conclusión, los resultados obtenidos demostraron diferencias respecto a la microfiltración apical entre los cementos selladores biocerámicos estudiados. Esto no solo proporciona evidencia relevante para orientar la selección clínica de los cementos selladores biocerámicos en función de las necesidades específicas de cada caso, sino que también destaca la importancia de continuar avanzando en la investigación y desarrollo de materiales que aumenten la eficacia del sellado apical, favoreciendo el éxito de la terapia endodóntica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Berman LH, Hargreaves KM. Cohen. Vías de la pulpa. 12th ed. Elsevier; 2021.
2. Canalda C, Brau E. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. 4th ed. Elsevier; 2019.
3. Lone MM, Khan FR. Evaluation of microleakage of root canals filled with different obturation techniques: an in vitro study. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2018 Jan-Mar;30(1):35-9.
4. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-based root canal sealers: a review. *Int J Biomater*. 2016;2016:9753210.
5. Jafari F, Jafari S. Importance and methodologies of endodontic microleakage studies: a systematic review. *J Clin Exp Dent*. 2017 Jun 1;9(6):e812-9.
6. Fabiani-Ticona AJ, Villavicencio-Caparó E, Artieda-Sáenz JG, Miranda-Miranda CA. Técnicas de medición de microfiltración apical en endodoncia: una revisión narrativa. *Rev Peru Cienc Salud*. 2022;9:184-8.
7. Dong X, Xu X. Bioceramics in endodontics: updates and future perspectives. *Bioengineering (Basel)*. 2023 Mar 13;10(3):354.
8. Raman V, Veksina T, et al. Characterization and assessment of physical properties of three single syringe hydraulic cement-based sealers. *J Endod*. 2024;50(3):381-8.
9. López-García S, Sanz JL, Murcia L, García-Bernal D, Lozano A, Forner L, et al. Assessment of the anti-inflammatory and biological properties of Bioroot Flow: a novel bioceramic sealer. *Tissue Cell*. 2024 Jun;88:102391.
10. Souza LC, Neves GST, Kirkpatrick T, Letra A, Silva R. Physicochemical and biological properties of AH Plus Bioceramic. *J Endod*. 2023 Jan;49(1):69-76.
11. Akhtar H, Naz F, Hasan A, Tanwir A, Shahnawaz D, Wahid U, et al. Exploring the most effective apical seal for contemporary bioceramic and conventional endodontic sealers using three obturation techniques. *Medicina (Kaunas)*. 2023 Mar 14;59(3):567.
12. Chellapandian K, Reddy TVK, Venkatesh V, Annapurani A. Bioceramic root canal sealers: a review. *Int J Health Sci*. 2022;6(S3):5693-706.
13. Pontoriero DIK, Ferrari Cagidiaco E, Maccagnola V, Manfredini D, Ferrari M. Outcomes of endodontic-treated teeth obturated with bioceramic sealers in combination with warm gutta-percha obturation techniques: a prospective clinical study. *J Clin Med*. 2023;12(8):2867.
14. Jaha HS. Hydraulic (single cone) versus thermogenic (warm vertical compaction) obturation techniques: a systematic review. *Cureus*. 2024 Jun 22;16(6):e62925.
15. Shahravan A, Haghdoost AA, Adl A, Rahimi H, Shadifar F. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod*. 2007 Feb;33(2):96-105.
16. Abdellatif D, Pisano M, Gullà R, Sangiovanni G, Singh S, Giordano F, et al. Dentinal tubule penetration following ultrasonic, sonic, and single-cone technique of a biosealer: an ex vivo study. *J Conserv Dent Endod*. 2024 Mar;27(3):331-6.

Autor de correspondencia:

Nicolás Inostroza Ibarra
nicolasinostrozaio7@gmail.com

Recibido: 15/01/2025

Aceptado: 20/03/2025

Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

Fuentes de ayuda y financiamiento:

Agradecemos el apoyo para la ejecución del trabajo a:

- **Departamento de Rehabilitación Bucomaxilofacial, Facultad De Odontología, Universidad De Talca, Chile.**
- **Universidad de Talca (Talca, Región del Maule, Chile):** Proporcionó los insumos necesarios para la preparación de las muestras y procedimientos experimentales, junto con el acceso a equipos especializados e infraestructura adecuada para la preparación, almacenamiento y análisis de las muestras.
- **Dentsply Sirona (Charlotte, Carolina del Norte, Estados Unidos):** Proporcionó el cemento sellador biocerámico AH Plus BC Sealer.
- **Septodont (Saint-Maur-des-Fossés, Île-de-France, Francia):** Proporcionó el cemento sellador biocerámico BioRoot Flow.

Limas mecanizadas

Kerr™

ENDODONTICS

Dominio, precisión
y flexibilidad en cada canal

ZenFlex™ One

Limas mecanizadas
reciprocantes con un
equilibrio perfecto entre
durabilidad y alta
eficiencia de corte.

ZenFlex™

Limas de conformación
NiTi de fuerza máxima y
mínimamente invasivos que
se adaptan a las anatomías
de canal más complejas.



Traverse™

Deslizamiento cónico,
eficiente, mínimamente
invasivo y resultados óptimos.

Gutaperchas ZenFlex™

Fáciles de usar y con una
excelente coincidencia con una
amplia gama de canales.



ESCANEE ESTE QR
para seguir descubriendo la precisión
y eficiencia de nuestro portafolio

+130 AÑOS
**DE INOVACIÓN
Y EXCELENCIA**

Biomarcadores para un Diagnóstico Pulpar más preciso: Scoping Review

Biomarkers for more accurate Pulp Diagnosis: Scoping Review

Javiera Ignacia Baeza Méndez ⁽¹⁾

Matías de Jesús Castro Retamal ⁽¹⁾

Arlette Vera Bustos ^(2,3)

¹ Facultad de Odontología, Universidad de Talca, Chile.

² Departamento de Rehabilitación Bucomaxilofacial, Facultad de Odontología, Universidad de Talca, Chile.

³ Programa de especialización en Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad de Talca, Chile.

RESUMEN

El diagnóstico preciso de la patología pulpar es trascendental para elegir el tratamiento adecuado en dientes afectados con lesiones de caries, trauma u otra injuria. Los criterios clínicos de la Asociación Americana de Endodoncia son los más utilizados, sin embargo, su correlación con hallazgos histológicos es controvertida. Entre los biomarcadores inflamatorios claves identificados se destacan la IL-8, IL-1 β , MMP9, TNF-alfa e IFN-gamma, todos ellos relacionados con procesos inflamatorios e inmunológicos de la pulpa dental. El propósito de este estudio fue evaluar la factibilidad del uso clínico de pruebas de laboratorio que detecten la expresión de estos biomarcadores inflamatorios, utilizando una metodología basada en una revisión exhaustiva de la literatura científica en bases de datos como PubMed, Scopus y Web of Science, a través de diferentes criterios de inclusión y exclusión. Los resultados indican que, aunque las pruebas de laboratorio como ELISA, PCR en tiempo real y kits de ensayos multiplex han demostrado ser eficaces en contextos de laboratorio, aún no se han adaptado a la práctica clínica por limitaciones como costos elevados, necesidad de equipos especializados y tiempos prolongados de procesamiento. Se destaca a la IL-8 como el biomarcador más eficaz para diferenciar entre pulpitis reversible e irreversible, gracias a su alta sensibilidad y especificidad. La integración de estas pruebas de laboratorio en el entorno clínico sigue siendo un desafío. Por ello, se recomienda impulsar investigaciones orientadas a simplificar y optimizar estas técnicas, facilitando su aplicación en la práctica diaria y contribuyendo así a un diagnóstico más preciso y a tratamientos odontológicos más personalizados.

Palabras clave: Diagnóstico clínico, técnicas de laboratorio, biomarcadores, pulpitis.

ABSTRACT

An accurate diagnosis of pulp pathology is essential for selecting the appropriate treatment for teeth affected by caries, trauma, or other injuries. The clinical criteria of the American Association of Endodontists are the most widely used; however, their correlation with histological findings is controversial. Among the key inflammatory biomarkers identified are IL-8, IL-1 β , MMP9, TNF- α , and IFN- γ , all of which are related to inflammatory and immunological processes in the dental pulp. The purpose of this study was to evaluate the feasibility of clinically using laboratory tests that detect the expression of these inflammatory biomarkers, using a methodology based on a comprehensive review of the scientific literature in databases such as PubMed, Scopus, and Web of Science, through different inclusion and exclusion criteria. The results indicate that, although laboratory tests such as ELISA, real-time PCR, and multiplex assay kits have proven effective in laboratory settings, they have not yet been adapted to clinical practice due to limitations such as high costs, the need for specialized equipment, and long processing times. IL-8 is highlighted as the most effective biomarker for differentiating between reversible and irreversible pulpitis, thanks to its high sensitivity and specificity. The integration of these laboratory tests into the clinical setting remains a challenge. Therefore, it is recommended to promote research aimed at simplifying and optimizing these techniques, facilitating their application in daily practice and thus contributing to more accurate diagnoses and more personalized dental treatments.

Keywords: Clinical diagnosis, laboratory techniques, biomarkers, pulpitis.

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico preciso de la patología pulpar es fundamental para tomar una decisión de tratamiento adecuado en dientes afectados con lesiones de caries, trauma u otra injuria. Actualmente para diagnosticar la patología pulpar son los criterios clínicos de la Asociación Americana de Endodoncia (1, AAE 2009; 2, Glossary of Endodontic Terms 2020) los más usados; estos suelen ser imprecisos y subjetivos, incorporando antecedentes de dolor, criterios clínicos, radiográficos, pruebas de sensibilidad pulpar y periapical. La literatura es controvertida con respecto a la correlación entre los parámetros clínicos y los histológicos para determinar el estado de salud pulpar, siendo estos últimos los utilizados como estándar de referencia. Por lo tanto, los procedimientos actuales no identifican de forma fiable el estado inflamatorio de la pulpa (3). Ricucci (2014) (4) reporta una buena correlación entre los criterios clínicos y los hallazgos histológicos para Pulpa Normal (PN) y Pulpitis Reversible (PR), sin embargo, no ocurre lo mismo para Pulpitis Irreversible (PIR). La correspondencia del diagnóstico clínico e histológico de PIR ocurrió en el 84,4% de los casos (27 de 32). En el 15,6% restante el diagnóstico histológico fue PR (4). Esto muestra que faltan herramientas que reflejen la real condición pulpar.

La literatura moderna informa que los biomarcadores inflamatorios se han convertido en una herramienta importante en el campo de la odontología para mejorar la precisión del diagnóstico de PR y PIR (5). Estas son moléculas biológicas que se expresan en fluidos (fluido dentinario y crevicular gingival) y tejido pulpar indicando un proceso normal o patológico, o la respuesta a una intervención terapéutica (6). Dentro de los biomarcadores inflamatorios estudiados se encuentran moléculas y citocinas, como la interleucina 8 (IL-8), la interleucina 1 beta (IL-1 β), la metaloproteinasa de matriz 9 (MMP9), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF-alfa), el interferón gamma (IFN-gamma) y la sustancia P. Estas son proteínas presentes en la pulpa dentaria que desempeñan un papel crucial en la respuesta inflamatoria e inmune en la patogénesis de la PIR. La MMP9 es una enzima implicada en la degradación de la matriz extracelular y puede estar aumentada en casos de PIR, contribuyendo a la destrucción del tejido pulpar. El IFN-gamma es una citocina proinflamatoria que puede potenciar la respuesta inmune y la producción de otras citocinas, como IL-1 β , IL-8 y TNF-alfa, todas las cuales están implicadas en la mediación de la inflamación y el dolor (7).

Por lo tanto, los biomarcadores inflamatorios pueden proporcionar información valiosa sobre la naturaleza y la gravedad de la inflamación pulpar, lo que ayuda a diferenciar entre PR y PIR, y a guiar a una terapia pulpar adecuada, ya sea conservadora (terapia vital pulpar) o más invasiva, dependiendo del diagnóstico (5). Para identificar los

biomarcadores inflamatorios existen diferentes pruebas de laboratorio, pero no sabemos sobre su aplicabilidad en la clínica. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue determinar la evidencia de la factibilidad del uso clínico de las pruebas de laboratorio más reportadas que identifican la expresión de biomarcadores inflamatorios en PR y PIR.

MARCO TEÓRICO

Se han estudiado diversas técnicas avanzadas para medir la expresión y actividad de moléculas involucradas en la inflamación y la reparación tisular. A continuación se describen las pruebas de laboratorio más reportadas en esta revisión:

Ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA): Es una técnica de laboratorio utilizada para detectar y cuantificar proteínas, anticuerpos y hormonas en muestras biológicas. Funciona mediante la unión de un antígeno específico a un anticuerpo en una placa de microtitulación, originando una reacción enzimática que produce un cambio de color medible, cuya intensidad es proporcional a la cantidad de biomarcador presente en la muestra. Finalmente, se realiza la lectura de resultados, medida por un espectrofotómetro proporcionando una medida cuantitativa del biomarcador (8). Este método es altamente sensible y específico, lo que lo hace ideal para identificar biomarcadores inflamatorios en enfermedades como la pulpitis. Los kits de ensayos multiplex: Permiten la detección simultánea de múltiples biomarcadores en una sola muestra, lo que optimiza el análisis de la respuesta inflamatoria (9). Utilizan tecnologías como el sistema Luminex (Corporación Luminex, Texas, Estados Unidos), que combina microesferas con diferentes reactivos para identificar varios analitos al mismo tiempo.

La PCR en tiempo real (qPCR): Es una técnica que amplifica y cuantifica ADN en tiempo real, permitiendo la detección precisa de patógenos y biomarcadores genéticos (10). Este método es rápido, completándose generalmente en 1.5 a 2 horas, y es altamente sensible y específico. La qPCR es particularmente útil en el diagnóstico de enfermedades infecciosas y en la identificación de biomarcadores genéticos asociados con la inflamación pulpar.

La Western blot: Es una técnica utilizada para detectar proteínas específicas en una muestra. Involucra la separación de proteínas mediante electroforesis en gel, seguida de la transferencia a una membrana y la detección con anticuerpos específicos (28).

Otras pruebas encontradas en esta investigación fueron: PCR convencional, ensayos de fluorescencia e inmunofluorescencia. Pero no resultaron ser relevantes en este estudio

METODOLOGÍA

Protocolo y registro: Diseño de estudio: Scoping Review, se registró en OSF HOME, desarrollado según protocolo de extensión PRISMA.

Tabla 1. Pregunta de investigación PCC

Criterio	Definición
Población	Estudios que incluyan pruebas moleculares de obtención de biomarcadores en pulpitis
Concepto	Estudios en los cuales se mencione la factibilidad de aplicación clínica de las pruebas moleculares
Contexto	Criterios diagnósticos subjetivos de pulpitis reversible e irreversible

Objetivo general: Determinar la evidencia de la factibilidad del uso clínico de pruebas de laboratorio que identifican la expresión de biomarcadores inflamatorios en pulpitis reversible e irreversible.

La estrategia de búsqueda se realizó en 3 bases de datos, PubMed, Scopus y Web of Science. Esta búsqueda se realizó desde el año 2009 hasta junio del 2024, utilizando 3 términos MESH.

Tabla 2. Términos MESH

Términos MeSh	
Biomarcadores	Biomarkers
Pruebas moleculares	Molecular Diagnostic Techniques
	Diagnostic Technique, Molecular
	Diagnostic Techniques, Molecular
	Molecular Diagnostic Technique
	Technique, Molecular Diagnostic
	Techniques, Molecular Diagnostic
	Molecular Testing
	Testing, Molecular
	Molecular Diagnostic Technics
	Diagnostic Technic, Molecular
	Diagnostic Technics, Molecular
	Molecular Diagnostic Technic
	Technic, Molecular Diagnostic
	Technics, Molecular Diagnostic
	Molecular Diagnostic Testing
	Diagnostic Testing, Molecular
Testing, Molecular Diagnostic	
Molecular assessment methods	
Diagnostic tests	
Pulpitis	Pulpitis

La estrategia de búsqueda en Medline vía Pubmed fue mediante la siguiente fórmula:

- (Diagnostic Techniques, Molecular) OR (Diagnostic Technique, Molecular) OR (Molecular Diagnostic Technique) OR (Technique, Molecular Diagnostic) OR (Techniques, Molecular Diagnostic) OR (Molecular Testing) OR (Testing, Molecular) OR (Molecular Diagnostic Technics) OR (Diagnostic Technic, Molecular) OR (Diagnostic Technics, Molecular) OR (Molecular Diagnostic Technic) OR (Technic, Molecular Diagnostic) OR (Technics, Molecular Diagnostic) OR (Molecular Diagnostic Testing) OR (Diagnostic Testing, Molecular) OR (Testing, Molecular Diagnostic) OR (diagnostic tests) OR (Molecular assessment methods) OR (Molecular) AND (biomarkers) AND (Pulpitis).

Criterio de elegibilidad: Para la selección de estudio se consideró lo siguiente: estudios relacionados con temas sobre biomarcadores inflamatorios presentes en PN, PR y PIR, que describen las pruebas de laboratorio usadas para medir la presencia de biomoléculas para predecir el diagnóstico pulpar y donde se tomaron muestras de sangre pulpar, tejido pulpar, fluido dentinario (DF) o fluido crevicular gingival (GCF) para medir biomoléculas obtenidas de dientes humanos o de animales. Como criterio de exclusión se descartó todo artículo relacionado a biomarcadores de otro tipo de patologías que no son pulpares.

RESULTADOS:

De un total de 94 artículos, se eliminaron 28 por ser artículos duplicados, quedando 66 artículos a evaluar. Después de la selección de títulos y resúmenes, se excluyeron 50 artículos que no cumplían con los criterios de inclusión establecidos, quedando 16 artículos para la evaluación a texto completo y así determinar su relevancia en relación al objetivo de nuestro trabajo. Del total de estos artículos 4 fueron excluidos, ya que no se relacionaban con los objetivos de esta investigación. Un total de 12 artículos cumplieron con los criterios de inclusión seleccionándolos para la extracción de datos. En el marco de la investigación, dos revisores independientes llevaron a cabo la extracción de información sobre el diseño del estudio. Este enfoque se utilizó para garantizar la objetividad y la precisión en la recopilación de datos. Cada revisor trabajó de manera autónoma para identificar y registrar detalles clave del diseño, como el tipo de estudio, la población participante, los métodos de recolección de datos y las variables analizadas. Posteriormente, se compararon los resultados obtenidos por ambos revisores para identificar y resolver cualquier discrepancia, asegurando así la fiabilidad y la validez de los datos extraídos. No teniendo conflictos de intereses.

Tabla 3. Evidencia de los artículos incluidos en esta revisión.

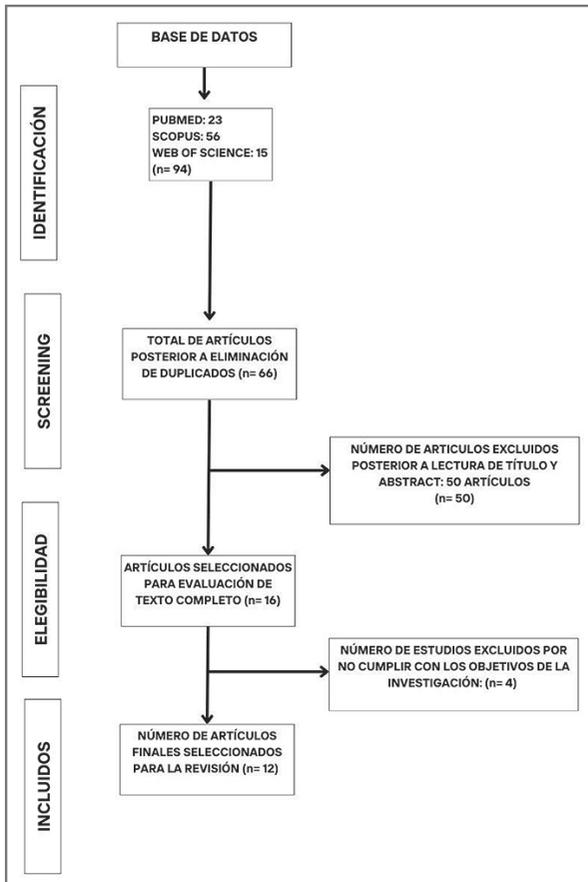


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de búsqueda.

