

REVISTA ODONTOLÓGICA MEXICANA ÓRGANO OFICIAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA UNAM

VOL. 29 NÚM. 3

EDITORIAL

Agresión sinérgica a la mucosa oral: el rol emergente
del vapeo y el alcohol

*Synergistic Aggression to the Oral Mucosa: The Emerging Role
of Vaping and Alcohol*

INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Prevalencia de periodontitis apical crónica en pacientes diabéticos
atendidos en una clínica de endodoncia

*Prevalence of Chronic Apical Periodontitis Among Diabetic Patients
Attending an Endodontics Clinic*

Comparación de la estabilidad de color en resinas bisacrílicas

Comparison of Colour Stability in Bis-Acrylic Resins

CASO CLÍNICO

Rehabilitación mínimamente invasiva y aditiva en paciente
con pérdida de la dimensión vertical

*Minimally Invasive and Additive Rehabilitation in a Patient
with Loss of Vertical Dimension*

Tracción de canino retenido mediante dispositivo de anclaje óseo.

Reporte de un caso

Retained Canine Traction by Bone Anchorage Device. A Case Report

Distalización con minitornillo en maloclusión Clase III
y mordida abierta anterior: Reporte de caso

*Distalization with Miniscrew in Class III Malocclusion
and Anterior Open Bite: A Case Report*

Simulación de fractura de minitornillos al insertarlos en el cuerpo
mandibular, a través de un análisis de elementos finitos

*Simulation of Mini-screw Fracture when Inserted into the Mandibular Body,
through Finite Element