Autor y año	Tipo de artículo	Título	Revista	Cuartil	Recuento de citas
Silva AC, et al 2009 (11)	Estudio experimental	Interleukin-1 beta and interleukin-8 in healthy and inflamed dental pulps	Journal of applied oral science	Q1	19936537
Jean-Christophe Farges, et al 2010 (12)	Estudio experimental in vitro.	Producción de citocinas por células similares a odontoblastos humanos tras la participación del receptor 2 tipo Toll	Immunobiology	Q2	20850890
Matías Zehnder, et al 2011 (13)	Estudio experimental	A first study on the usefulness of matrix metalloproteinase 9 from dentinal fluid to indicate pulp inflammation.	Journal of endodontics	Q1	21329812
M Elsalhy, et al 2013 (14)	Estudio experimental	Cytokines as diagnostic markers of pulpal inflammation	International Endodontic Journal	Q1	106
Vivian Hirsch, et al 2017 (15)	Revisión sistemática	Inflammatory cytokines in normal and irreversibly inflamed pulps: A systematic review	Archives of oral biology	Q2	56
D. Wang, et al 2020 (16)	Estudio experimental	MicroRNA-223 negatively regulates LPS-induced inflammatory responses by targeting NLRP3 in human dental pulp fibroblasts	International Endodontic Journal	Q1	32966618
C Brizuela, et al 2020 (5)	Estudio experimental	Inflammatory biomarkers in dentinal fluid as an approach to molecular diagnostics in pulpitis.	International Endodontic Journal	Q1	4
Wenkai Jiang, et al 2022 (17)	Estudio experimental	MicroRNA-22 suppresses NLRP3/CASP1 inflammasome pathway-mediated proinflammatory cytokine production by targeting the HIF-1α and NLRP3 in human dental pulp fibroblasts.	International Endodontic Journal	Q1	35979583
Sanchi Agrawal, et al 2023 (18)	Estudio experimental	Evaluating the Concentration of MMP-9 and TNF-α in Pulpal Blood at Various Stages of Pulpal Inflammation in Diabetics: A Cross Sectional Study	European endodontic journal	Q1	0
R Arruda Vasconcelos, et al 2023 (19)	Estudio experimental	Quantitative analysis of culturable bacteria, levels of endotoxins, inflammatory mediators and substance P in teeth with symptomatic irreversible pulpitis and in teeth with vital normal pulp tissues	International Endodontic Journal	Q1	2
Riham N. Karrar, et al 2023 (20)	Revisión sistemática con metaanálisis	Molecular biomarkers for objective assessment of symptomatic pulpitis: A systematic review and meta-analysis	International Endodontic Journal	Q1	2
Ruchika Roongta Nawal, et al 2024 (21)	Estudio de precisión diagnóstica/ experimental	Discriminatory performance of the pulpal inflammatory biomarkers; Interleukin-8 and TNF-α in patients with symptoms indicative of reversible and irreversible pulpitis: A diagnostic accuracy study	International Endodontic Journal	Q1	1

Tabla 4. Estudios de la expresión proteica de mediadores inflamatorios en pulpitis reversible y en pulpitis irreversible.

Autor / año	Diseño del Estudio	Número de Dientes Pulpa normal: 111 Pulpitis reversible (PR) n:161 Pulpitis irreversible (PIR) n: 196	Biomarcadores	Diagnóstico: Pulpitis Reversible	Diagnóstico: Pulpitis Irreversible
Silva AC, <i>et al</i> 2009 (11)	Estudio experimental	Pulpa normal n: 10 PIR: 10	IL-1beta IL-8		Ambos presentan valores significativamente más altos
Jean-Christophe Farges, <i>et al</i> 2010 (12)	Estudio experimental	Pulpa normal n: 5 PIR n:5	IL-6 y CXCL8, IL-10, GM-CSF, IFN- γ , IL-1 β , IL-2, IL-4, IL-5, IL-7, IL-12, IL-13 y TNF- α .		Los odontoblastos producen las citocinas proinflamatorias interleucina (IL) -6 y CXCL8, así como la citocina inmunosupresora IL-10. No se detectaron otras citoquinas como GM-CSF, IFN- γ , IL-1 β , IL-2, IL-4, IL-5, IL-7, IL-12(p70), IL-13 y TNF- α , o se encontraron en concentraciones extremadamente bajas y no reproducibles
Matías Zehnder, <i>et al</i> 2011 (13)	Estudio experimental	Pulpa normal n: 12 Dientes PIR: 19	MMP-9		El nivel de MMP-9 fue significativamente mayor en el grupo de pulpitis irreversible sintomática
M Elsalhy, <i>et al</i> 2013 (14)	Estudio experimental	Pulpa normal n: 25 PR n:40 PIR n:43	IL-2 IL-6 IL-8 IL-10 TNF- α IFN- γ	Los niveles de IL-2 e IL-10 fueron significativamente más altos en pulpas expuestas a caries, que en pulpitis irreversible.	Niveles significativamente más altos de IL-8 TNF- α , IL-6 e IFN- γ en pulpas expuestas a caries y pulpitis irreversible
Vivian Hirsch, <i>et al</i> 2017 (15)	Revisión sistemática		TNF- α IL-1 β IL-2 IL-6 IL-8		Aumentos significativos en los niveles de IL-1 β , IL-8, TNF- α , IL-2 e IL-6 en muestras de pulpitis irreversible.
D. Wang, <i>et al</i> 2020 (16)	Estudio experimental	Pulpa normal n: 10 PR n:10 PIR n:10	caspa-1 IL-1 β IL-18		Los niveles de IL-1 β , caspa-1 y IL-18 se encuentran significativamente aumentados en casos de pulpitis irreversible.
C Brizuela, <i>et al</i> 2020 (5)	Estudio experimental	Pulpa normal n: 21 PR n:23 PIR n:20	MMP-9 ácido FGF IL-1 α IL-6 TIMP-1 PDF-bb IL12p40 CXCL-10 MMP-3		En conjunto, estos biomarcadores proporcionan información crítica sobre la severidad de la inflamación y el estado del tejido pulpar en casos de pulpitis irreversible, lo que puede ser útil para guiar decisiones clínicas y terapéuticas.
Wenkai Jiang, <i>et al</i> 2022 (17)	Estudio experimental	Pulpa normal n: 8 PR n:8 PIR n:8	miR-22, HIF-1 α , NLRP3, caspa-1, y citocinas inflamatorias IL-1 β e IL-18.		El miR-22 se encontraba disminuido, mientras que HIF-1 α y NLRP3 estaban significativamente aumentados, lo que promovía la activación del inflammasoma NLRP3/CASP1 y la producción de IL-1 β e IL-18.
Sanchi Agrawal, <i>et al</i> 2023 (18)	Estudio experimental	PR n: 38 PIR n: 39	MMP-9 TNF- α		Los niveles de MMP-9 y TNF- α fueron significativamente más altos en pulpitis irreversibles que en las reversibles y también en los diabéticos tipo 2 que en los no diabéticos.
R Arruda Vasconcelos, <i>et al</i> 2023 (19)	Estudio experimental	Pulpa normal n: 12 PIR n:20	TNF- α , IL-1 β sustancia P	IL-1 β los niveles sugieren una menor implicación de este mediador inflamatorio en las primeras etapas de la infección.	Los dientes con pulpitis irreversible sintomática presentan mayores niveles de bacterias cultivables, endotoxinas, TNF- α y sustancia P.
Riham N. Karrar, <i>et al</i> 2023 (20)	Revisión sistemática con metaanálisis		IL-8 IL-6 MMP-9		IL-6 e IL-8 están fuertemente asociados con la IRP sintomática. Además, la expresión de MMP-9 activa es mayor en los dientes con PIR.
Ruchika Roongta Nawal, <i>et al</i> 2024 (21)	Estudio experimental	Pulpa normal n: 8 PR n:42 PIR n:22	IL-8 TNF- α		Niveles significativamente más altos de IL-8 y TNF- α .

Mediadores inflamatorios más expresados en PR:

- IL-2: Elevados niveles relacionados con la respuesta inflamatoria en etapas iniciales
- IL-10: Incremento significativo vinculado a propiedades antiinflamatorias.

- TNF- α : Indica inflamación aguda avanzada
- IL-6: Asociada con respuestas inflamatorias progresivas
- Sustancia P: Marcador de inflamación y dolor
- IFN- γ : Representa actividad inmunitaria exacerbada

Mediadores inflamatorios más expresados en PIR:

- IL-1 β , IL-8, MMP-9: Relacionados con procesos inflamatorios severos

Distribución de dientes según diagnóstico:

- PN: 111 dientes
- PR: 161 dientes
- PIR: 196 dientes

Tabla 5. Pruebas moleculares y tipo de sustratos para el análisis de biomarcadores inflamatorios en pulpas dentales y los resultados de cada estudio.

Autor y Año	Prueba Molecular	Sustrato Proveedor	Resultados
Silva AC, <i>et al</i> 2009 (11)	ELISA	Tejido pulpar	Las pulpas inflamadas mostraron una fuerte tinción para las citocinas IL-1 β e IL-8, mientras que las pulpas sanas no presentaron inmunomarcación. ELISA confirma mayores niveles de estas citocinas en los tejidos inflamados. Además, los fibroblastos pulpares estimulados con LPS producen más citocinas.
Jean-Christophe Farges, <i>et al</i> 2010 (12)	kit de ensayos Milliplex PCR en tiempo real PCR convencional	Tejido pulpar	El estudio mostró que las células odontoblásticas estimuladas con LTA o Pam2CSK4 producen IL-6, CXCL8 e IL-10, con concentraciones de IL-6 y CXCL8 cuatro veces mayores que las de IL-10. La activación de TLR2 aumentó la expresión génica de estas citocinas, indicando que los odontoblastos pueden iniciar respuestas inmunes específicas frente a bacterias Gram-positivas, regulando la inflamación pulpar durante la caries.
Matías Zehnder, <i>et al</i> 2011 (13)	Ensayo de fluorescencia	fluido dentinario	Las muestras de fluido dentinario de dientes sintomáticos presentaron niveles significativamente más altos de MMP-9 en comparación con dientes sanos. Sin embargo, sólo 7 de 16 muestras de pulpitis tenían niveles detectables de MMP-9, mientras que las muestras sanas no contenían MMP-9.
M Elsalhy, <i>et al</i> 2013 (14)	ELISA	sangre pulpar	Las pulpas con caries y pulpitis irreversible mostraron niveles significativamente elevados de IL-6, IL-8, IL-10, TNF- α e IFN- γ frente a dientes normales. IL-2 e IL-10 fueron más altos en pulpas expuestas a caries, mientras que IL-8 fue mayor en pulpitis irreversible. Además, las proporciones IL-6/IL-10 e IL-8/IL-10 fueron significativamente superiores en pulpitis irreversible comparadas con dientes expuestos a caries y normales.
Vivian Hirsch, <i>et al</i> 2017 (15)	ELISA kit de ensayos Milliplex	sangre pulpar	La revisión identificó aumentos significativos de IL-1 β , IL-2, IL-6, IL-8 y TNF- α en pulpitis irreversible, destacando su potencial como marcadores. Sin embargo, IL-2 mostró inconsistencias en la literatura, mientras que IL-6 y TNF- α destacan como biomarcadores prometedores para el diagnóstico diferencial entre pulpitis reversible e irreversible.
D. Wang, <i>et al</i> 2020 (16)	ELISA qRT-PCR Western blot	tejido pulpar	Los resultados de la investigación indican que la inhibición de miR-223 estimula la activación de la vía del inflammasoma NLRP3/CASP1 en fibroblastos de pulpa dental humana (HDPPFs) inducida por ATP y LPS. Este efecto se atenuó al regular a la baja NLRP3 en los HDPPFs. Se analizaron la expresión de ARNm de NLRP3, IL-1 β e IL-18 mediante qRT-PCR, y la expresión de proteínas de NLRP3, caspasa-1 y β -actina mediante western blotting. Además, se evaluó la liberación de IL-1 β e IL-18 mediante ELISA. Se realizó un análisis estadístico, encontrando diferencias significativas en comparación con los grupos de control y otros grupos experimentales
C Brizuela, <i>et al</i> 2020 (5)	Kit de ensayo multiplex	fluido dentinario	En el estudio, se encontraron niveles significativamente elevados de IL-1 α , VEGF- α y FGF-ácido en pulpitis irreversible en comparación con pulpitis reversible. La combinación de FGF-ácido, IL-1 α , IL-6 y TIMP-1 fue eficaz para el diagnóstico diferencial entre estas condiciones. Los biomarcadores detectados por la plataforma Luminox MAGPIX incluyeron IL-1 β , TNF- α , IL-4, IL-1 α , VEGF- α , FGF-ácido, IL-8, TIMP-1, MMP-9 e IL-6, aunque algunos resultados quedaron por debajo del límite de detección para ciertos analitos como IL-8, IL-6, TIMP-1, FGF-ácido y MMP-9.
Wenkai Jiang, <i>et al</i> 2022 (17)	Fluorescencia (FISH) e Inmunofluorescencia (IF) qRT-PCR Western blot ELISA	tejido pulpar	Durante la progresión de la pulpitis reversible a irreversible, el miR-22 se encontraba disminuido, mientras que HIF-1 α y NLRP3 estaban significativamente aumentados, lo que promovía la activación del inflammasoma NLRP3/CASP1 y la producción de las citocinas proinflamatorias. IL-1 β e IL-18. El miR-22, actuando como regulador negativo, inhibió la inflamación al dirigirse directamente a HIF-1 α y NLRP3, sugiriendo que su sobreexpresión podría representar una estrategia terapéutica para controlar la inflamación.
Sanchi Agrawal, <i>et al</i> 2023 (18)	ELISA	sangre pulpar	Los niveles de MMP-9 y TNF- α fueron significativamente más altos en las pulpitis irreversibles que en las reversibles y también en los diabéticos tipo 2 que en los no diabéticos. El nivel más alto de MMP-9 y TNF- α se encontró en el Grupo 2A (pulpitis irreversible diabética sintomática) y el más bajo en el Grupo 1B (pulpitis reversible no diabética). Existe una correlación positiva significativa muy alta entre MMP-9 y TNF- α .
R Arruda Vasconcelos, <i>et al</i> 2023 (19)	ELISA	fluido dentinario tejido pulpar	Los niveles de endotoxinas (LPS) fueron aproximadamente cuatro veces más altos en los dientes con PIR que en los dientes con tejidos PN (pulpa normal). Se detectaron niveles más altos de TNF- α y sustancia P en los dientes con PIR. Por otro lado, no se detectaron diferencias en los niveles de IL-1 β entre los dos grupos.
Riham N. Karrar, <i>et al</i> 2023 (20)	ELISA	sangre pulpar, tejido pulpar, fluido dentinario (LD) o fluido crevicular gingival	IL-8 e IL-6 mostraron alta precisión diagnóstica con sensibilidad, especificidad y DOR elevados para diferenciar entre pulpas sanas y aquellas con dolor espontáneo, aunque con evidencia de certeza baja. Además, se sugiere que niveles elevados de metaloproteína de matriz 9 se correlacionan con resultados desfavorables en la pulpotomía completa.
Ruchika Roongta Nawal, <i>et al</i> 2024 (21)	ELISA	sangre pulpar	El estudio mostró que los biomarcadores inflamatorios Interleucina-8 (IL-8) y TNF- α tuvieron un excelente rendimiento para distinguir entre pulpitis reversible e irreversible. Se evaluaron 72 pacientes y se establecieron valores de corte para maximizar la sensibilidad y especificidad en la diferenciación entre estas dos condiciones pulpares.

En los 12 estudios, se mencionan 7 pruebas de laboratorio, de los cuales, 9 estudios usaron ELISA, 3 estudios usaron kit de ensayos multiplex, 3 estudios PCR en tiempo real, 2 estudios Western blot, 1 estudio PCR convencional, 1 estudio ensayos de fluorescencia y 1 estudio fluorescencia e inmunofluorescencia.

Las pruebas de laboratorio más usadas son ELISA, Kit de ensayos multiplex y PCR en tiempo real.

De los 12 estudios, se puede identificar que los sustratos proveedores son 4, donde 6 estudios ocupan tejido pulpar, 4 estudios ocupan sangre pulpar, 3 estudios fluido dentinario y 1 estudio fluido crevicular gingival.

Los sustratos más empleados son: sangre pulpar, tejido pulpar y el fluido dentinario.

DISCUSIÓN:

Un diagnóstico pulpar preciso se basa en los cambios neurovasculares de la pulpa, esto es un prerrequisito para un tratamiento en pulpa vital o no vital exitoso. El problema no es el diagnóstico de PN o necrosis, sino saber cuándo deja de ser PR y es PIR (1, AAE 2009; 2, Glossary of Endodontic Terms 2020). Este aspecto es fundamental para el clínico, ya que evita los sobretratamientos. No son desconocidas las discrepancia entre el diagnóstico clínico e histológico del estado de salud pulpar, esta puede deberse a la limitada capacidad para evaluar la extensión y severidad de la inflamación pulpar mediante pruebas clínicas (21). La evaluación precisa de la pulpitis requiere una combinación de diagnóstico clínico e histológico. Sin embargo, la evaluación histológica en la clínica está limitada.

La literatura actual muestra la participación de diversas moléculas biológicas representadas en los distintos estadios pulpares. Los biomarcadores inflamatorios podrían ser utilizados para un diagnóstico pulpar más preciso. Estos biomarcadores inflamatorios se encuentran en diferentes tipos de sustratos. Esta investigación identificó 4 tipos, destacando principalmente la sangre pulpar, el tejido pulpar y el fluido dentinario. Según Rechenberg (2016) (6), en el análisis comparativo de estos tres sustratos para evaluar el estado inflamatorio de la pulpa dental, el tejido pulpar ofrece los resultados más precisos, este permite observar directamente cambios histológicos específicos, como necrosis parcial o infiltración celular, que son determinantes para diferenciar entre PR y PIR. Sin embargo, la obtención de tejido pulpar es muy invasiva, ya que requiere la extirpación o exposición directa de la pulpa, comprometiendo la integridad del diente y la vitalidad del tejido. Por lo tanto, el fluido dentinario se presenta como la opción más adecuada, pues su obtención es menos invasiva, además este contiene concentraciones significativas de citoquinas proinflamatorias, como IL-1 β , MMP-9, IL-6, IL-8 y

TNF- α (5,13), convirtiéndolo en un sustrato ideal para la detección de biomarcadores inflamatorios. Su análisis permite una evaluación en tiempo real del estado inflamatorio pulpar, lo que puede ser crucial para el diagnóstico y tratamiento oportuno de pulpitis (20). El sustrato se analiza a través de pruebas de laboratorio. En este estudio se identificaron: ELISA, kit de ensayos multiplex, PCR en tiempo real, Western blot, PCR convencional, ensayos de fluorescencia e inmunofluorescencia, siendo las más usadas: ELISA, kit de ensayos multiplex, PCR en tiempo real.

Las pruebas de laboratorio son esenciales en la odontología moderna para evaluar biomarcadores inflamatorios que permitan diferenciar entre PR y PIR, lo que permite un tratamiento más adecuado y personalizado. Entre las técnicas más utilizadas, ELISA se destaca por su alta sensibilidad y especificidad (21). Esta técnica se emplea para detectar proteínas inflamatorias como la IL-8, la IL-1 β y el TNF- α . Sin embargo, ELISA presenta algunas limitaciones en el entorno clínico, como el tiempo requerido para obtener resultados (2 a 4 horas) y la necesidad de equipos y personal especializado. Por otro lado, los kits de ensayos multiplex permiten la detección simultánea de múltiples biomarcadores en una sola muestra, ofreciendo una visión más integral del estado inflamatorio del paciente (22). A pesar de su capacidad para proporcionar un diagnóstico más preciso, su uso es menos común debido a su alto costo y los requerimientos técnicos, que incluyen la necesidad de personal altamente capacitado y equipos especializados.

La qPCR ha ganado popularidad en el diagnóstico clínico de la pulpitis debido a sus ventajas. Esta técnica permite obtener resultados en aproximadamente 1,5 a 2 horas, con alta sensibilidad y especificidad para detectar la expresión génica de biomarcadores inflamatorios (23) como IL-1 β y TNF- α . Además, la qPCR es menos compleja y más económica en comparación con los ensayos multiplex. A pesar de las ventajas mencionadas, la qPCR se encuentra en desmedro en cuanto a la prueba de ELISA, ya que es más costosa debido a los equipos especializados y los reactivos necesarios para su uso. También requiere personal capacitado y un entorno de laboratorio más controlado.

En esta revisión se encontró que un 75% (9) de los estudios usó prueba de ELISA, 25% (3) usaron PCR en tiempo real (qPCR) y 25% (3) usaron Kit de ensayos multiplex, para detectar biomarcadores inflamatorios como: la interleuquina 8 (IL-8), la cual se detectó mediante la prueba de ELISA en un 41.6% (5) de los estudios. La muestra se extrajo de tejido pulpar, sangre pulpar y fluido dentinario. La IL-8 es una citocina que está activa durante la fase aguda de la inflamación y tiene una función proinflamatoria que se basa en la inducción y diferenciación de células T. En nuestra investigación se concluyó que las concentraciones de IL-8 fueron significativamente

te más altas en pacientes con PIR en comparación con aquellos con PR y PN (11). Indicando una precisión diagnóstica sobresaliente, en donde presenta una sensibilidad de 95,5% y una especificidad de 99,76% (21). Estos hallazgos concuerdan con Zanini (2017) (24) y con Dincer (2020) (25), en donde se corroboran niveles elevados de esta citocina en PIR. La interleuquina 1 beta (IL-1 β) también se encontró en niveles elevados en PIR. La cual fue detectada, mediante ELISA en 5 oportunidades, por PCR en tiempo real en 3, y por los Kit de ensayos multiplex en 2, todo esto en el 50% (6) de los artículos incluidos. La IL-1 β se produce en respuesta a patógenos o daño celular y activa células inmunes como macrófagos y linfocitos. Los hallazgos encontrados en diversos estudios han podido mostrar que los niveles de IL-1 β eran significativamente más altos en los pacientes con PIR, así lo menciona un estudio de Jiang (2022) (17). Este aumento en la expresión de IL-1 β podría indicar un daño tisular más extenso y un proceso inflamatorio prolongado, característicos de la PIR. En contraste un estudio de Farges (2011) (12) no detectó esta citocina o se encontraron en concentraciones extremadamente bajas y no reproducibles en pulpas inflamadas.

En este estudio también se destaca la expresión del TNF- α el cual se menciona en un 42% de los artículos incluidos (5) de los cuales 4 artículos usaron la prueba de laboratorio ELISA, y un artículo ocupó los Kit de ensayos multiplex. La muestra de biomarcadores inflamatorios se obtuvo mediante fluido dentinario, tejido pulpar y sangre pulpar. TNF- α es una citocina proinflamatoria que regula la inflamación, apoptosis y metabolismo, facilita el reclutamiento de células inflamatorias, inmunoglobulinas y complemento, lo que provoca la activación de linfocitos T y B (14). El TNF- α mostró concentraciones elevadas en el grupo de PIR (18). La sensibilidad de TNF- α para diferenciar entre PR e PIR fue del 59,1% y su especificidad del 92,1%. Investigaciones de Abd-Elmeguid (2013) (26) también informaron que los niveles de TNF- α fueron notablemente más altos en muestras clasificadas con PIR, corroborado en esta investigación. Con niveles elevados en PIR, se destaca también la matriz de metaloproteína 9 (MMP-9), que se encuentra presente en el 33,3 % (4) de los estudios incluidos en esta investigación, de los cuales 2 estudios ocuparon la prueba de ELISA y los otros dos ocuparon las pruebas kit de ensayos multiplex y ensayos de fluorescencia. Esta fue detectada principalmente en dos sustratos, la sangre pulpar y el fluido dentinario. La MMP-9 es una enzima que desempeña funciones biológicas claves como degradación de la matriz extracelular, regulación del crecimiento celular, reparación tisular y respuesta inmune. Se observó que los niveles de MMP-9 eran significativamente más altos en pacientes diagnosticados PIR en comparación con aquellos con PR y PN. Un estudio de Mente (2016) (27), sugiere la utilización de la MMP-9 como un parámetro indirecto del pronóstico de una exposición pulpar, sin embargo, por los resultados obtenidos no se recomienda su utilización como un indicador único del diagnóstico pul-

par. A pesar de aquello, se encontró una correlación positiva entre MMP-9 y TNF- α . Al igual que con la MMP-9, la interleucina-6 (IL-6) se encontró con niveles elevados en PIR, esta se detectó mediante ELISA en 3 oportunidades y mediante kit de ensayos multiplex en 2 oportunidades, todo esto en el 33,3% (4) de los artículos incluidos en esta investigación. Las muestras se extrajeron de sangre pulpar, tejido pulpar, fluido dentinario y fluido crevicular gingival. En un estudio realizado por Hirsch (2017) (15), se investigó la expresión de IL-6 en fluidos dentinarios de pacientes con pulpitis PIR, encontrando que los niveles de esta citoquina eran significativamente más altos en comparación con aquellos de PN. Complementando estos resultados, el estudio de Karrar (2023) (20) analizó la expresión de IL-6 en tejido pulpar de pacientes diagnosticados con PR e PIR. Los resultados indicaron que los niveles de IL-6 eran significativamente más altos en pacientes con PIR en comparación con aquellos con PR. En menor proporción, pero también con niveles elevados en PIR, están los biomarcadores inflamatorios interferón gamma (IFN- γ) y la Sustancia P, los cuales se encontraron en 1 (8,3%) estudio por cada biomarcador. Y en ambos estudios se usó ELISA.

Por lo tanto, hay diferentes pruebas de laboratorio con las que podemos identificar biomarcadores inflamatorios en mayor expresión en PIR, sin embargo aún nos encontramos con la carencia de una prueba de laboratorio que sea aplicable y factible en el ambiente de la práctica clínica. Esto subraya la necesidad de investigaciones que optimicen estas técnicas, enfocándose en reducir costos, simplificar procesos y adaptar los equipos a un entorno clínico accesible. Este estudio representa una oportunidad para el desarrollo de métodos más prácticos y rápidos, que puedan integrarse en el diagnóstico y práctica odontológica cotidiana, mejorando así la precisión y permitiendo tratamientos más personalizados. La implementación de estos avances podría transformar el diagnóstico pulpar, pasando de métodos clínicos subjetivos a diagnósticos objetivos, basados en biomarcadores inflamatorios, lo que se traduciría en una mayor confiabilidad para los profesionales a la hora de planificar y ejecutar tratamientos.

El foco de este estudio fue evaluar la factibilidad del uso clínico de las pruebas de laboratorio más reportadas para identificar biomarcadores inflamatorios en PR y PIR. Limitando la posibilidad de incorporar otras técnicas que han surgido con el avance de la biotecnología, siendo estas menos utilizadas y actualmente con menos probabilidades de aplicación en la clínica.

Otra limitación encontrada en este estudio tiene relación con la estrategia de búsqueda resultando una búsqueda muy general, debido a que solo se utilizó el término "Molecular Diagnostic Technique" combinándolo con términos Mesh.

CONCLUSIÓN:

En este scoping review se describen diferentes pruebas de laboratorio, sin embargo aún no se describe una prueba aplicable en clínica. La prueba de laboratorio ELISA se destaca como la opción más accesible y económica para el entorno clínico dental.

El fluido dentinario es el sustrato mostrado como la opción más adecuada para la detección de los biomarcadores inflamatorios. El biomarcador IL-8 emerge como el más efectivo para diferenciar entre PR y PIR. Se sugiere la realización de futuras investigaciones utilizando nuevas técnicas que han surgido con el avance de la biotecnología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Glickman GN. AAE Consensus Conference on Diagnostic Terminology: background and perspectives. *J Endod.* 2009 Dec;35(12):1619-20. doi: 10.1016/j.joen.2009.09.029.
- American Association of Endodontists. (2020). Glossary of Endodontic Terms. AAE: <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms/>
- Mejàre IA, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T, Norlund A, Petersson A, Portenier I, Sandberg H, Tranaeus S, Bergenholtz G. Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review. *Int Endod J.* 2012 Jul;45(7):597-613. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02016.x.
- Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *J Endod.* 2014 Dec;40(12):1932-9. doi: 10.1016/j.joen.2014.08.010.
- Brizuela C, Meza G, Mercadé M, Inostroza C, Chaparro A, Bravo I, Briceño C, Hernández M, Giner L, Ramírez V. Inflammatory biomarkers in dentinal fluid as an approach to molecular diagnostics in pulpitis. *Int Endod J.* 2020 Sep;53(9):1181-1191. doi: 10.1111/iej.13343.
- Rechenberg DK, Galicia JC, Peters OA. Biological Markers for Pulpal Inflammation: A Systematic Review. *PLoS One.* 2016 Nov 29;11(11):e0167289. doi: 10.1371/journal.pone.0167289.
- Smith AJ, Duncan HF, Diogenes A, Simon S, Cooper PR. Exploiting the Bioactive Properties of the Dentin-Pulp Complex in Regenerative Endodontics. *J Endod.* 2016 Jan;42(1):47-56. doi: 10.1016/j.joen.2015.10.019.
- Wild DG, editor. Manual de inmunoensayo: teoría y aplicaciones de la unión de ligandos, ELISA y técnicas relacionadas. 4a ed. Elsevier Science; 2013.
- Hirsch V, Wolgin M, Mitronin AV, Kielbassa AM. Inflammatory cytokines in normal and irreversibly inflamed pulps: A systematic review. *Arch Oral Biol.* 2017 Oct;82:38-46. doi: 10.1016/j.archoralbio.2017.05.008.
- Zhou M, Li C. Clinical Value and Potential Target of miR-27a-3p in Pulpitis. *Neuroimmunomodulation.* 2021;28(3):158-165. doi: 10.1159/000516136.
- Silva AC, Faria MR, Fontes A, Campos MS, Cavalcanti BN. Interleukin-1 beta and interleukin-8 in healthy and inflamed dental pulps. *J Appl Oral Sci.* 2009 Sep-Oct;17(5):527-32. doi: 10.1590/s1678-77572009000500031.
- Farges JC, Carrouel F, Keller JF, Baudouin C, Msika P, Bleicher F, Staquet MJ. Cytokine production by human odontoblast-like cells upon Toll-like receptor-2 engagement. *Immunobiology.* 2011 Apr;216(4):513-7. doi: 10.1016/j.imbio.2010.08.006.
- Zehnder M, Wegehaupt FJ, Attin T. A first study on the usefulness of matrix metalloproteinase 9 from dentinal fluid to indicate pulp inflammation. *J Endod.* 2011 Jan;37(1):17-20. doi: 10.1016/j.joen.2010.10.003.
- Elsalhy M, Azizieh F, Raghupathy R. Cytokines as diagnostic markers of pulpal inflammation. *Int Endod J.* 2013 Jun;46(6):573-80. doi: 10.1111/iej.12030.
- Hirsch V, Wolgin M, Mitronin AV, Kielbassa AM. Inflammatory cytokines in normal and irreversibly inflamed pulps: A systematic review. *Arch Oral Biol.* 2017 Oct;82:38-46. doi: 10.1016/j.archoralbio.2017.05.008.
- Wang D, Sun S, Xue Y, Qiu J, Ye T, Zhang R, Song B, He W, Zhang Y, Jiang W. MicroRNA-223 negatively regulates LPS-induced inflammatory responses by targeting NLRP3 in human dental pulp fibroblasts. *Int Endod J.* 2021 Feb;54(2):241-254. doi: 10.1111/iej.13413.
- Jiang W, Sun S, Wang D, Qiu J, Song Y, Zhang Q, He W, Song B, Zhang Y, Wang S. MicroRNA-22 suppresses NLRP3/CASP1 inflammasome pathway-mediated proinflammatory cytokine production by targeting the HIF-1 α and NLRP3 in human dental pulp fibroblasts. *Int Endod J.* 2022 Nov;55(11):1225-1240. doi: 10.1111/iej.13814.
- Agrawal S, Taneja S, Shetty D, Gopikrishna V, Bhalla VK. Evaluating the Concentration of MMP-9 and TNF- α in Pulpal Blood at Various Stages of Pulpal Inflammation in Diabetics: A Cross Sectional Study. *Eur Endod J.* 2023 Aug;8(4):286-292. doi: 10.14744/eej.2023.41736.
- Arruda-Vasconcelos R, Chiarelli-Neto VM, Louzada LM, Aveiro E, Alves-Silva EG, de-Jesus-Soares A, Ferraz CCR, Almeida JFA, Marciano MA, Pecorari VGA, Gomes BPFA. Quantitative analysis of culturable bacteria, levels of endotoxins, inflammatory mediators and substance P in teeth with symptomatic irreversible pulpitis and in teeth with vital normal pulp tissues. *Int Endod J.* 2023 Jul;56(7):827-836. doi: 10.1111/iej.13922.
- Karrar RN, Cushley S, Duncan HF, Lundy FT, Abushouk SA, Clarke M, El-Karim IA. Molecular biomarkers for objective assessment of symptomatic pulpitis: A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2023 Oct;56(10):1160-1177. doi: 10.1111/iej.13950.
- Nawal RR, Yadav S, Duncan HF, Talwar S, Kaushik A, Singh VK, Koner BC. Discriminatory performance of the pulpal inflammatory biomarkers; Interleukin-8 and TNF- α in patients with symptoms indicative of reversible and irreversible pulpitis: A diagnostic accuracy study. *Int Endod J.* 2024 Sep;57(9):1200-1212irreversible11. doi: 10.1111/iej.14078.
- Hall BE, Zhang L, Sun ZJ, Utreras E, Prochazkova M, Cho A, Terse A, Arany P, Dolan JC, Schmidt BL, Kulkarni AB. Conditional TNF- α Overexpression in the Tooth and Alveolar Bone Results in Painful Pulpitis and Osteitis. *J Dent Res.* 2016 Feb;95(2):188-95. doi: 10.1177/0022034515612022.

23. Paris S, Wolgin M, Kielbassa AM, Pries A, Zakrzewicz A. Gene expression of human beta-defensins in healthy and inflamed human dental pulps. *J Endod.* 2009 Apr;35(4):520-3. doi: 10.1016/j.joen.2008.12.015.
24. Zanini M, Meyer E, Simon S. Pulp Inflammation Diagnosis from Clinical to Inflammatory Mediators: A Systematic Review. *J Endod.* 2017 Jul;43(7):1033-1051. doi: 10.1016/j.joen.2017.02.009.
25. Dincer GA, Erdemir A, Kisa U. Erratum to Comparison of Neurokinin A, Substance P, Interleukin 8, and Matrix Metalloproteinase-8 Changes in Pulp tissue and Gingival Crevicular Fluid Samples of Healthy and Symptomatic Irreversible Pulpitis Teeth [J Endod 46 (2020) 1428-1437]. *J Endod.* 2021 Feb;47(2):339. doi: 10.1016/j.joen.2020.11.008.
26. Abd-Elmeguid A, Abdeldayem M, Kline LW, Moqbel R, Vliagoftis H, Yu DC. Osteocalcin expression in pulp inflammation. *J Endod.* 2013 Jul;39(7):865-72. doi: 10.1016/j.joen.2012.12.035.
27. Mente J, Petrovic J, Gehrig H, Rampf S, Michel A, Schürz A, Pfefferle T, Saure D, Erber R. A Prospective Clinical Pilot Study on the Level of Matrix Metalloproteinase-9 in Dental Pulpal Blood as a Marker for the State of Inflammation in the Pulp Tissue. *J Endod.* 2016 Feb;42(2):190-7. doi: 10.1016/j.joen.2015.10.020.
28. Miranda-Ulloa Eduardo, Romero-Ruiz Soledad, Amorín-Uscata Bernardina, Serrano-Segura Kevin, Briceño-Espinoza Ronal, Cárdenas-Bustamante Fany. Estandarización y validación de un Western Blot para el diagnóstico del virus de inmunodeficiencia humana. *Rev. Fac. Med. Hum.* 2021 Oct: 696-703. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-05312021000400696&lng=es. <http://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v21i4.4023>.

Autor de correspondencia:
Matías Castro Retamal
e-mail: mati.castro9807@gmail.com

Recibido : 14/01/2025
Aceptado: 18/03/2025
Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

perfect®



xPEDENT®

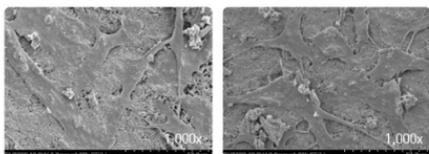
TF4 | RECIPROCATING SYSTEM

www.endoinnovastore.cl



MDCLUS
MEDICLUS CO., LTD.

Cell Attachment Evaluation (One-Fil)



Clinical data by Dr. Sung-Geun, Cho



Before treatment

Application One-Fil

After 6 months

@endoinnova

+56996798376

Autotrasplante guiado digitalmente de un diente con ápice inmaduro como alternativa de tratamiento para la agenesia: reporte de un caso

Digitally guided autotransplantation of a tooth with an immature apex as an alternative treatment for agenesis: case report.

Paula Riquelme H.¹

Adrián Villena R.²

Pamela Ilabaca V.³

Rodrigo Villanueva C.⁴

¹ Especialista en Endodoncia Universidad de los Andes. Magister en Docencia en Ciencias de la Salud Universidad San Sebastián. Endodoncista en Clínica Villena y Quiroz. Académica Universidad de los Andes.

² Especialista en Periodoncia Universidad de Chile. Magister en Pedagogía Universitaria Universidad Mayor. Director Clínico en Clínica Villena y Quiroz. Académico Escuela de Odontología, Pontificia Universidad Católica de Chile.

³ Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilar Universidad de Chile. Ortodoncista en Clínica Villena y Quiroz.

⁴ Especialista en Imagenología Oral y Maxilofacial. Académico Escuela de Odontología, Pontificia Universidad Católica de Chile. Radiólogo Oral y Maxilofacial Centro Imagenológico CIMEX.

RESUMEN

La agenesia dental es una anomalía congénita que se caracteriza por la ausencia de dientes, causada por factores genéticos o ambientales. Los implantes dentales, aunque comunes, están contraindicados en pacientes en crecimiento. En su lugar, el autotrasplante dental es una alternativa adecuada para jóvenes, permitiendo que el diente trasplantado se adapte a los cambios esqueléticos. Se presenta un caso de una paciente de 14 años con agenesia del diente 4.5, persistencia del diente 8.5 e indicación de exodoncia del diente 1.5 por motivos ortodóncicos. Se realizó la planificación mediante flujo digital de un autotrasplante del diente 1.5 (donante con ápice inmaduro) para posicionarlo en el lecho del diente 8.5 y se realizó seguimiento por un año con tomografía computada de haz cónico. La planificación digital y las herramientas 3D optimizan el procedimiento disminuyendo el tiempo extraoral del donante, permitiendo una exodoncia atraumática y un posicionamiento holgado del diente en su nuevo lecho receptor favoreciendo la viabilidad de las células.

Palabras claves: Agenesia dental, autotrasplante dental, revascularización pulpar, impresión 3D, odontología digital.

ABSTRACT

Dental agenesis is a congenital anomaly characterized by the absence of teeth, caused by genetic or environmental factors. Although dental implants are common, they are contraindicated in growing patients. Instead, dental autotransplantation is a suitable alternative for young individuals, allowing the transplanted tooth to adapt to skeletal changes. A case is presented of a 14-year-old patient with agenesis of tooth 4.5, persistence of tooth 8.5, and an indication for the extraction of tooth 1.5 for orthodontic reasons. A digital workflow was used to plan the autotransplantation of tooth 1.5 (a donor with an immature apex) to position it in the site of tooth 8.5, with follow-up conducted over one year using cone beam computed tomography. Digital planning and 3D tools optimize the procedure by reducing the donor's extraoral time, enabling an atraumatic extraction, and ensuring a loose positioning of the tooth in its new recipient site, thus promoting cell viability.

Keywords: Dental agenesis, dental autotransplantation, pulp revascularization, 3d printing, digital dentistry.

INTRODUCCIÓN

La agenesia es una alteración del desarrollo que se caracteriza por una alteración en las primeras etapas de iniciación y proliferación del germen dentario que se traduce en la ausencia de uno o más dientes en las arcadas dentarias. Se describe que su causa es debido a una alteración genética o asociado a factores ambientales; el primero corresponde al factor más relevante, afectando a genes de tipo autosómico dominantes (MSX1, PAX9, AXIN2, TGFA) (1).

Su prevalencia es de 6,4% demostrando diferencias por raza, etnia y género. Las mujeres presentan mayor probabilidad de presentarla en comparación con los hombres (2). Su ubicación más común es en el sector anterosuperior y a nivel de premolares maxilares y mandibulares; presenta una fuerte asociación con alteraciones congénitas del desarrollo tales como la displasia ectodérmica o la fisura labio-alveolo-palatina (1).

La severidad de esta anomalía se describe de acuerdo con la cantidad de dientes ausentes. La oligodoncia corresponde a la ausencia de seis o más dientes, en cambio, cuando existen menos de seis dientes ausentes se denomina hipodoncia. En casos donde existe ausencia de todos los dientes permanentes la condición se denomina anodoncia (1,2).

Si bien los implantes representan una solución para el reemplazo de un diente perdido o con pronóstico desfavorable, estos están contraindicados en pacientes aún en crecimiento esquelético debido a que no pueden acompañar el patrón de crecimiento maxilomandibular en adolescentes y niños ya que quedan en infraoclusión. En estos casos, utilizar un órgano dentario del mismo paciente es una técnica útil para favorecer la estética y, a su vez, comportarse fisiológicamente de igual manera que el diente ausente (3).

El autotrasplante es una técnica que busca reemplazar un diente ausente o uno que ha sido categorizado con indicación de exodoncia o "hopeless" por un diente que se encuentra en mejores condiciones clínicas. Este diente, denominado diente donante, será entonces extraído de su alveolo para ser trasplantado a un nuevo lecho receptor (alveolo receptor). El lecho receptor puede ser reciente debido a una extracción realizada en el mismo acto quirúrgico o puede encontrarse reparado. En este caso, se debe generar un lecho para el diente donante. La forma de posicionar al donante variará de acuerdo con el diente a trasplantar, y la condición y posición en la que se encuentre el lecho receptor (4,5).

La viabilidad de las células mesenquimáticas del ligamento periodontal corresponde al factor crítico en el éxito de esta técnica. Debido a esto, la exodoncia atraumática del donante de su alveolo, un tiempo extraoral oral menor a 15 minutos y el reposicionamiento suave en su nuevo lecho receptor son requisitos clínicos importantes a considerar al momento de realizar esta técnica (6). Para cumplirlos, el donante debe tener una morfología radicular compatible con su exodoncia e implantación atraumática, con ausencia de curvaturas severas. El de-

sarrollo radicular completo o incompleto (ápice maduro o inmaduro) no se considera una contraindicación. Sin embargo, en casos de ápice inmaduro el objetivo, además de realizar la técnica propiamente tal, es que se produzca un fenómeno de revascularización, para lo cual es fundamental preservar las células de la papila apical para la infiltración y proliferación de las células madre al interior del sistema de canales radiculares y con ello, el restablecimiento de un tejido similar al órgano pulpar que inducirá que se continúe con el desarrollo radicular en el nuevo alveolo (7).

Las técnicas de odontología digital juegan un rol fundamental para la planificación de este procedimiento, permitiendo la selección del donante ideal, el tallado del lecho receptor, la fabricación de réplicas del donante o prototipos asistidos de forma computarizada (computer-aided rapid prototyping o CARP) y férulas (splint) de posicionamiento y estabilización, para así guiar de forma precisa el tratamiento (3). El objetivo de este reporte clínico es mostrar la planificación de un autotrasplante guiado digitalmente del diente 1.5 con ápice inmaduro como diente donante en una paciente de 14 años con anomalía dentoalveolar severa y agenesia del diente 4.5.

CASO CLÍNICO

Paciente género femenino, 14 años, presenta una clase II esquelética severa y biotipo dolicofacial; en etapa de dentición mixta segunda fase. A nivel del maxilar presenta incisivos proinclinados, diastemados, agenesia del diente 2.5, con persistencia del diente temporal, diente 1.5 en evolución intraósea con ápice inmaduro; a nivel mandibular presenta correcto alineamiento incisivo, agenesia de segundos premolares inferiores (dientes 3.5 y 4.5) con persistencia de los molares temporales correspondientes; ausencia de terceros molares superiores e inferiores. Al análisis oclusal, presenta una disto-oclusión canina bilateral, clase I molar izquierda, clase III molar derecha, resalte aumentado, escalón reducido, mordida cruzada parcial izquierda y líneas medias coincidentes (Fig. 1). Se planifica tratamiento ortodóncico de compensación dentoalveolar mediante la exodoncia de los segundos molares temporales superiores y exodoncia del diente 1.5 que se utilizará como donante luego de extraer el diente 8.5.

Se solicita tomografía computada de haz cónico (Cone beam computed tomography o CBCT) para estudio del diente donante y lecho receptor. Ambas adquisiciones fueron efectuadas con un tomógrafo Veraview X800 (Morita Corp, Japón), con los siguientes parámetros de adquisición: FOV 40 x 40 mm, voxel 0.08 mm, 101 kV, 8 mA (Fig. 2). Para el escaneo intraoral se utilizó el escáner Virtuo Vivo (Dental Wings Inc, Canadá).



Figura 1. Fotografías clínicas extra e intraorales de la paciente. (A) perfil convexo y tercio inferior aumentado / (B) líneas medias coincidentes, dentición mixta segunda fase / (C-D) persistencia de segundos molares temporales superiores inferiores / (E-F) mordida cruzada parcial izquierda, escalón disminuido y resalte muy aumentado.

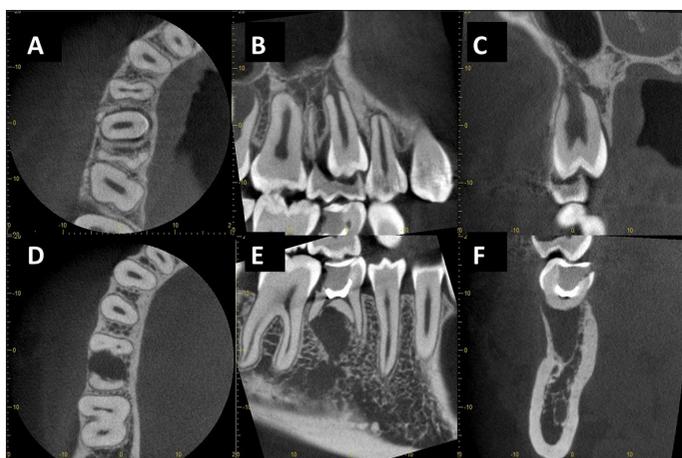


Figura 2. Reconstrucciones multiplanares con CBCT: Diente 1.5 (donante) (A) Axial / (B) Sagital (C) / Coronal (futuro lecho receptor con permanencia diente 8.5 con agenesia diente 4.5) / (D) Axial tercio medio radicular diente 8.5 / (E) Sagital diente 8.5 / (F) Coronal zona interradicular diente 8.5

Planificación digital

La segmentación ósea y del diente donante a partir de la tomografía de haz cónico se realizó mediante software coDiagnostiX 10 (Dental Wings GmbH, Alemania) obteniéndose archivos STL de las estructuras de interés. La exodoncia virtual del sitio receptor, la fusión del STL del CARP al escaneo intraoral inferior y la generación de las guías digitales de prueba de CARP y de ferulización se realizaron mediante software Exocad DentalCad 3.1 (Exocad GmbH, Alemania). Con el software Exoplan 3.0 (Exocad GmbH, Alemania) se realizó el diseño de la guía de fresado estático del lecho receptor (Fig. 3).

La impresión 3D del CARP y las guías se realizaron con resina autoclavable SprintRay Surgical Guide 3 (SprintRay Inc, Estados Unidos) mediante equipos Pro95s, ProWash y ProCure2 (SprintRay Inc, Estados Unidos) (Fig. 4).

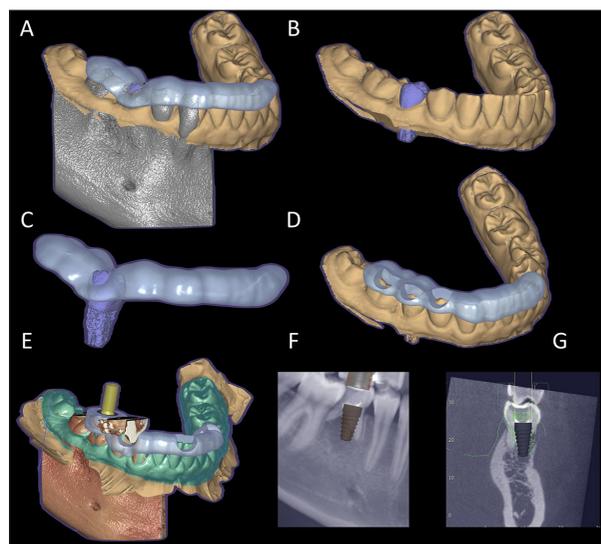


Figura 3. (A-B-C) Diseño de guía para prueba de CARP / (D) Guía para ferulización de donante / (E-F-G) Diseño de guía para fresado de lecho receptor.

Procedimiento quirúrgico

Para el procedimiento clínico se siguieron las recomendaciones de la Sociedad Europea de Endodoncia (ESE, 2021) (6).

Se establecieron maniobras previas de terapia periodontal de soporte dos semanas antes del procedimiento, se solicitó el consentimiento informado a los padres y asentimiento de la paciente y se indicó premedicación antibiótica con amoxicilina / ácido clavulánico (875/125 mg).

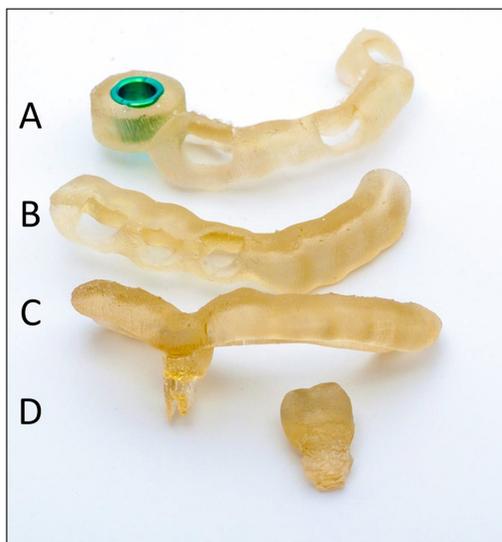


Figura 4. Impresiones 3D: (A) Guía para fresado de lecho receptor / (B) Guía para ferulización de diente donante / (C) Guía para comprobación de CARP en lecho receptor / (D) CARP.

Tanto en el diente donante como en el lecho receptor se anestesiaron al inicio del procedimiento con mepivacaína al 3% (Scandonest 3%, Septodont, Francia); para el donante se utilizó una técnica infiltrativa vestibular y palatina, y para el lecho receptor una técnica troncular de Spix. Enseguida se realizó la exodoncia del diente temporal del lecho receptor (diente 8.4), debridamiento del alvéolo y luego el fresado óseo mediante sistema de cirugía guiada de implantes (CGS Guided Surgery Kit, Biohorizons, Estados Unidos) para permitir un espacio holgado para el diente donante. Se realizaron pruebas con el CARP hasta que existiera una introducción suave de éste en el lecho.

Una vez que se comprobó la posición ideal del CARP mediante una guía, se realizó la exodoncia atraumática del donante (diente 1.5) con un fórceps y se posicionó suavemente el diente en el sitio receptor. Se estabilizó al donante en la posición definitiva con una guía de ferulización y luego se instaló una férula semirrígida con un alambre plano micro trenzado y resina compuesta (Fig. 5 y 6).

Se dieron indicaciones postoperatorias de medidas locales de higiene, continuar con la medicación antibiótica por una semana y se estableció un protocolo de seguimiento a las 2 semanas, 1 mes, 3 meses, 6 meses, 8 meses y al año.

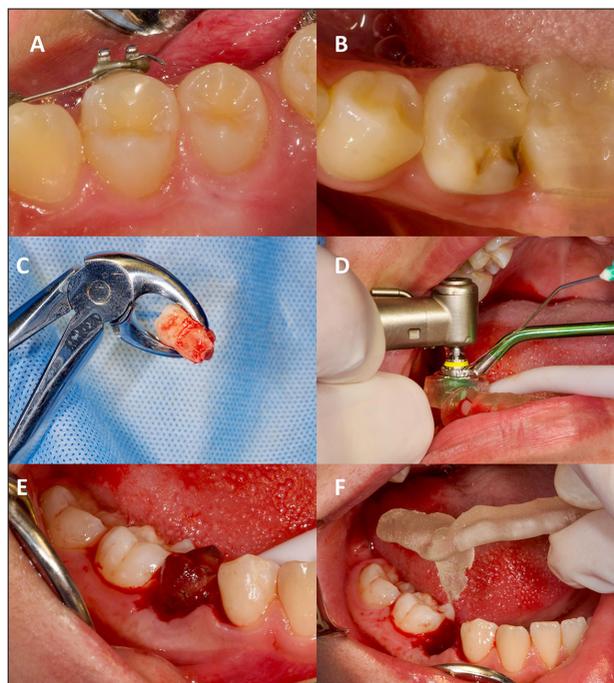


Figura 5. (A) Diente 1.5, donante / (B) Sitio del lecho receptor donde se encuentra la permanencia del diente 8.5 con agenesia del diente 4.5 / (C) Exodoncia diente 8.5 / (D) Preparación del lecho receptor / (E) Prueba del CARP model o réplica / (F) Prueba de splint con réplica.

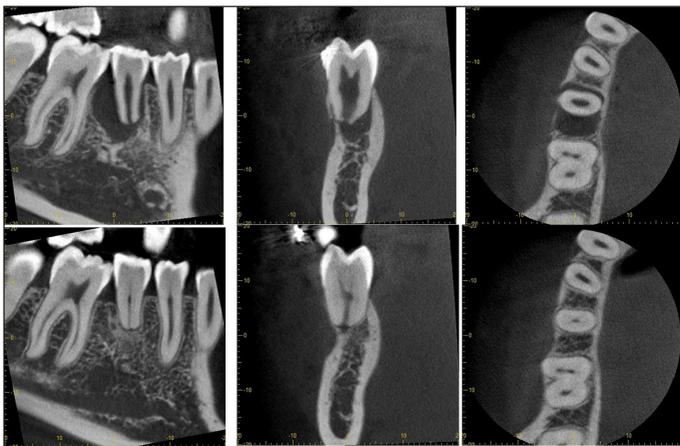


Figura 6. (G) Posicionamiento de splint con réplica / (H) Exodoncia diente 1.5 (diente donante) / (I) Reimplante de diente 1.5 en el lecho receptor / (J) Splint de estabilización del diente donante para ferulización / (K) Ferulización semi rígida con alambre trenzado 0,4 mm / (L) Seguimiento clínico a las 4 semanas.

Seguimiento

Un mes después del procedimiento, se retiró la férula y los test de sensibilidad pulpar (frío, calor) y la percusión mostraron resultados normales. A los 6 y 8 meses, los exámenes radiográficos revelaron signos de neoformación ósea en el alveolo receptor y una disminución del lumen del canal radicular, acompañado de una respuesta ligeramente disminuida en los test de sensibilidad pulpar.

Al año, el diente donante mostraba una respuesta disminuida en los test de sensibilidad pulpar, pero la percusión era normal y la movilidad es fisiológica. El examen radiográfico con Cone Beam CT indicó una disminución significativa del lumen del canal a nivel cervical, pero con mantenimiento a nivel apical, donde se espera que continúe el cierre apical y una neoformación ósea en relación al lecho receptor (Fig. 7).



DISCUSIÓN

La agenesia dental es una de las anomalías congénitas del desarrollo maxilar más común que puede afectar a las personas, con mayor prevalencia en la zona incisiva y premolar maxilar, es decir, zonas con alta demanda estética (1). Esta anomalía se caracteriza por la ausencia de un diente permanente, lo cual genera secuelas funcionales y estéticas importantes y, por sobre todo, dificulta su manejo clínico. Su tratamiento ideal consiste en el reemplazo del órgano dentario ausente mediante un dispositivo removible o, idealmente, por una rehabilitación fija. Bajo esta perspectiva, el implante dental se ha posicionado como una maniobra ideal para el reemplazo de un diente que se encuentra ausente, sin embargo, están contraindicados en pacientes que aún no han alcanzado el desarrollo esquelético maxilofacial completo. Por tanto, clínicos e investigadores siguen en la búsqueda constante de otra alternativa de tratamiento válida en estos casos (8). La técnica de autotrasplante tiene por objetivo principal reemplazar de forma inmediata a un diente ausente o aquél que tiene un pronóstico desfavorable por un diente funcional del mismo paciente. Es una alternativa de tratamiento exitosa en pacientes con dientes gra-

vemente comprometidos con pronóstico desfavorable o en aquellos casos que se requiere un reemplazo dentario en pacientes que no han alcanzado el crecimiento esquelético completo. A diferencia de los implantes, un diente autotrasplantado exitosamente se adaptará al sitio receptor y a los cambios esqueléticos que acompañan al crecimiento en pacientes jóvenes (8).

Esta técnica se considera altamente sensible. Para el éxito del autotrasplante se deben considerar distintos factores: exodoncia traumática del diente donante y por tanto, una selección adecuada del diente a utilizar, ya que no debe presentar complejidades anatómicas como curvaturas severas que vayan en contra de este principio. El alveolo receptor debe manipularse de forma cuidadosa y debe tener una dimensión que permita el asentamiento pasivo del donante en éste. La estabilización inmediata del diente mediante férulas semi-rígidas que generen un balance entre permitir ciertos movimientos del donante a la vez que lo inmoviliza lo suficiente para que exista reparación periodontal (10,11). Disminuir el tiempo extraoral del diente donante es otro factor a considerar. Según las recomendaciones de la Sociedad Europea de Endodoncia este no debe superar los 15 minutos, ya que luego de este periodo la viabilidad celular disminuye, aumentando así la aparición de secuelas tardías como reabsorciones y anquilosis (6). Por último, la etapa del desarrollo radicular también se considera un factor crítico. Se sugiere que el diente donante debe tener al menos $\frac{3}{4}$ del desarrollo radicular y un foramen apical de al menos 1 mm al momento del autotrasplante. Sin embargo, a pesar de esto el desarrollo radicular completo podría no producirse en todos los casos de autotrasplante (10).

Los estudios demuestran una alta tasa de éxito de aproximadamente un 95% en dientes inmaduros de pacientes menores de 30 años (4, 9). Al utilizar como donante un diente con ápice inmaduro, las células del ligamento periodontal y del tejido pulpar tienen mayor potencial regenerativo versus el diente con ápice maduro. Esto se traduce en la obtención de resultados predecibles, reduciendo la aparición de complicaciones como las reabsorciones externas (4). Si bien, un donante con ápice maduro no se considera una contraindicación se debe planificar el realizar el tratamiento endodóntico previo o posterior al autotrasplante (6).

La planificación en una técnica tan sensible como esta juega un rol esencial para controlar los factores de éxito. Mediante softwares digitales se puede realizar una planificación virtual para establecer cuál es la posición ideal del diente donante en su nuevo lecho receptor (9). A través de la manufactura de guías 3D es posible reducir el tiempo quirúrgico total, disminuir el tiempo extraoral del donante y hacer una labrado preciso del lecho receptor disminuyendo así el trauma a las células del ligamento periodontal. Este método representa un manejo mínimamente invasivo y particularmente beneficioso sobre todo en

pacientes jóvenes (5,11). La construcción de réplicas o CARP (computer-aided rapid prototype) permite disminuir el tiempo extraoral del donante para que este sea extraído sólo cuando la réplica cumpla con la posición determinada por el flujo digital y se encuentre holgado en el lecho receptor (8).

Al escoger un donante con pulpa vital se favorecerá la regeneración y, por tanto, la revascularización del órgano pulpar. A largo plazo esto produce una reparación de los tejidos y la mantención de la vitalidad pulpar que inducirá el desarrollo radicular y la mantención de un sistema inmune (7, 12). Asimismo, el diente autotrasplantado tiene la capacidad de adaptación funcional y preservar el hueso alveolar (10). Otro punto clave a considerar es tener acceso a un equipo multidisciplinario; asegurar un manejo entre ortodoncia, endodoncia y periodoncia juega un rol crucial para el resultado estético y funcional permitiendo así que el diente trasplantado se adapte a los cambios esqueléticos que ocurren durante el crecimiento maxilofacial (13).

CONCLUSIONES

Todos los factores descritos en la evidencia tienen por objetivo prevalecer la viabilidad celular para favorecer la reparación periodontal del diente donante que será autotrasplantado. Bajo esta perspectiva, el flujo digital es una herramienta que permite simular la posición del donante, diseñar guías para estabilizar al donante en la posición que se determinó y guiar el procedimiento para disminuir el tiempo extraoral y realizar una exodoncia y reposicionamiento atraumático del donante mediante la construcción de réplicas de éste. Las herramientas digitales, la inteligencia artificial y las impresiones 3D pueden mejorar la eficiencia y precisión del autotrasplante permitiendo controlar de forma predecible los factores del éxito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schonberger, S., Kadry, R., Shapira, Y., & Finkelstein, T. (2023). Permanent tooth agenesis and associated dental anomalies among Orthodontically treated children. *Children*, 10(3), 596.
2. Gkantidis, N., Katib, H., Oeschger, E., Karamolegkou, M., Topouzelis, N., & Kanavakis, G. (2017). Patterns of non-syndromic permanent tooth agenesis in a large orthodontic population. *Archives of oral biology*, 79, 42-47.
3. Strbac, G. D., Schnappauf, A., Giannis, K., Bertl, M. H., Moritz, A., & Ulm, C. (2016). Guided autotransplantation of teeth: a novel method using virtually planned 3-dimensional templates. *Journal of Endodontics*, 42(12), 1844-1850.
4. Tsukiboshi, M., Yamauchi, N., & Tsukiboshi, Y. (2019). Long-term outcomes of autotransplantation of teeth: a case series. *Journal of endodontics*, 45(12), S72-S83.

5. Lucas-Taulé, E., Llaquet, M., Muñoz-Peñalver, J., Somoza, J., Satorres-Nieto, M., & Hernández-Alfaro, F. (2020). Fully guided tooth autotransplantation using a multidrilling axis surgical stent: proof of concept. *Journal of endodontics*, 46(10), 1515-1521.
6. Plotino, G., Abella Sans, F., Duggal, M. S., Grande, N. M., Krastl, G., Nagendrababu, V., & Gambarini, G. (2021). European Society of Endodontology position statement: Surgical extrusion, intentional replantation and tooth autotransplantation: European Society of Endodontology developed by. *International Endodontic Journal*, 54(5), 655-659.
7. Feitosa, V. P., Mota, M. N. G., Vieira, L. V., de Paula, D. M., Gomes, L. L. R., Solheiro, L. K. R., & Silvestre, F. A. (2021). Dental pulp autotransplantation: a new modality of endodontic regenerative therapy—follow-up of 3 clinical cases. *Journal of endodontics*, 47(9), 1402-1408.
8. Lucas-Taulé, E., Llaquet, M., Muñoz-Peñalver, J., Nart, J., Hernández-Alfaro, F., & Gargallo-Albiol, J. (2021). Mid-term outcomes and periodontal prognostic factors of autotransplanted third molars: A retrospective cohort study. *Journal of Periodontology*, 92(12), 1776-1787.
9. Kumar, R., Khambete, N., & Priya, E. (2013). Successful immediate autotransplantation of tooth with incomplete root formation: case report. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, 115(5), e16-e21.
10. Park, J. H., Tai, K., Yuasa, K., & Hayashi, D. (2012). Multiple congenitally missing teeth treated with autotransplantation and orthodontics. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 141(5), 641-651.
11. Aoyama, S., Yoshizawa, M., Niimi, K., Sugai, T., Kitamura, N., & Saito, C. (2012). Prognostic factors for autotransplantation of teeth with complete root formation. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, 114(5), S216-S228.
12. Cehreli, Z. C., Unverdi, G. E., & Ballikaya, E. (2022). Deciduous tooth pulp autotransplantation for the regenerative endodontic treatment of permanent teeth with pulp necrosis: a case series. *Journal of Endodontics*, 48(5), 669-674.
13. Berlin-Broner, Y., Torrealba, Y., Flores-Mir, C., & Levin, L. (2023). Multidisciplinary Approach for Autotransplantation and Restoration of a Maxillary Premolar into an Area of an Avulsed Anterior Tooth: A Case Report with a 6-Year Follow-up. *Journal of Endodontics*, 49(5), 590-596.

Autor de correspondencia:

Paula Riquelme Hidalgo
e-mail: drariquelmehidalgo@gmail.com

Recibido: 14/01/2025

Aceptado: 18/03/2025

Los autores declaran no presentar conflicto de interés.



— La casa del **Endodoncista**

Tenemos todo lo que necesitas.

@ccendolovers

www.ccdentalchile.cl

56934502338

56934502339

56962258063 VENTAS



Manejo endodóntico de perforación radicular asociada al uso de microtornillo como anclaje ortodóncico. Informe de caso

Endodontic management of root perforation associated with the use of micro-screw as orthodontic anchorage. Case report

Valentina Cabrera G. ¹

Camila Alcaide V. ²

¹ Cirujano Dentista, Especialista en Endodoncia Pontificia Universidad Católica de Chile.

² Cirujano Dentista, Especialista en Endodoncia Universidad de los Andes, Departamento de Endodoncia, Escuela de Odontología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile.

RESUMEN

Introducción: Los dispositivos de anclaje temporal, también conocidos como microtornillos ortodóncicos, son pequeños tornillos utilizados en ortodoncia para mejorar el anclaje. Se pueden insertar en diferentes regiones del hueso alveolar, pero su colocación cercana a las raíces dentales puede causar daños iatrogénicos con complicaciones endodónticas y/o periodontales a corto o largo plazo. El tratamiento varía según la gravedad de la lesión, desde la observación de la evolución clínica hasta la extracción del diente afectado.

Reporte de caso: Mujer de 24 años, sin antecedentes mórbidos, con dolor a la masticación en diente 2.6. Presenta antecedente de inserción de un microtornillo ortodóncico en relación al diente 2.6 hace 5 años. Clínicamente presenta respuesta aumentada al test de sensibilidad frío, percusión aumentada moderada (EVA 5/10) y profundidad al sondaje alterada en el sitio mesio-vestibular (4mm). La tomografía computarizada de haz cónico informa presencia de perforación radicular en el tercio cervical y medio de la raíz mesio-vestibular y lesión osteolítica interradicular. Hipótesis diagnóstica diente 2.6: Pulpitis reversible con periodontitis apical sintomática. Se decide realizar tratamiento endodóntico ortógrado y posteriormente la microcirugía apical para reparar la perforación. En controles posteriores, la paciente se encuentra asintomática.

Conclusiones: A pesar de sus ventajas, los dispositivos de anclaje temporal pueden causar lesiones en el diente y los tejidos periodontales, lo que podría generar complicaciones severas si no se manejan adecuadamente. El tratamiento en dos fases (endodóntico ortógrado y quirúrgico) es una opción efectiva y segura para manejar estas complicaciones, permitiendo un buen sellado de la perforación radicular y una adecuada recuperación del paciente. El diagnóstico y tratamiento temprano son esenciales para mejorar el pronóstico de los dientes afectados por perforaciones causadas por estos dispositivos, por lo que sería recomendable realizar una tomografía computarizada de haz cónico posterior a su instalación.

Palabras clave: Lesión radicular, perforación radicular, dispositivos de anclaje temporal, microtornillo de ortodoncia, microcirugía endodóntica.

ABSTRACT

Introduction: Temporary anchorage devices, also known as orthodontic micro-screws, are small screws used in orthodontics to improve anchorage. They can be inserted in different regions of the alveolar bone, but their placement close to the dental roots can cause iatrogenic damage with endodontic and/or periodontal complications in the short or long term. Treatment varies according to the severity of the lesion, from observation of the clinical evolution to extraction of the affected tooth.

Case report: 24-year-old woman, with no morbid history, with pain on mastication in tooth 2.6. She presents a history of insertion of an orthodontic micro-screw in relation to tooth 2.6 5 years ago. Clinically she presents increased response to cold sensitivity test, moderate increased percussion (VAS 5/10) and altered probing depth in the mesio-vestibular site (4mm). The cone beam tomography reports the presence of root perforation in the cervical and middle third of the mesio-vestibular root and interradicular osteolytic lesion. Diagnostic hypothesis tooth 2.6: Reversible pulpitis with symptomatic apical periodontitis. It was decided to perform orthograde endodontic treatment and then apical microsurgery to repair the perforation. In subsequent controls, the patient is asymptomatic.

Conclusions: Despite their advantages, temporary anchorage devices can cause injury to the tooth and periodontal tissues, which could lead to serious complications if are not properly managed. Two-stage treatment (orthograde endodontic and surgical) is an effective and safe option for managing these complications, allowing good sealing of the root perforation and adequate recovery of the patient. Early diagnosis and treatment are essential to improve the prognosis of teeth affected by perforations caused by these devices, so it would be advisable to perform cone beam computed tomography after their installation.

Keywords: Tooth root injury, root perforation, temporary anchorage devices, orthodontic micro-screw, endodontic microsurgery.

INTRODUCCIÓN

Los dispositivos de anclaje temporal (DAT), también conocidos como microtornillos o miniimplantes ortodóncicos, son pequeños tornillos que se pueden insertar en diferentes regiones del hueso alveolar como complemento ortodóncico para mejorar los medios tradicionales de anclaje (1). Fueron introducidos por primera vez en ortodoncia en 1983 para la intrusión de los incisivos maxilares (2). Sus diámetros oscilan entre 1,2 y 2 mm y suelen estar disponibles en longitudes de 6, 8 y 10 mm (1).

Dentro de las características favorables de estos dispositivos se encuentran: tasa de éxito reportada entre el 80% y el 100%, fácil instalación, carga inmediata, son económicos, su eficacia no depende directamente de la cooperación del paciente (3).

A menudo se instalan muy cerca de las raíces de los dientes, lo que aumenta el riesgo de daños iatrogénicos en el ligamento periodontal y/o cemento radicular, la dentina o el tejido pulpar, que pueden manifestarse como una serie de complicaciones endodónticas y/o periodontales a corto o largo plazo (1,4).

Dentro de las complicaciones endodónticas se describe: la pérdida de vitalidad pulpar con el consiguiente desarrollo de periodontitis apical (1,5), la obliteración del canal pulpar (PCO), reabsorción radicular interna, reabsorción radicular externa (6).

La gravedad de la lesión causada por los DAT se refleja normalmente en la complejidad del tratamiento posterior. Los tratamientos sugeridos abarcan desde la observación de la evolución clínica, el tratamiento endodóntico, el procedimiento quirúrgico complejo, hasta la extracción del diente afectado (7-9).

El objetivo de este reporte de caso es describir el tratamiento endodóntico y quirúrgico de un primer molar maxilar con perforación de la raíz mesiovestibular, causada por la inserción de un DAT ortodóncico en una paciente de 24 años de edad, ASA I, con diagnóstico inicial de pulpitis reversible y periodontitis apical sintomática.

Presentación del caso clínico:

Acude al programa de postgrado de Endodoncia de la Escuela de Odontología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, paciente de género femenino, de 24 años de edad, ASA I, sin alergias. Su motivo de consulta se asocia a dolor a la masticación en relación al primer molar superior izquierdo. Dentro de la anamnesis la paciente refiere haber recibido tratamiento de ortodoncia hace 5 años, con instalación de un DAT en relación al diente 2.6. Al examen clínico presenta respuesta aumentada al test de sensibilidad frío y normal al calor, respecto a los controles. Percusión aumentada

moderada (EVA 5/10) y profundidad al sondaje alterada en el sitio mesio-vestibular (MV) (4mm). En la radiografía retroalveolar (Figura 1) no se obtiene información suficiente, por lo que se solicita una tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) (Figura 2), en la que se observa el diente 2.6 con presencia de perforación radicular en el tercio cervical y medio de la raíz MV. La profundidad de la perforación es de 5mm. Presenta dos canales MV, ambos muy finos y parcialmente calcificados, que convergen en el tercio apical. Presencia de lesión osteolítica interradicular. Hipótesis diagnóstica diente 2.6: Pulpitis reversible con periodontitis apical sintomática. Tras evaluar alternativas de tratamiento, se decide realizar el tratamiento en dos fases: Fase 1: Tratamiento endodóntico vía ortógrada y fase 2: Abordaje quirúrgico para sellar la perforación.



Figura 1. Radiografía retroalveolar inicial

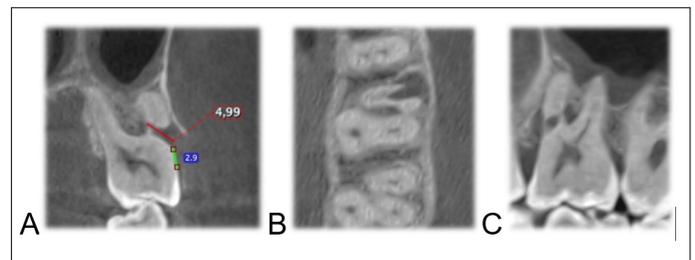


Figura 2. TCHC inicial; A) Corte coronal; B) Corte Axial; C) Corte Sagital

Con la previa firma del consentimiento informado para el tratamiento y uso de imagen, por parte de la paciente, en la Clínica Odontológica Docente de la Universidad Católica (CODUC), se realizó la fase 1 bajo anestesia local lidocaína al 2% y epinefrina 1:100.000 (Octocaine 100, Novocol Pharmaceutical of Canada Inc.), 3,6ml. Se utilizó aislamiento absoluto y microscopio (Zeiss® OPMI PICO, Carl Zeiss Oberkochen, Alemania). En el canal mesio vestibular 1 (MV1) no se logra localizar el canal en la porción apical a la perforación. Dado el riesgo que implicaba intentar retomarlo, se decide trabajar hasta la zona de la perforación con lima manual 60. La preparación químico-mecánica de los otros canales se realizó con Endomotor Rooter 3000 (FKG), con el sistema mecanizado Race Evo (FKG) 30/04 en canal mesio-vestibular 2 (MV2) y 35/04 en canal disto-vestibular (DV). Se utilizó Reciproc (VDW) 50 en canal palatino (P). Irrigación con g/ml de NaOCl al 5,25% (Tasa de irrigación 1ml/15s) y jeringa de irrigación

Monoject (Monoject TM, CardinalHealth Inc, Ohio). Se seleccionan y ajustan los conos de gutapercha y se realiza protocolo final de irrigación con hipoclorito de sodio al 5,25%; EDTA al 17% con activación sónica. Obturación con técnica termoplástica en canales DV y P, con cemento sellador AH Plus® (Dentsply, Alemania). Se utiliza técnica hidráulica en canal MV2 con cemento sellador BioRoot™ Flow (Septodont, Francia). El canal MV1 se obtura con MTA Blanco (Angelus®, Brasil) hasta la perforación (Figura 3).



Figura 3. Radiografía retroalveolar post fase 1

Un mes después, se realizó la fase 2. Se anestesió a la paciente con lidocaína al 2% y epinefrina 1:100.000 (Octocaine 100, Novocol Pharmaceutical of Canada Inc.), 3,6ml. Se realizó un colgajo mucoperióstico con preservación de papilas con una hoja bisturí 15c con una descarga vertical entre los dientes 2.4 y 2.5. Osteotomía con fresa quirúrgica troncocónica de baja velocidad para visualizar la perforación. Curetaje y limpieza con ultrasonido, punta diamantada redonda y abundante irrigación con solución salina. Una vez limpia y seca la perforación, se realiza el sellado con MTA Blanco (Angelus®, Brasil). Sutura con Vicryl 4/0 (Ethicon, Estados Unidos) (Figura 4). Se tomó una radiografía de control (Figura 5). Durante todo el proceso, se monitorizaron los signos vitales de la paciente y se le prescribió medicación posterior al tratamiento.

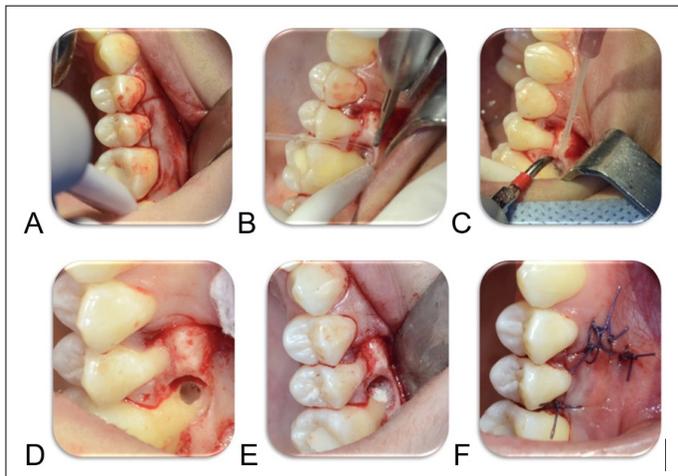


Figura 4. Microcirugía endodóntica; A) Colgajo. B) Osteotomía. C) Curetaje y limpieza de la perforación. D) Perforación limpia y seca. E) Sellado de la perforación. F) Sutura.



Figura 5. Radiografía retroalveolar post fase 2

Control a los 7 días para retirar la sutura. Paciente se encuentra sin sintomatología a la percusión, pero con leves molestias a la palpación. En el control del mes la paciente se encuentra asintomática y los tejidos blandos se observan completamente sanos (Figura 6).



Figura 6. Cicatrización de los tejidos blandos al mes post tratamiento.

Se solicita un TCHC de control para evaluar el correcto sellado de la perforación y se observa relleno hiperdenso que se extiende desde la superficie vestibular hacia la zona de la furca, sin brechas (Figura 7).

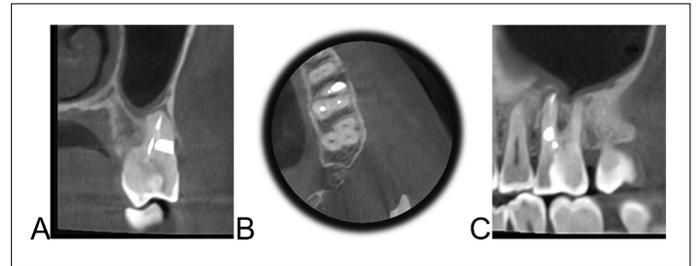


Figura 7. TCHC al finalizar el tratamiento; A) Corte Coronal; B) Corte Axial; C) Corte Sagital.

DISCUSIÓN

En el año 2005, se describieron cuatro tipos de lesiones radiculares causadas por DAT (6). El caso presentado corresponde a una lesión tipo Ia, que afecta la pulpa por encima del tercio apical de la raíz (Figura 8). En este tipo de lesión, es común observar respuesta negativa en los test de sensibilidad pulpar, sensibilidad positiva a la percusión y aumento en la profundidad al sondaje (9), signos que se presentaron en la paciente, con la excepción de la respuesta negativa en los test pulpares, explicable por tratarse de un diente multirradicular, donde responde la pulpa de las otras raíces.

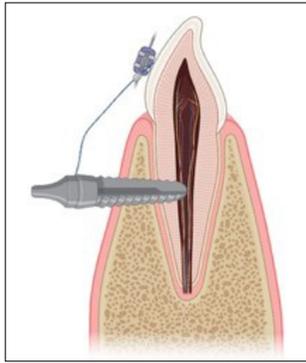


Figura 8. Lesión tipo Ia según la clasificación de Driemel y colaboradores.

El diagnóstico definitivo del diente 2.6 cambió respecto a la hipótesis diagnóstica inicial. Corresponde a una necrosis pulpar con periodontitis apical sintomática y lesión endoperiodontal con daño radicular, ya que los canales mesiales se encontraban necróticos y se observó pérdida de inserción en relación a la raíz mesial, por lo que prima el diagnóstico más severo.

Las complicaciones asociadas a las perforaciones radiculares dependen de la gravedad de la lesión, y las tipo Ia suelen tener la mayoría de las complicaciones, como obliteración del canal pulpar (PCO), lesión apical, reabsorción radicular y saco periodontal (5,6). Algunas de estas complicaciones ya estaban presentes en el caso de la paciente.

Si la lesión es superficial y no afecta la pulpa, la reparación ocurre con depósito de cemento celular en la superficie radicular lesionada, comenzando entre 7 y 10 días después de retirar el microtornillo (10). Sin embargo, si la lesión es profunda, puede ocurrir una respuesta irreversible, la vitalidad pulpar se pierde, especialmente si el microtornillo penetra la raíz en más del 50% de su diámetro, lo que permite la invasión de patógenos periodontales (5). En el caso de esta paciente, existía una afectación de más del 50% del diámetro radicular, correlacionándose con la necrosis pulpar observada en los canales mesiales.

El tiempo entre la perforación y la reparación es crucial para el éxito del tratamiento (11,12). En esta paciente, el tiempo transcurrido fue de 5 años, lo que hace que el pronóstico postoperatorio sea reservado.

CONCLUSIÓN

A pesar de sus ventajas, los DAT pueden causar lesiones en el diente y los tejidos periodontales, lo que podría generar complicaciones severas si no se manejan adecuadamente. El tratamiento en dos fases (endodóntico ortógrado y quirúrgico) es una opción efectiva y segura para manejar estas complicaciones, permitiendo un buen sellado de la perforación radicular y una adecuada recuperación del paciente. El diagnóstico y tratamiento temprano son esenciales para mejorar el pronóstico de los dientes afectados por perforaciones causadas por estos dispositivos, por lo que sería recomendable realizar una tomografía computarizada de haz cónico posterior a su instalación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rossi-Fedele G, Franciscatto GJ, Marshall G, Gomes MS, Doğramacı EJ. Endodontic complications associated with orthodontic temporary anchorage devices: A systematic review of human studies. *Australian Endodontic Journal*. 2020 Apr 17;46(1):115–22.
2. Alves M, Baratieri C, Mattos CT, De Souza Araújo MT, Maia LC. Root repair after contact with mini-implants: Systematic review of the literature. Vol. 35, *European Journal of Orthodontics*. Oxford University Press; 2013. p. 491–9.
3. Lai TT, Chen MH. Factors affecting the clinical success of orthodontic anchorage: Experience with 266 temporary anchorage devices. *J Dent Sci*. 2014;9(1):49–55.
4. Gintautaitė G, Kenstavičius G, Gaidytė A. Dental roots and surrounding structures response after contact with orthodontic mini implants: A systematic literature review. 2018.
5. Inchingolo AM, Malcangi G, Costa S, Fatone MC, Avantario P, Campanelli M, et al. Tooth Complications after Orthodontic Miniscrews Insertion. Vol. 20, *International Journal of Environmental Research and Public Health*. MDPI; 2023.
6. Driemel O, Staudenmaier R, Buch RS, Schüsselbauer U, Wagener H, Reichert TE, Pistner H. Dental injuries due to miniplate osteosynthesis. Classification, treatment management, complications, and prognosis. *Mund Kiefer Gesichtschir*. 2005 Sep;9(5):330–5. German. doi: 10.1007/s10006-005-0638-0. PMID: 16133279.
7. Hwang YC, Hwang HS. Surgical repair of root perforation caused by an orthodontic miniscrew implant. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011 Mar 3;139(3):407–11.
8. Lim G, Kim KD, Park W, Jung BY, Pang NS. Endodontic and surgical treatment of root damage caused by orthodontic miniscrew placement. *J Endod*. 2013 Aug;39(8):1073–7.
9. Moertl M, Tsioutsias T, Schmalz G, Reichert TE, Driemel O. An unusual case of dental root injury after miniplate osteosynthesis of the mandible. *Dental Traumatology*. 2008 Feb;24(1):140–3.
10. Renjen R, Maganzini AL, Rohrer MD, Prasad HS, Kraut RA. Root and pulp response after intentional injury from miniscrew placement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009 Nov;136(5):708–14.
11. Mohammed Saed S, Ashley MP. Root perforations: Aetiology, management strategies and outcomes. The hole truth. Vol. 220, *British Dental Journal*. Nature Publishing Group; 2016. p. 171–80.
12. Cluder T. Present status and future directions—Managing perforations. Vol. 55, *International Endodontic Journal*. John Wiley and Sons Inc; 2022. p. 872–91.

Autor de correspondencia:

Valentina Cabrera G.
e-mail: vpcabrera@uc.cl

Recibido: 13/01/25

Aceptado: 18/03/25

Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

Manejo Clínico de *Radix Entomolaris* en Paciente Joven: Reporte de Caso

Clinical Management of *Radix Entomolaris* in Young Patient: Case Report

Delgado Sánchez, Elizabeth ¹

Zevallos Quiroz, César André ²

¹ Residente de Endodoncia, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) Lima-Perú.

² docente de Endodoncia, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) Lima-Perú.

RESUMEN

Introducción: El *Radix Entomolaris* es una variación anatómica inusual y muy rara. Se observa principalmente en los primeros molares mandibulares y en menor proporción en segundos molares mandibulares. Se caracteriza por presentar molares mandibulares de tres raíces, generalmente tiene una raíz severamente curvada con un canal radicular único y de diámetro pequeño. El manejo endodóntico de esta variación puede presentar un verdadero desafío para su tratamiento. Debido a su gran curvatura y diámetro pequeño existe mayor riesgo de complicaciones como transporte apical, pérdida de longitud de trabajo, fractura de instrumentos, entre otros, durante el tratamiento de canal.

Presentación de caso: Paciente niña de 13 años acudió en compañía de su madre por presentar dolor agudo en pieza 4.6, manifestó tomar analgésicos pero el dolor persistía, a la evaluación clínica presentó resina coronal amplia con signos de filtración, dolor intenso a la percusión vertical y horizontal, prueba de sensibilidad aumentada, radiografía evidencia molar mandibular con tres raíces (*radix entomolaris*), lesión cariosa con compromiso pulpar, por lo que se decidió realizar apertura cameral de emergencia. Regresa a los 3 meses con absceso apical activo, en la tomografía computarizada cone beam se evidenció lesión periapical amplia y presencia de radix con curvatura severa, se procedió a realizar tratamiento endodóntico convencional modificando la cavidad de acceso para localizar el cuarto canal distolingual, se realizó la instrumentación de los canales sistema rotatorio Race Evo y sistema Slim shaper. Se dejó con hidróxido de calcio por 15 días, obturación con técnica onda continua de calor y cemento sellador Vioseal. En el control de 6 meses se evidenció proceso de reparación.

Conclusiones: En este reporte se analizó las implicancias de una anatomía radicular compleja e impredecible. El manejo clínico de *radix entomolaris* en un paciente joven, es un desafío por sus características de ser una raíz corta, con curvatura, estrecha y de difícil acceso. El uso de tomografía computarizada de haz cónico es una herramienta útil en el diagnóstico y mejora del tratamiento del canal. El endodoncista debe estar preparado para reconocer estas variaciones anatómicas y tratarlo.

Palabras clave: *Radix entomolaris*, Raíz distolingual, Primer molar inferior de tres raíces, Variación anatómica, Tomografía computarizada de haz cónico.

ABSTRACT

Introduction: *Radix Entomolaris* is an unusual and very rare anatomical variation. It is mainly observed in the first mandibular molars and, to a lesser extent, in the second mandibular molars. It is characterized by mandibular molars with three roots, usually with a severely curved root with a single root canal and a small diameter. Endodontic management of this variation can present a real challenge for treatment. Due to its severe curvature and small diameter, there is a greater risk of complications such as apical transport, loss of working length, and instrument fracture, among others, during root canal treatment.

Case presentation: A 13-year-old female patient presented with her mother complaining of acute pain in tooth 4.6, She reported taking analgesics, but the pain persisted. Clinical evaluation revealed extensive coronal resin with signs of leakage, intense pain on vertical and horizontal percussion, and increased sensitivity. Radiography showed a mandibular molar with three roots (*radix entomolaris*) and a carious lesion with pulp involvement, so emergency chamber opening was decided. She returned 3 months later with an active apical abscess. A cone beam computed tomography scan showed extensive periapical lesion and the presence of a radix with severe curvature. Conventional endodontic treatment was performed, modifying the access cavity to locate the distolingual fourth canal. The canals were instrumented using the Race Evo rotary system and the Slim Shaper system. The tooth was left with calcium hydroxide for 15 days, filled with a continuous heat wave technique, and sealed with Vioseal endodontic sealer. At the 6-month follow-up, signs of healing were evident.

Conclusions: This report analyzed the implications of complex and unpredictable root anatomy. The clinical management of *radix entomolaris* in a young patient is challenging due to its characteristics of being a short, curved, narrow, and difficult-to-access root. The use of cone beam computed tomography is a useful tool in the diagnosis and improvement of canal treatment. The endodontist must be prepared to recognize these anatomical variations and treat them.

Keywords: *Radix entomolaris*, Distolingual root, Three-rooted lower first molar, Anatomical variation, Cone beam computed tomography.

INTRODUCCIÓN

Tener un conocimiento amplio sobre la anatomía radicular y los canales son un requisito previo fundamental para realizar un tratamiento endodóntico; muchas veces esto puede determinar el éxito o fracaso del tratamiento (1). La anatomía interna del sistema de canales radiculares son factores limitantes del tratamiento endodóntico. Un gran desafío para el operador es el número de las raíces, número de canales, curvaturas, istmos, calcificaciones y obstrucciones (2).

El tratamiento de canales radiculares exitoso consiste en una instrumentación biomecánica exhaustiva y un desbridamiento químico mecánico, seguido de una obturación hermética radicular. Sin embargo, la complejidad del sistema de canales radiculares presenta desafíos y dificultades que a menudo ponen en peligro el objetivo principal del tratamiento endodóntico, por ello, se debe reconocer antes y/o durante el tratamiento endodóntico las variaciones anatómicas y los rasgos característicos en diferentes razas de acuerdo con el tipo de pieza dentaria (3).

El primer molar inferior tiene una anatomía externa típica de dos raíces bien definida en la mayoría de los casos (mesial y distal) y tres canales (4,5). Una variación anatómica del primer molar inferior es la presencia de una raíz supernumeraria distolingual llamada *radix entomolaris*. Otra variación menos frecuente es la presencia de la raíz supernumeraria en sentido mesiobucal llamada *radix paramolaris* (6).

Estudios con tomografía computarizada de haz cónico Cone Beam demostraron la anatomía interna del primer molar inferior con precisión; la presencia de una raíz supernumeraria se convierte en un desafío anatómico. El *radix entomolaris* presentó severos grados de curvatura y el canal radicular es delgado lo cual dificulta el acceso. (7)

El objetivo de este reporte de caso fue presentar un protocolo del manejo en caso de *radix entomolaris* en el primer molar inferior en un paciente joven.

REPORTE DE CASO

Paciente de sexo femenino ASA 1, con 11 años, acudió al Centro Universitario de Salud de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Ingresó al Servicio de Endodoncia por dolor intenso en molar inferior derecha pieza 4.6; la madre refirió que hace 10 días aproximadamente comenzó con dolor leve y luego se fue agudizando, tomó analgésicos, pero no le hacía efecto; paciente con fascie dolorosa con llanto. Historial médico no contribuyente. Clínicamente se observó restauración oclusal amplia filtrada, dolor intenso a la palpación, dolor intenso a la percusión vertical y horizontal (+++), a la prueba de sensibilidad responde positivo al frío (+++). En el examen radiográfico se observó tres raíces (Figura 1). El diagnóstico pulpar fue pulpitis irreversible sintomática y el diagnóstico periapical fue de tejidos periapicales normales. Se planificó el tratamiento y se decidió realizar apertura cameral de emergencia debido al dolor agudo. Se explicó el plan de tratamiento a la madre y a la paciente, y se procedió a firmar el consentimiento informado.



Figura 1. Rx de diagnóstico

Se anestesió de forma troncular e infiltrativa, se utilizó lidocaína con epinefrina 2% (1:80 000) (Septodont—Lignospan standard) tras signos de entumecimiento en la zona, se realizó aislamiento absoluto para poder realizar apertura cameral, se observó sangrado profuso. La irrigación se realizó con hipoclorito de sodio al 5% y aguja Navitip® (Dentsply-Maillefer, Ballaiguess, Switzerland), se secó con conos de papel y se limpió la cámara pulpar, se dejó la cavidad con teflón estéril y resina fluida Filtek® Bulk Fill Flowable Syringe (3M ESPE, St. Paul, MN) como provisional. Se le prescribió ibuprofeno de 400mg cada 8 horas condicionado a dolor, la paciente no acudió a su cita programada para continuar su endodoncia. Después de 3 meses la paciente acudió indicando molestia en la encía, se reevaluó y al examen clínico presentó tracto sinuoso activo a nivel de la encía adherida con dos puntos de ingreso a periodonto confirmados con radiografía y dolor moderado a la percusión vertical (++). Radiográficamente también se observó imagen radiolúcida a nivel apical compatible con lesión (Figura 2). Se realizó tomografía computari-

zada de haz cónico de campo reducido (Planmeca Promax 3D Max, Planmeca OY, Helsingfors, Finland) (74kv, 10mA (5x5x5)), la cual evidenció la presencia de tres raíces en el primer molar inferior (Figura 3). También se observó el tamaño de las lesiones periapicales en las raíces distales; se evaluó el grado de curvatura de la raíz distolingual (Figura 4), clasificación de radix Tipo A según Clasificación de Carlsen y Alexandersen (estructura lingual separada) (8) (Figura 5).



Figura 2. Rx tracto sinuoso. Fistulografía

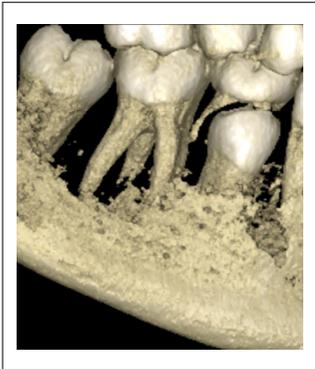


Figura 3. Tomografía Radix entomolaris



Figura 4. Tomografía Radix entomolaris curvatura

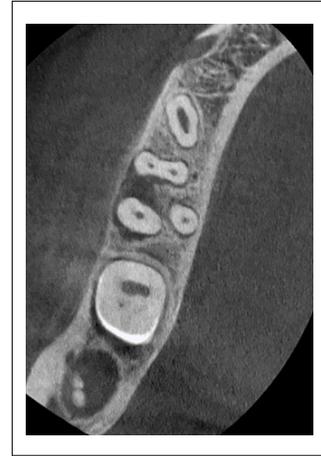


Figura 5. Tomografía Radix entomolaris lesión

Después de reevaluar el caso, se planteó el diagnóstico pulpar de terapia previamente iniciada y el diagnóstico periapical fue absceso apical crónico. Se procedió a realizar la segunda sesión, se utilizó anestesia local troncular e infiltrativa, lidocaína con epinefrina 2% (1:80 000) (Lignospan® standard, Septodont, Lima, Perú) con aguja N°30 (Nipro 30GX21mm). Luego se realizó el aislamiento absoluto, se retiró el material provisional, se irrigó con hipoclorito de sodio al 5% aguja Navitip® (Dentsply-Maillefer, Ballaiguess, Switzerland), se localizó los 4 canales con microscopio (Global Surgical Corporation, St, Louis, MO) magnificación 16X y desgaste compensatorio con inserto E3D. Se realizó la conductometría con la ayuda de localizador apical electrónico (ROOT ZX II, J Morita, Osaka, Japan) y se confirmó las medidas con una radiografía digital (Figura 6). La preparación biomecánica de los 3 canales: mesiovestibular, (MV), mesiolingual (ML) y distal (D) se realizó con el sistema rotatorio RACE® EVO (FKG Dentaire SA, La Chaux de Fonds, Switzerland) y el radix entomolaris con SlimShaper® (Zarc4endo, Gijón- España) (ZS1, ZS2, ZS3) a 500RPM y 3Ncm. Se dejó con medicación de hidróxido de calcio en los canales limpios y secos, se dejó 15 días con teflón estéril y resina fluida Filtek® Bulk Fill Flowable Syringe (3M ESPE, St. Paul, MN).



Figura 6. Conductometría

Paciente regresa a su cita programada, se observa que el tracto sinuoso había desaparecido, se anestesió troncular e infiltrativa con lidocaína con epinefrina 2% (1:80 000) (Septodont—Lignospan standard), se aisló y se retiró el material provisional, irrigación profusa con hipoclorito de sodio al 5%, y se tomó conometría (Figura 7) y luego se realizó el protocolo de irrigación final con activación del irrigante tres ciclos de 20 segundos cada uno de hipoclorito de sodio al 5% y EDTA al 17 % activado con ultra X® (Eighteeth, Changzhou Sifary Medical Technology Co., Ltd, Changzhou City, China) y finalmente suero helado. Se obturó utilizando la técnica de onda continua y cemento resinoso Vioseal® (Vioseal™ - Spident, Seœel, Corea), se dejó la cavidad con teflón estéril y resina fluida como provisional, se tomó radiografía final (Figura 8), y se refirió al área de rehabilitación para continuar con la rehabilitación de la pieza. El control de 6 meses se evidenció el proceso de reparación radiográfica y tomográficamente (figura 9-11).



Figura 7. Conometría



Figura 8. Rx final



Figura 9. Rx de control a los 6 meses

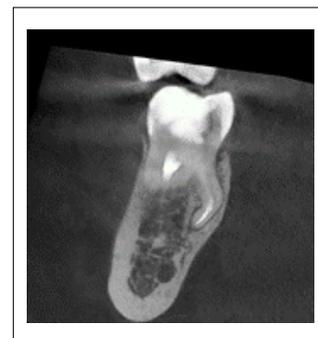


Figura 10. Tomografía de control a los 6 meses

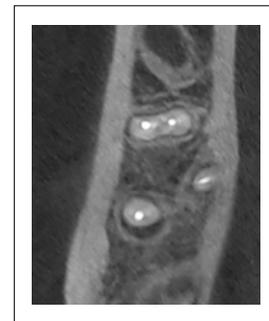


Figura 11. Tomografía de control a los 6 meses

DISCUSIÓN

En este caso presentamos el protocolo de manejo de *radix entomolaris* en el molar inferior de paciente joven; la raíz extra numeraria presentó grado de curvatura severa, a los 6 meses de control se observó radiográfica y tomográficamente disminución de la lesión periapical.

El conocimiento acerca de la anatomía del sistema de canales del primer molar inferior y sus variaciones son un factor importante para lograr un tratamiento endodóntico exitoso. Estudios previos han demostrado la presencia de una raíz supernumeraria en sentido distolingual, lo cual coincide con lo encontrado en nuestro reporte (9). Para identificar la raíz adicional podemos ayudarnos de las angulaciones al

tomar las radiografías, sin embargo, también tienen sus limitaciones. Abella *et al* (10) recomienda el uso de tomografía para planificar el tratamiento y así poder realizar un mejor acceso cameral y localización del *radix entomolaris*.

Carabelli en 1844 fue el primero en describir la presencia de una tercera raíz supernumeraria como una variación frecuente en los primeros molares inferiores (11), en 1915 Bolk designa la raíz supernumeria distolingual como *radix entomolaris* (12).

La prevalencia de *radix entomolaris* es asociado con grupos étnicos y áreas geográficas. La incidencia en los primeros molares mandibulares es de 5,8 y 33,1% en poblaciones asiáticas y poblaciones con rasgos mongoloides; en poblaciones indias, entre 2,19 y 13,3%; en poblaciones árabes, entre 2,3 y 6,0%; en euroasiáticos, entre 1,0 y 4,2%; en la población blanca del continente europeo (España, Alemania y Reino Unido) se presenta una prevalencia del 0%, 0,7% y 3,3%, respectivamente y en estudios con población blanca del continente americano (EE.UU. y Brasil) se presenta una prevalencia del 2,2% y 4,2%, respectivamente (13,14,15,16,17,18,19,20).

El conocimiento de la localización de la raíz supernumeraria ayuda a guiar la entrada a los canales radiculares durante el tratamiento endodóntico. La raíz adicional suele ser más pequeña que las raíces mesial y distal, puede estar separada o parcialmente fusionada con las otras raíces y tiene una curvatura severa en la mayoría de los casos (9). En 1990, Carlsen y Alexandersen clasificaron la morfología de los *radix entomolaris* de acuerdo a su posición, tamaño, forma, detalles de acuerdo a la macromorfología de la raíz supernumeraria: tipo A, estructura lingual separada; tipo B distal, se observa dos macroestructuras del mismo tamaño; tipo C mesial, se observa tres macroestructuras: lingual, medial y facial; tipo AC, formada por tres macroestructuras: central, mesial y medial (8). En 1997, Ribeiro y Consolaro evaluaron su orientación vestibulolingual y lo clasificaron tipo I: una raíz o canal radicular recto; tipo II: inicialmente curva y la continuación radicular recta; tipo III curva inicial en el tercio coronal y una segunda curva orientada a vestibular desde el tercio medio hacia apical (21). De acuerdo con estas clasificaciones, nuestro caso de *radix entomolaris* fue de tipo A y tipo III.

Numerosos estudios han sugerido el uso de tomografía computarizada de haz cónico para determinar la anatomía del canal radicular. Una de sus ventajas es obtener imágenes en 3D de la morfología del sistema de canales y una dosis razonable de radiación (22,23).

De acuerdo a este caso y a los estudios de Calberson (24) y de Moor (9), la distancia de las entradas a los canales sugieren un acceso trapezoidal con extensión hacia distolingual para ayudarnos a la localización; también recomendamos el uso de microscopio para ayudar-

nos en la localización de la tercera raíz. Gu *et al* (25) encuentra que la distancia entre los canales mesiovestibular y mesiolingual puede ser usado de guía para encontrar el canal distolingual; usualmente se encuentra entre 0.5 y 1mm, a diferencia de nuestro caso, el *radix entomolaris* se encontraba a 2 mm. El uso de insertos ultrasónicos también ayudó a la localización del canal distolingual (2).

La presencia de *radix entomolaris* en el primer molar inferior se convirtió en un desafío al realizar el tratamiento endodóntico. El conocimiento de la prevalencia y las características morfológicas de esta variación anatómica permitirá planificar el tratamiento y prevenir posibles complicaciones (26).

CONCLUSIÓN

En este reporte se analizó las implicancias de una anatomía radicular compleja e impredecible. Se realizó el manejo clínico de *radix entomolaris* en un paciente joven, el cual ha sido un desafío por sus características de ser una raíz corta, con curvatura, estrecha y de difícil acceso. El uso de tomografía computarizada de haz cónico es una herramienta útil en el diagnóstico y mejora del tratamiento del canal. El endodoncista debe estar preparado para reconocer estas variaciones anatómicas y tratarlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ahmed HMA, Dummer PMH. A new system for classifying tooth, root and canal anomalies. *Int Endod J*. 2018 abr;51(4):389-404.
2. Batista A, Lucato-Budziak MC, da Costa Michelotto AL, da Silva Neto UX. Mandibular First Molar with Six Canals: Case Report of *Radix Entomolaris* and Middle Mesial Canal. *Iran Endod J*. 2021;16(1):65-70. doi: 10.22037/iej.v16i1.31842.
3. De Pablo OV, Estévez R, Peix Sánchez M, Heilborn C, Cohenca N. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review. *J. Endod* 2010; 36: 1919-31.
4. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1984;58:589-99
5. Bajaj P, Ahir B, Rane P. The *Radix Entomolaris* in mandibular molars: clinical approach in endodontics. *Int J Dent Case Rep*. 2014; 4:95-100.
6. Calberson FL, De Moor RJ, Deroose CA. The *Radix Entomolaris* and paramolaris: clinical approach in endodontics. *J Endod*. 2007 Jan;33(1):58-63. doi: 10.1016/j.joen.2006.05.007.
7. Souza-Flamini LE, Leoni GB, Chaves JF, Versiani MA, Cruz-Filho AM, Pécora JD, Sousa-Neto MD. The *Radix Entomolaris* and paramolaris: a micro-computed tomographic study of 3-rooted mandibular first molars. *J Endod*. 2014 Oct;40(10):1616-21. doi: 10.1016/j.joen.2014.03.012.
8. Carlsen O, Alexandersen V. Radix entomolaris: identification and morphology. *Scand J Dent Res*. 1990;98:363-73.

9. De Moor RJ, Deroose CA, Calberson FL. The *radix entomolaris* in mandibular first molars: an endodontic challenge. *Int Endod J* 2004;37:789–99.
10. Abella F, Mercadé M, Duran-Sindreu F, Roig M. Managing severe curvature of *radix entomolaris*: three-dimensional analysis with cone beam computed tomography. *Int Endod J*. 2011 Sep;44(9):876–85. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01898.x.
11. Carabelli G. Systematisches Handbuch der Zahnheilkunde, 2ª ed. Viena, Austria: Braumuller and Seidel 1844-114.
12. Bolk L. Bemerkungen über wurzelvariationen am menschlichen unteren molaren. *Zeitschrift für Morphol und Anthropol*. 1915;3:605–10.
13. Tratman EK. Three-rooted lower molars in man and their racial distribution. *British Dent J*. 1938;64:264–74.
14. Al-Qudah AA, Awawdeh LA. Root and canal morphology of mandibular first and second molar teeth in a Jordanian population. *Int Endod J*. 2009;42:775–84.
15. Al-Nazhan S. Incidence of four canals in root-canal-treated mandibular first molars in a Saudi Arabian sub-population. *Int Endod J*. 1999;32:49–52.
16. Çolak H, Özcan E, Hamidi MM. Prevalence of three-rooted mandibular permanent first molars among the Turkish population. *Niger J Clin Pract*. 2012;15:306–10
17. Suárez-Feito RM, Nuño-Mateo F, Fernández-Mondragón MP, Cueto-Suárez M, Peña-López JM, Fernández-Terán A. Distribución de los canales radiculares en los dientes de los asturianos. *Endodoncia*. 1995;13:115–22.
18. Curzon ME. Three-rooted mandibular permanent molars in English Caucasians. *J Dent Res*. 1973;52:18
19. Skidmore AE, Bjorndal AM. Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1971;32:778–84.
20. Ferraz JA, Pecora JD. Three-rooted mandibular molars in patients of Mongolian, Caucasian and Negro origin. *Braz Dent J*. 1993;3:113–7.
21. Ribeiro FC, Consolaro A. Importancia clínica y antropológica de la raíz distolingual en los molares inferiores permanentes. *Endodoncia*. 1997;15:72–5.
22. Kim Y, Roh BD, Shin Y, Kim BS, Choi YL, Ha A. Morphological Characteristics and Classification of Mandibular First Molars Having 2 Distal Roots or Canals: 3-Dimensional Biometric Analysis Using Cone-beam Computed Tomography in a Korean Population. *J Endod*. 2018 Jan;44(1):46–50. doi: 10.1016/j.joen.2017.08.005.
23. Zhang X, Xu N, Wang H, Yu Q. A Cone-beam Computed Tomographic Study of Apical Surgery-related Morphological Characteristics of the Distolingual Root in 3-rooted Mandibular First Molars in a Chinese Population. *J Endod*. 2017 Dec;43(12):2020–2024. doi: 10.1016/j.joen.2017.07.022.
24. Calberson FL, De Moor RJ, Deroose CA. The *radix entomolaris* and paramolaris: clinical approach in endodontics. *J Endod*. 2007;33:58–63.
25. Gu Y, Lu Q, Wang H, Ding Y, Wang P, Ni L. Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molars--part I: pulp floor and root canal system. *J Endod*. 2010;36(6):990–4.
26. Song JS, Kim SO, Choi BJ, Choi HJ, Son HK, Lee JH. Incidence and relationship of an additional root in the mandibular first permanent molar and primary molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;107:56–60.

Autor de correspondencia:

Elizabeth Delgado Sánchez

e-mail: elisabethdelgado80@hotmail.com

Recibido: 15-11-2024

Aceptado: 11-03-2025

Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

Accidente con hipoclorito de sodio: Reporte de un Caso

Sodium Hypochlorite Accident: Case Report

Santiago Jordán-Morales ¹

Pamela Machuca-Méndez ²

Fernanda Sacoto-Figueroa ³

¹ Odontólogo Especialista en Endodoncia

² Odontología, Universidad Católica de Cuenca.

³ Docente de pregrado en Endodoncia de la Facultad de Odontología en la Universidad Católica de Cuenca.

RESUMEN

El hipoclorito de sodio tiene una gran capacidad antimicrobiana y de disolución de tejidos, empleándose en concentraciones del 0.5% al 5.25%. Su manejo cuidadoso es crucial debido a su alcalinidad y propiedades irritantes. Este artículo presenta un caso de un paciente de 67 años con pulpitis irreversible sintomática en el diente 1.3. Durante la activación del hipoclorito ocurrió una extrusión inadvertida, donde el paciente sufrió dolor infraorbitario y sangrado abundante, resultando en un hematoma facial que se resolvió en 30 días. El diagnóstico mostró una falta de tabla cortical externa en el área afectada, permitiendo la extravasación del hipoclorito hacia los tejidos blandos. Esto resalta la importancia de una evaluación minuciosa y el uso de técnicas diagnósticas avanzadas, como la tomografía computarizada, para identificar complicaciones anatómicas antes del tratamiento. El manejo incluyó la suspensión inmediata del procedimiento, administración de antiinflamatorios y monitoreo del hematoma. Tras la resolución del hematoma y confirmación de la integridad de las estructuras adyacentes, el tratamiento endodóntico se completó exitosamente con técnicas menos invasivas y precauciones adicionales. Este caso subraya la necesidad de manejar el hipoclorito de sodio con precaución para evitar accidentes endodónticos y enfatiza la importancia de la tomografía computarizada en la planificación del tratamiento endodóntico. Las conclusiones sugieren que una evaluación detallada y la identificación de factores de riesgo anatómicos pueden prevenir complicaciones graves, mejorando la seguridad y eficacia del tratamiento.

Palabras Claves: Endodoncia, complicaciones endodónticas, tratamiento endodóntico hipoclorito de sodio, preparación del conducto radicular.

ABSTRACT

Sodium hypochlorite has a great antimicrobial capacity and tissue dissolution properties, and it is used in concentrations ranging from 0.5% to 5.25%. Careful handling is crucial due to its alkalinity and irritating properties. This article presents a case of a 67-year-old patient with symptomatic irreversible pulpitis in tooth 1.3. During the activation of the hypochlorite, an inadvertent extrusion occurred, leading the patient to experience infraorbital pain and significant bleeding, resulting in a facial hematoma that resolved within 30 days. The diagnosis revealed a lack of an external cortical plate in the affected area, allowing the extravasation of hypochlorite into the soft tissues. It underscores the importance of thorough evaluation and advanced diagnostic techniques, such as computed tomography, to identify anatomical complications before treatment. The management included the immediate suspension of the procedure, administration of anti-inflammatories, and monitoring of the hematoma. After resolving the hematoma and confirming the integrity of the adjacent structures, the endodontic treatment was completed using less invasive techniques and additional precautions. This case underscores the need to handle sodium hypochlorite with care to avoid endodontic accidents and emphasizes the importance of computed tomography in planning endodontic treatment. The conclusions suggest that a detailed evaluation and identification of anatomical risk factors can prevent serious complications, enhancing the safety and effectiveness of the treatment.

Keywords: Endodontics, sodium hypochlorite, preparation of the root canal.

INTRODUCCIÓN

En la terapia endodóntica, el hipoclorito de sodio (NaOCl) es uno de los compuestos más comúnmente utilizados para este fin debido a sus potentes propiedades antimicrobianas y su capacidad para disolver tejido necrosado y restos orgánicos. Según la Asociación Americana de Endodoncia, el hipoclorito de sodio es un líquido claro, altamente alcalino y pálido, que posee un gran potencial para disolver residuos, asegurando así una desinfección eficaz de los conductos radiculares y mejorando el éxito del tratamiento endodóntico (1).

Para comprender la efectividad de este irrigante en la desinfección de conductos radiculares, es importante conocer su composición, el objetivo de su uso y sus mecanismos de acción. Este compuesto se caracteriza por contener cloro en un estado de oxidación +1, lo que le confiere un alto potencial oxidante para sustancias orgánicas, inorgánicas y microorganismos (2).

El objetivo de cualquier procedimiento de terapia endodóntica es prevenir infecciones secundarias o la aparición de lesiones en la raíz. El NaOCl, utilizado en concentraciones entre 0.5 y 5.25%, es el irrigante estándar debido a su efectividad y bajo costo (3). A mayor concentración, mayor es su capacidad de disolución de tejidos, lo que puede ser beneficioso para limpiar el conducto radicular de manera más efectiva (2).

Los principales mecanismos de acción del NaOCl incluyen la saponificación, la oxidación y la cloraminación. La saponificación implica la acción del hipoclorito como solvente orgánico, degradando las grasas en glicerina y jabón (sales de ácidos grasos); esta acción facilita la limpieza de los conductos radiculares al descomponer los componentes grasos de los residuos orgánicos. Por otro lado, la oxidación del hipoclorito transforma los aminoácidos en aldehídos, modificando las proteínas bacterianas y del tejido, alterando su estructura y función, lo que contribuye a la eliminación de los microorganismos presentes en el conducto. Finalmente, la cloraminación ocurre cuando el cloro interactúa con grupos amino, desarrollando cloraminas que interfieren en el metabolismo celular de las bacterias, afectando la síntesis de proteínas bacterianas y otros procesos celulares críticos, lo que resulta en la muerte bacteriana (2).

Sin embargo, el uso de esta sustancia debe ser cuidadosamente controlado para evitar daños a los tejidos circundantes. Posee un pH de 11-12,5, siendo una solución alcalina y muy irritante debido a sus propiedades oxidantes y hemolíticas (3). Cuando entra en contacto con los tejidos circundantes del diente como mucosas, hueso alveolar, cemento radicular y ligamento radicular, los oxida rápidamente, causando ulceraciones, hemólisis y destrucción de células del epitelio, fibroblastos y neutrófilos, que son la primera línea de defensa del organismo (4). Su propiedad hemolítica, además de sus efectos

oxidantes sobre las proteínas, aumenta la permeabilidad vascular, causando edema y sangrado abundante en el canal radicular (3). Por sus propiedades bactericidas que permiten extraer fluidos tisulares mediante presión osmótica y desintegrar los tejidos al hidrolizar y oxidar cadenas proteicas, requiere precaución en su uso, ya que, al interactuar con tejidos orgánicos, se forma ácido hipocloroso con cloro activo, el cual oxida los grupos sulfhidrilo de las principales enzimas bacterianas y altera sus funciones metabólicas al sustituir sus cadenas de hidrógeno (4).

El NaOCl resulta indispensable en los tratamientos de conducto debido a su capacidad para desinfectar áreas donde la instrumentación puede no ser suficiente, especialmente en las zonas más profundas de los conductos radiculares. Este irrigante de primera elección destaca por sus propiedades antimicrobianas y su capacidad para disolver tejidos; sin embargo, su alto potencial de disolución no se limita solo al tejido necrótico, por lo que puede dañar tejido vital. Se han reportado daños en el ligamento periodontal al usarlo, incluso a bajas concentraciones (3). Una imprevista extravasación de hipoclorito por el foramen apical y/o una perforación inadvertida puede causar daño tisular significativo y sintomatología importante, conocido como "Accidente con hipoclorito de sodio". Se ha reportado que los especialistas en endodoncia han experimentado al menos un accidente con NaOCl a lo largo de su carrera, aunque algunos pueden no haber informado todos los incidentes debido a su naturaleza delicada o a la falta de síntomas graves (5).

Los tratamientos de endodoncia suelen generar disconformidad en los pacientes, siendo los accidentes con hipoclorito de sodio particularmente notables, por lo que es crucial estar preparado para cualquier eventualidad. Es fundamental discutir con el paciente las posibles complicaciones y obtener un consentimiento informado claro y concreto para cualquier intervención legal futura. Durante la práctica clínica, el odontólogo debe tomar precauciones como realizar un diagnóstico adecuado, utilizar aislamiento absoluto, emplear localizadores y agujas de irrigación adecuadas para minimizar el riesgo de accidentes (6).

En caso de ocurrir un accidente, se deberá informar al paciente y tranquilizarlo, controlar la situación y verificar su completa seguridad, de ser necesario, se tendrá que acudir a un tratamiento hospitalario; posterior a esto, se debe registrar el suceso y consultar con un asegurador, mantener contacto con el paciente vía telefónica para garantizar que recibió la atención médica adecuada e incluir toda la información pertinente si se va a referir a una atención secundaria (6).

Los accidentes con hipoclorito de sodio se deben manejar basándose en las circunstancias individuales en las que ocurre. El operador debe ser capaz de actuar rápidamente para intentar disminuir lo más po-

sible el daño a los tejidos y prevenir complicaciones. Si se realiza un manejo adecuado, el tratamiento de endodoncia puede ser exitoso. Debido a lo mencionado, el objetivo de la presentación de este caso es mostrar el manejo de un accidente con hipoclorito de sodio, las condiciones en las que ocurrió y el procedimiento que se llevó a cabo para su control.

INFORMACIÓN DEL PACIENTE

Sexo: Masculino

Edad: 67 años

Referencia: Acudió a consulta odontológica por caries extensa en zona cervical de la pieza 1.3

Diagnóstico: Pulpitis Irreversible Sintomática

Alergias: Alérgico a las Penicilinas

Tratamiento Inicial: Protocolo convencional de endodoncia

Aislamiento: Absoluto con dique de goma.

Anestesia: Infiltrativa, 1 cartucho de lidocaína al 2% con epinefrina 1:80000.

Complicaciones: Dolor intenso en la zona infraorbitaria y abundante sangrado durante la activación con Endoactivador, hematoma en la zona infraorbitaria y mucosa circundante del diente.

Intervención de Emergencia: Control de Hemorragia: Solución salina y cerrado de la cavidad con cemento provisional sin eugenol Cavit® (3M, USA).

Evolución: Hematoma desapareció completamente después de 30 días

Reanudación del Tratamiento: Protocolo de Irrigación: Hipoclorito de Sodio al 5% y suero fisiológico, con disminución de la longitud de ingreso durante la activación.

Obturación: Técnica de cono único con cemento biocerámico BioRoot® RCS (Septodont, Francia).

Cierre: Cavidad cerrada con provisional Cavit® para posterior restauración definitiva.

Estudio Complementario: Tomografía mostró ausencia de tabla cortical externa, explicando la profundidad de la extrusión del hipoclorito y la aparición de la sintomatología

PRESENTACIÓN DE CASO CLÍNICO

Paciente de sexo masculino de 67 años que acude referido a la consulta odontológica por presentar caries extensa en zona cervical de la pieza 1.3. Se le realizó un examen clínico y radiográfico junto con la prueba de sensibilidad pulpar al frío, obteniendo un diagnóstico de Pulpitis Irreversible Sintomática. Empleando anestesia infiltrativa con 1 cartucho de lidocaína al 2% con epinefrina 1:80000 y aislamiento absoluto con dique de goma, se comenzó el protocolo convencional de endodoncia: apertura, localización, instrumentación con pre-serie e instrumentos rotatorios recipro-

cantes para la instrumentación mecanizada utilizando limas Blue S1® (Fanta-Dental), alcanzando una conicidad y diámetro de 40.04 para el protocolo de irrigación se emplearon agujas de salida lateral, hipoclorito de sodio al 5% y suero fisiológico para reducir la concentración. Durante la activación con el Endoactivador, el paciente manifestó dolor intenso en la zona infraorbitaria y presentó abundante sangrado; inmediatamente se realizó el control de la hemorragia con solución salina y cerrado de la cavidad con cemento provisional sin eugenol Cavit® (3M). Posteriormente se observó la manifestación de hematoma en la zona infraorbitaria y en la mucosa que rodea al diente (Fig. 1a y b). Se prosiguió inmediatamente con la administración de una ampolla de 8mg/12ml de Dexametasona intramuscular y la prescripción de Analgésicos antiinflamatorios: Paracetamol 500 mg cada 6 horas durante 3 días, Ibuprofeno 600 mg cada 8 horas durante 3 días. Antibióticos: Clindamicina de 300 mg cada 8 horas durante 7 días, debido a que el paciente es alérgico a las Penicilinas, y la aplicación de una pomada de Poliéster mucopolisacárido del ácido sulfúrico al 0.300% en todo el rostro. Durante los siguientes días se llevó a cabo un control fotográfico del caso, en donde el paciente siempre permaneció asintomático (Fig. 2a, b, c y d). Pasados los 30 días después del accidente, el hematoma había desaparecido en su totalidad (Fig. 3), por lo que se retomó el tratamiento de endodoncia. Se empleó nuevamente el protocolo de irrigación con hipoclorito al 5% y suero fisiológico, disminuyendo la longitud de ingreso al momento de la activación. Para la obturación final se empleó la técnica de cono único con cemento biocerámico BioRoot® RCS y, dado que fue un paciente referido, se cerró la cavidad con provisional Cavit® para su posterior restauración definitiva (Fig. 4). Como estudio complementario para analizar las posibles causas del accidente, se realizó una tomografía del paciente, en el que se observó que no cuenta con tabla cortical externa (Fig. 5), lo cual explica la profundidad de la extrusión del hipoclorito y la aparición de la sintomatología.



Figura 1. a) Fotografía zona infraorbitaria b) Fotografía mucosa alrededor del diente.



Figura 2. a y b) Control fotográfico 2 días posterior al accidente c y d) Control fotográfico 8 días posterior al accidente



Figura 3. Fotografía 30 días después del accidente



Figura 4. Obturación final



Figura 5. Tomografía Computarizada, se observa ausencia de tabla cortical externa

DISCUSIÓN

El NaOCl es un desinfectante comúnmente utilizado en odontología por ser altamente efectivo como agente antimicrobiano, esto lo vuelve indispensable para el resultado exitoso de los tratamientos endodónticos; sin embargo, si no se utiliza adecuadamente puede ocasionar accidentes significativos, como lesiones graves o daños en las estructuras. Se analizarán los riesgos intrínsecos de esta sustancia desinfectante y su manejo, tipos de accidentes más reportados y protocolos a emplear en caso de que ocurran para disminuir en mayor medida posible los efectos secundarios.

En el caso descrito, se utilizó una tomografía computarizada para investigar las posibles causas de la extrusión de hipoclorito de sodio, revelando que el paciente carecía de tabla cortical ósea externa. Según Salvadori *et al.* (7) la tomografía computarizada es fundamental para identificar la causa de los accidentes cuando la anatomía endodóntica es compleja o hay defectos óseos, factores que puede contribuir a la extrusión de hipoclorito hacia los tejidos

circundantes. Se destaca la importancia del uso de la Tomografía Computarizada cuando no se tiene con certeza la etiología del accidente, en casos donde la anatomía endodóntica es confusa o existe la presencia de defectos óseos como los relatados, dado que estos son factores de riesgo en la ocurrencia de accidentes de extrusión de hipoclorito de sodio a tejidos circundantes.

Además, se reportó la aparición de un hematoma en la zona infraorbitaria; esta situación es esperada, ya que estudios confirman que la aparición de hematomas faciales es común en accidentes con hipoclorito de sodio, pudiendo ocurrir de manera inmediata o después de unas horas; también se podría presentar parestesia o necrosis tisular en ciertas ocasiones (7). Sin embargo, luego del control de la hemorragia, el paciente se mantuvo asintomático durante todo el proceso, desapareciendo el hematoma completamente después de 30 días, lo que refuerza la evaluación de que el incidente tuvo una gravedad baja. Puesto que, según los estudios, al presentar síntomas leves tales como equimosis limitada, ausencia de complicaciones respiratorias o neurológicas y la desaparición de la hinchazón en un periodo corto de tiempo, se lo considera como un caso de baja gravedad (7).

En el presente reporte, se determinó que la causa del incidente fue la falta de la tabla cortical ósea externa; de manera similar, en el reporte de Salvadori, M *et al.* (7) se describe un accidente causado por una fenestración apical. Ambos diagnósticos son defectos óseos que contribuyen a la ocurrencia de accidentes durante procedimientos endodónticos.

Según Vivekananda Pai AR (8), describe que existe una mayor predisposición del género femenino a tener accidentes con hipoclorito de sodio, ya que presentan menor grosor y densidad ósea en comparación con los hombres, lo cual no concuerda con lo ocurrido en este reporte debido a que el paciente es de género masculino y, sin embargo, no cuenta con una densidad ósea adecuada.

Por otro lado, se ha observado que en pacientes de mayor edad existe un mayor riesgo de extrusión de hipoclorito hacia el seno maxilar; esto se debe a que el hueso alveolar es más delgado y las raíces dirigidas hacia esa área anatómica tienen solo una fina membrana ósea como barrera, que puede ser fácilmente afectada en caso de una extrusión accidental debido a su baja resistencia (8); este factor de riesgo es relevante en el presente caso, ya que el paciente tiene 67 años.

Los autores Khandelwal A & Ajitha P (9) describen que la aparición temprana de sintomatología y signos clínicos son características de un accidente con hipoclorito de sodio. Se manifiesta en los pacientes un dolor grave, una inflamación de comienzo agudo que se

distribuye de forma extendida, incluso sobrepasando el área de la pieza afectada dentro y fuera de la cavidad oral, pudiendo llegar hasta la zona orbitaria del mismo lado, ocasionando un hematoma facial extenso, daño sensorial o motor y trismo, así como la aparición de coloración en glóbulos oculares en la córnea, dolor y visión nublada están asociados a accidentes con hipoclorito durante el tratamiento en incisivos centrales y caninos maxilares (9). Estas descripciones coinciden con la sintomatología que manifestó el paciente. Sin embargo, pese a que era un diente del maxilar, no se vio afectada el área ocular en cuanto a la visión y permaneció asintomático durante su recuperación.

Los investigadores asimismo establecen un protocolo para manejar lesiones leves causadas por hipoclorito de sodio. Recomiendan irrigar los conductos con solución salina para diluir el químico y administrar analgésicos de manera inmediata para aliviar el dolor del paciente (9). Este enfoque coincide con las acciones realizadas por el especialista en el caso descrito, quien no solo siguió el protocolo de irrigación y analgesia, sino que también implementó un seguimiento exhaustivo durante 30 días para asegurar la recuperación completa de los tejidos afectados. El control prolongado permitió monitorear la evolución del paciente y garantizar que no surgieran complicaciones adicionales, contribuyendo a una recuperación efectiva y minimizando los riesgos a largo plazo.

Se sugieren adicionalmente que, al retomar el tratamiento de endodoncia tras un accidente con hipoclorito de sodio, se debería considerar el uso de un irrigante diferente para evitar riesgos adicionales (9). Sin embargo, en el caso descrito, se decidió continuar utilizando hipoclorito debido a sus superiores propiedades antimicrobianas, esenciales para la desinfección efectiva de los conductos radiculares.

A pesar de ello, se tomaron medidas de precaución para minimizar riesgos, como la reducción de la longitud de inserción durante la activación del irrigante. Estas medidas precautorias resultaron efectivas, ya que se evitó la ocurrencia de accidentes adicionales y no surgieron complicaciones. La vigilancia continua y el ajuste en la técnica permitieron que el tratamiento avanzara sin más incidentes, garantizando así una recuperación segura del paciente.

Alrahabi *et al.*, (10) analizan diversos aspectos de los errores en la práctica clínica de endodoncia y destacan que el riesgo de accidentes con hipoclorito de sodio es mayor en pacientes atendidos en el ámbito de salud pública en comparación con aquellos que reciben atención privada, y que este riesgo no tiene asociación con la edad del operador o de la persona atendida. En el caso clínico presentado, se observa una coincidencia con esta observación, dado que el incidente ocurrió en un entorno de salud pública. Un factor crucial

en este contexto fue la ausencia de estudios radiográficos y otros exámenes complementarios antes de la intervención. La falta de estas evaluaciones previas impidió la detección temprana del fallo óseo de la tabla cortical externa del paciente, lo que podría haber prevenido el accidente. Este hallazgo resalta la importancia de implementar medidas de diagnóstico exhaustivas y la utilización de tecnología avanzada en el ámbito de la salud pública, para reducir el riesgo de complicaciones y mejorar la seguridad del paciente durante los procedimientos endodónticos. De poder acceder a ellos, se debe priorizar el uso de tecnología avanzada como Tomografías Computarizadas o sistemas rotatorios, ya que serían eficaces para disminuir los errores durante el procedimiento. Los expertos también señalan que se debe trabajar desde el comienzo con el apoyo de exámenes complementarios como las radiografías para detectar, en caso de que existan, alteraciones en la anatomía y morfología de raíces y conductos, para realizar un diagnóstico certero y comprobar la extensión del acceso en la apertura e instrumentación, previniendo errores como formación de escalones o perforaciones (10). Basado en la evolución y las complicaciones del caso presentado, es esencial tomar las precauciones necesarias al establecer la longitud de trabajo durante la activación del hipoclorito.

La activación del hipoclorito de sodio es un paso clave para el éxito del tratamiento de conducto si se toman las precauciones necesarias. Los autores Bucay Ati LK *et al.* (11) concuerdan con este enunciado, refieren que la activación del hipoclorito facilita su distribución en los conductos radiculares, destrucción de los componentes bacterianos y la remoción y limpieza de residuos inorgánicos que pudieron quedar después de instrumentar.

Para la activación de hipoclorito existen mecanismos sónicos y ultrasónicos. El mecanismo sónico actúa empleando ciclos vibratorios bajos que crean extensiones mayores si lo comparan con el mecanismo ultrasónico. Estas extensiones evitan la desfiguración y desgarramiento de las paredes del conducto (11). En el tratamiento endodóntico examinado, se empleó un endoactivador para la activación del hipoclorito de sodio, una técnica clave para mejorar la eficacia del irrigante. El endoactivador es un dispositivo sónico que genera vibraciones dentro del conducto radicular, optimizando la limpieza y la desinfección al facilitar la penetración del hipoclorito en áreas difíciles de alcanzar. A diferencia de otros métodos, el endoactivador no produce cortes en la dentina, sino que trabaja en conjunto con la pieza de mano para generar vibraciones sónicas que provocan cavitación y sonido. Estas vibraciones permiten una mejor limpieza del biofilm y del barrillo dentinario al alcanzar áreas complejas del conducto (11). En el caso en cuestión, el uso del endoactivador fue clave para la efectividad del tratamiento final; no obstante, el manejo adecuado de la activación es crucial

para evitar complicaciones. Considerando que es tal su alcance de descontaminación al fondo del conducto, que es eficaz para remover barrillo y residuos de conductos laterales, istmos, anastomosis y deltas, lo cual mejora las circunstancias para una obturación efectiva (11). La activación del hipoclorito con el endoactivador, a pesar de sus ventajas, debe ser realizada con precaución para minimizar el riesgo de extrusión del irrigante más allá del ápice del conducto, lo que en este caso se abordó mediante la reducción de la longitud de activación para prevenir accidentes y garantizar la seguridad del procedimiento.

Esta activación sónica junto con la ultrasónica eleva las características de limpieza del hipoclorito al 5%, y pese a que la activación ultrasónica parece ser más utilizada en la clínica, no se describen diferencias que detallen cual es mejor (11).

El uso de instrumental rotatorio durante los tratamientos de endodoncia es un paso clave en la efectividad en la limpieza y conformación del conducto, además de que acortan el tiempo de trabajo si se lo compara con los métodos manuales. Así mismo, ayuda a una mejor remoción del tejido, mejora la precisión en la preparación, disminuye el riesgo de fractura y provoca un menor daño a la dentina. Los autores Selen Küçükkaya Eren S *et al.* (12) explican que los sistemas rotatorios, como los reciprocantes, son igual de eficientes al momento de disminuir los microorganismos durante la preparación del conducto, sin embargo, ninguno los elimina por completo. A este aspecto, los autores Silveira CMM *et al.* (13), agregan que, independientemente del método de instrumentación, ya sea de rotación continua, manuales o reciprocantes, se puede producir una extrusión de residuos apicales sin importar el irrigante empleado.

Después del protocolo de instrumentación e irrigación, aún pueden quedar bacterias como *Enterococcus faecalis*, en parte responsable de los fracasos en los tratamientos de endodoncia, y su biopelícula y proteína aumentan la cantidad de residuos. Por ende, la activación del irrigante disminuye significativamente la posibilidad de extrusiones, dado que elimina la capa de esmalte consolidada en zonas que no se llegó a instrumentar (12).

Por último, en caso de ocurrir el accidente, recomiendan reportarlo en el archivo del lugar donde se trabajó o en el archivo local; esto para generar conversaciones, estudio y retroalimentación, lo cual servirá para la capacitación de otros profesionales y así disminuir considerablemente los incidentes (10).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Muñoz-Padilla MB, Vega-Martínez VA, Sánchez-Sandoval PA. Eficacia del hipoclorito de sodio en irrigación de conductos radiculares. *Red Inf Cient* [Internet]. 2023 Nov 15. [citado 2024 May 02]; 102(2 Sup): 1-9. Disponible en: <https://revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/4412>
2. Rochenszwalb-Muñoz R, Figueroa-Naranjo L. Comparación de la concentración de hipoclorito de sodio en la atención dental entre dentistas generales y especialistas en endodoncia. *Av Odontostomatol* [Internet]. 2023 Dic 25 [citado 2024 May 02]; 39(5): 230-40. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852023000500005&lng=es. Epub 25-Dic-2023
3. Marín Botero ML, Gómez Gómez B, Cano Orozco AD, Cruz López S, Castañeda Peláez DA, Castillo Castillo EY. Hipoclorito de sodio como irrigante de conductos. Caso clínico, y revisión de literatura. *Av Odontostomatol* [Internet]. 2020 May 18 [citado 2024 May 02]; 35(1): 33-43. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852019000100005&lng=es.
4. Orozco Ariza J, Álvarez Rodríguez C, Díaz Caballero A. Infiltración accidental de hipoclorito de sodio en endodoncia: diagnóstico y tratamiento. *Ustasalud* [Internet]. 2023 Ago 8 [citado 2024 May 02]; 22(2): 115-9. Disponible en: http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/USTASALUD_ODON%20TOLOGI%20A/article/view/2923
5. Psimma Z, Boutsoukis C. A critical view on sodium hypochlorite accidents. *ENDO EPT* [Internet]. 2019 May 17 [citado 2024 May 05]; volumen 13 (2): 165-175. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/333263900_A_critical_view_on_sodium_hypochlorite_accidents
6. Kanagasingam, S, Blum IR. Sodium Hypochlorite Extrusion Accidents: Management and Medico-Legal Considerations. *Prim Dent J* [Internet]. 2020 Nov 23 [citado 2024 May 05]; 9(4): 59-63. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2050168420963308>
7. Salvadori, M.; Venturi, G, Bertolotti, P, Francinelli, J, Tonini, R, Garo, ML, et al. Sodium Hypochlorite Accident during Canal Treatment: Report of Four Cases Documented According to New Standards. *Appl. Sci.* [Internet]. 2022 Ago 26 [citado 2024 May 05]; 12 (17): 8525. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/17/8525>
8. Vivekananda Pai AR. Factors influencing the occurrence and progress of sodium hypochlorite accident: A narrative and update review. *J Conserv Dent* [Internet]. 2022 Dic 8 [citado 2024 May 05]; 26(1): 3-11. Disponible en: https://journals.lww.com/jcde/fulltext/2023/26010/factors_influencing_the_occurrence_and_progress_of.2.aspx
9. Khandelwal A, Ajitha P. Management of Sodium Hypochlorite Accident – Clinical Practice Guidelines. *Drug Invention Today* [Internet]. 2020 Mar 27 [citado 2024 May 20]; 13 (6): 1216-9. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/347885696_Management_of_Sodium_Hypochlorite_Accident_-_Clinical_Practice_Guidelines
10. Alrahabi M, Zafar MS, Adanir N. Aspects of Clinical Malpractice in Endodontics. *Eur J Dent.* [Internet]. 2019 Dic 3 [citado 2024 May 24]; 13(3): 450-458. Disponible en: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1700767>
11. Bucay Ati LK, Arteaga Aizprua LE, Dau Villafuerte RF, Salazar Lazo MB. Eficacia de la activación del hipoclorito de sodio mediante el uso de ultrasonido sónico y ultrasónico. *Revisión Bibliográfica. RECIMUNDO* [Internet]. 17 mar.2023 [citado 2024 Jun.24]; 7(1):229-36. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/1946>
12. Küçükkaya Eren S, Uzunoğlu-Özyürek E, Karahan S. Influence of reciprocating and rotary instrumentation on microbial reduction: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Restor Dent Endod.* [Internet]. 2021 Mar 10 [citado 2024 Jun 24]; 46(2): e19. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8170383/>
13. Silveira CMM, Pimpão MV, Fernandes LA, Westphalen VPD, Cavenago BC, Carneiro E. Influence of Different Irrigation Solutions and Instrumentation Techniques on the Amount of Apically Extruded Debris. *Eur Endod J* [Internet]. 2019 Nov 19 [citado 2024 Jun 24]; 4(3):122-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32161898/>

Autor de correspondencia:

Pamela Machuca Méndez
e-mail: pamela.machuca.33@est.ucacue.edu.ec

Recibido: 16/09/2024

Aceptado: 18/03/2025

Los autores declaran no presentar conflicto de interés.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

1. GENERAL

La revista "Canal Abierto" es el órgano oficial de difusión científica de la Sociedad de Endodoncia de Chile (SECH), publicada semestralmente desde su creación en el año 2000 (Abril y Octubre). Está incluida en Latindex desde el año 2020.

"Canal Abierto" publica artículos originales de investigación, revisiones sistemáticas y reportes clínicos que no han sido publicados previamente, ni se encuentren pendientes para posible publicación.

Se aceptan para publicación trabajos escritos en Español o Inglés.

Es responsabilidad del/los autor(es) declarar si el manuscrito ha sido presentado oralmente o como póster, detallando nombre del evento, fecha, lugar y organización a cargo.

Los trabajos enviados deben ajustarse a los "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals", establecidos por el International Committee of Medical Journal Editors en www.icmje.org.

Es responsabilidad del/los autor(es), obtener los permisos correspondientes en los comités de ética respectivos y consentimiento escrito de los participantes de estudios clínicos o para el reporte de casos clínicos, el cual debe estar declarado en el manuscrito enviado. Además, debe contar con la autorización correspondiente para incluir material que haya sido publicado previamente en otro medio.

Los estudios que involucren experimentación con seres humanos deberán cumplir con la Declaración de Helsinki de 1975, y contar con la aprobación del Comité de Ética de su Institución.

En el caso de experimentación con animales, el/los autor(es) deberán indicar que se han cumplido y aprobado las normativas nacionales o internacionales e institucionales para el cuidado y uso de animales de laboratorio.

El/los autor(es) que envíen sus artículos autorizan expresamente su publicación en la versión digital de la revista "Canal Abierto", en el sitio web de la Sociedad de Endodoncia de Chile y en otros soportes informáticos y manifiestan estar en conocimiento de que esta publicación es de acceso libre.

2. PRESENTACIÓN DE LA PUBLICACIÓN

Los artículos deben ser dirigidos al Director/a de la revista, y enviados al correo electrónico: canalabierto@socendochile.cl.

2.1. FORMATO

Todos los archivos de texto deben presentarse en formato Word Microsoft Office sin protección contra escritura. El documento debe ser de tamaño carta, con márgenes de 2,5 cm. La fuente debe ser Arial tamaño 12, color negro, con interlineado 1.5, márgenes justificados y páginas numeradas. Los certificados, actas, autorizaciones y declaraciones deben presentarse en formato PDF en la sección Anexos.

Las figuras deben enviarse todas juntas en un archivo separado del manuscrito en formato JPEG. Todas las figuras deben haber sido nombradas en el texto del manuscrito.

Las leyendas de las figuras deben ir en el mismo archivo de las figuras. Las tablas deben ir al final del archivo del manuscrito con sus respectivos títulos y leyendas, si corresponde.

La primera vez que se use una abreviatura en el manuscrito, deberá ir precedida por el término sin abreviar, seguido de la abreviatura entre paréntesis, a menos que sea una unidad de medida estándar. No se permite el uso de abreviaturas en el resumen.

Cuando se menciona un instrumento, insumo, droga, hardware, software, etc. se deberá acompañar con el nombre del fabricante, ciudad y país de la compañía entre paréntesis.

La extensión máxima para los artículos originales y para las revisiones sistemáticas será de 12 páginas, y para los reportes clínicos 10 páginas, sin considerar figuras, tablas ni referencias bibliográficas.

2.2. ESTRUCTURA

2.2.1. PRESENTACIÓN:

Toda publicación debe incluir una carta al Director/a, que incluya la siguiente información:

a. Formato o tipo de artículo: Artículos de investigación, Reporte de casos clínicos o Revisión sistemática.

b. Título: Debe coincidir exactamente con el título indicado en la publicación. Debe presentarse en Español e Inglés.

c. Identificación del/los autor(es): Nombre, ORCID y afiliación completa. Solo deben considerarse autor/es quienes cumplan con las recomendaciones de ICMJE con respecto al rol de autor/es. Quienes hayan contribuido en el desarrollo del artículo, sin cumplir con estos criterios, puede ser citado en la sección de Agradecimientos, para reconocer su aporte en el desarrollo de la investigación.

d. Declaración de conflicto de interés del autor/es.

e. Información de contacto del autor de correspondencia (corresponding author): Nombre, dirección postal y dirección de correo electrónico. Sólo el autor por correspondencia puede solicitar información al Director/a de la revista con respecto al estado de revisión, o enviar las correcciones necesarias del artículo.

f. La(s) fuente(s) de ayuda y financiamiento: debe mencionarse el apoyo financiero institucional, privado y corporativo, además de los proveedores de equipos, medicamentos e insumos gratuitos o a valores preferenciales, incluyendo, entre paréntesis, ciudad, región o estado y país.

2.2.2. ARTÍCULOS ORIGINALES

Deben aportar nuevos datos clínicos o de investigación básica relacionada con la especialidad y ajustarse al siguiente esquema:

a. Título: Breve y representativo del contenido (no debe incluir siglas), en español e inglés. Extensión máxima 90 caracteres, incluidos espacios.

b. Resumen y palabras clave (español e inglés): Resumen estructurado, de no más de 250 palabras en español e inglés que refleje con precisión el contenido del artículo, su justificación científica y las consecuencias prácticas de los resultados.

Debe considerar: Introducción, objetivo, material y método, resultados y conclusiones.

Seleccionar hasta 5 palabras clave en español e inglés.

c. Texto Principal Manuscrito: Debe tener las secciones de Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusión.

Introducción: Debe presentar en forma resumida el problema a investigar, la justificación del problema con la debida evidencia que respalde lo contenido ahí. Además, en el último párrafo debe estar claramente definido el objetivo que persigue el estudio.

Material y método: Especificar el detalle de la metodología, equipamiento, software estadístico y procedimientos realizados con detalle suficiente como para que puedan ser reproducidos por otros investigadores. Incluir indicadores estadísticos, cuando sea posible.

Resultados: Deben ser presentados en una secuencia lógica, y en caso de ser necesario utilizar tablas y figuras, las cuales deben estar citadas en el texto del manuscrito. En esta sección no se debe interpretar las observaciones efectuadas.

Discusión: Realizar una interpretación crítica de los resultados obtenidos, contrastándolos con la información contenida en la literatura científica mundial. Deben enfatizarse los aspectos nuevos e importantes del estudio.

Conclusión: En el último párrafo referirse brevemente a las conclusiones obtenidas, las cuales deben estar basadas en los resultados del estudio.

d. Agradecimientos: Sólo mencionar a profesionales o instituciones que hayan contribuido en forma significativa a la realización del trabajo.

e. Referencias bibliográficas: Numerar las referencias o citas bibliográficas correlativamente por el orden que se citen en el texto, tablas y leyendas de las figuras, identificándolas mediante números arábigos, colocados entre paréntesis, según el estilo propuesto por la National Library of Medicine (www.nlm.nih.gov) en "Citing Medicine" 2^o edición. Los títulos de los journals deben ser abreviados de acuerdo a la lista indexada por MEDLINE publicada por la NLM.

f. Tablas: Numerar las tablas consecutivamente (número arábico) según el orden en que aparecen mencionadas en el texto. Cada tabla debe tener un título breve y puede incluir una explicación abreviada al pie de la tabla. Deben ir todas al final del archivo del manuscrito principal, con sus títulos y pie de página.

g. Figuras: sólo se aceptarán imágenes con calidad adecuada para impresión, en formato JPEG. Las microfotografías deberán tener indicadores internos de escala. Los símbolos, flechas o letras usados en las microfotografías deberán contrastar con el fon-

do. Numerar imágenes (Número arábico) consecutivamente siguiendo el orden de aparición en el texto. Las imágenes deben venir con título breve y explicativo, y si requiere con explicación a pie de página. Si se utiliza una figura previamente publicada, debe mencionarse la fuente original.

2.2.3. REVISIONES SISTEMÁTICAS

Suponen la actualización de un tema concreto, desde el punto de vista crítico, científico y objetivo. Se sugiere la redacción según pauta PRISMA (<https://www.prisma-statement.org/>), ajustándose a la siguiente estructura:

a. Título: Breve y representativo del contenido (no debe incluir siglas), en español e inglés. Debe especificar que se trata de una revisión sistemática, metaanálisis o ambos. Extensión máxima 90 caracteres, incluidos espacios.

b. Resumen y palabras clave: Resumen estructurado, de no más de 250 palabras en español e inglés. Debe incluir introducción, objetivo, metodología (criterios de elegibilidad y exclusión de estudios, evaluación, métodos de síntesis), resultados, discusión y conclusiones.

c. Introducción: Debe incluir la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento científico sobre el tema y la pregunta de investigación que se desea resolver.

d. Metodología: Debe incluir el protocolo de revisión y registro, criterios de elegibilidad, fuentes de información y búsqueda, selección de estudios (flowchart), evaluación de los estudios, extracción de datos, lista de datos, medidas de resumen, síntesis de resultados y análisis adicionales.

e. Resultados: Debe incluir el número de estudios evaluados e incluidos, síntesis de los resultados y análisis adicionales. Debe considerar la presentación de al menos una tabla de las características generales de los estudios incluidos.

f. Discusión: Debe incluir un resumen de los principales hallazgos, considerando su relevancia práctica; las limitaciones de los estudios y resultados.

g. Conclusiones: debe presentar las conclusiones basadas en los hallazgos de la revisión y las implicancias para futuras investigaciones.

h. Las referencias bibliográficas, tablas y figuras deben cumplir las mismas normas que en los artículos originales.

2.2.4. REPORTE CLÍNICO

Reporte de casos poco frecuentes o que aporten nuevos conceptos terapéuticos. Se sugiere adecuarse al checklist de CARE

<https://www.care-statement.org/checklist>

Usando el siguiente esquema:

a. Título: Breve y representativo del contenido (no debe incluir siglas), en español e inglés. Debe contener las palabras "informe de caso". Extensión máxima 90 caracteres, incluidos espacios.

b. Resumen y palabras clave: Resumen de no más de 250 palabras en español e inglés que refleje con precisión el contenido del artículo.

Debe proporcionar el contexto o antecedentes del problema clínico, el aporte del caso específico al tema, una descripción breve de hallazgos, síntomas y signos relevantes; diagnóstico, abordaje, resultado y conclusiones. Seleccionar hasta 5 palabras clave en español e inglés.

c. Introducción: Incluir la evidencia científica mundial sobre el problema clínico.

d. Información del paciente: Debe incluir todos los antecedentes que sean relevantes para el diagnóstico, pronóstico, decisiones terapéuticas, resultados y conclusiones, resguardando la confidencialidad del paciente.

e. Presentación del caso clínico: Detallar de manera replicable el desarrollo de la evaluación, diagnóstico y tratamiento. Todo instrumental e insumos utilizados deben mencionarse acompañados del nombre y dirección del fabricante entre paréntesis.

f. Discusión: Realizar una interpretación crítica de los resultados obtenidos, contrastándolos con la información contenida en la literatura científica mundial. Deben enfatizarse los aspectos nuevos e importantes del caso clínico. En el último párrafo referirse brevemente a las conclusiones obtenidas.

g. Perspectiva del paciente: Puede incluirse el relato de la experiencia del paciente durante el proceso.

h. Las referencias bibliográficas, tablas y figuras deben cumplir las mismas normas que en los artículos originales.

2.2.5. CARTAS AL DIRECTOR

Esta sección está destinada a facilitar a los lectores un mecanismo para compartir comentarios, preguntas y críticas constructivas, relacionadas con los artículos publicados o con los tópicos que atañen a la revista. La extensión de las cartas no debe exceder las 300 palabras. El autor de la carta deberá declarar cualquier conflicto de interés. Las cartas recibidas serán remitidas a los autores del artículo mencionado, para permitir la posibilidad de responder en el mismo número en que aparece la carta. El Comité Editorial de la revista posee el derecho de modificar las cartas, para respetar corrección gramatical, pero no puede modificar su contenido. Pendiente política de almacenamiento de cartas.

3. EVALUACIÓN DE LA PUBLICACIÓN

3.1. REVISIÓN DEL COMITÉ EDITORIAL

Los trabajos recibidos serán evaluados por el Comité Editorial, quienes verificarán los siguientes criterios:

- Relevancia del trabajo para el objetivo de la revista. Originalidad.
- Calidad de la investigación.
- Contribución a la evidencia científica.
- Potencial de citación.

Los manuscritos que cumplan con los criterios antes señalados, serán derivados a revisión de pares. Para manuscritos presentados por uno

o más miembros del Comité Editorial, el Director solicitará la evaluación de un Editor externo.

3.2. REVISIÓN DE PARES y ACEPTACIÓN DE TRABAJOS.

Los trabajos aprobados por el Comité Editorial serán sometidos a una evaluación ciega por pares evaluadores, quienes clasificarán los trabajos en 4 categorías:

a. Apto para publicación.

b. Aceptado con modificaciones menores: se sugerirán modificaciones de forma y se realizará una segunda revisión por parte de un editor.

c. Requiere modificaciones mayores: se sugieren modificaciones de fondo y requiere una segunda revisión por parte de pares evaluadores.

d. No apto para publicación.

Los pares evaluadores tendrán un plazo de 30 días corridos para entregar su revisión y veredicto.

En caso de solicitar modificaciones, será informado al autor correspondiente para enviar el manuscrito modificado en los plazos que sean señalados.

La decisión final de publicación será realizada por el director/a y se basará en las revisiones y sugerencias de los pares evaluadores.

Los manuscritos aceptados serán publicados según los tiempos de recepción, revisión, aceptación y procesos editoriales internos, en las ediciones de Abril u Octubre de cada año de la revista.

Consultas: canalabierto@socendochile.cl.



V COCHIDE Y XV CUMBRE SELA

SE PARTE DE UN GRAN
EVENTO CIENTÍFICO Y SOCIAL

Conferencias de alto nivel Capítulo Científico
Itinerario turístico Hands on



**CUMBRE SELA
SANTIAGO DE CHILE
2025**



Uruguay



Venezuela



Argentina



Perú



Chile



Costa Rica



Honduras



Guatemala



Nicaragua



Panamá



Brasil



Ecuador



Paraguay



Colombia



República Dominicana



Bolivia



México

Más Información

info@socendochile.cl

Instagram @socendochile

26 al 28 de Junio 2025

Lugar: Hotel Intercontinental

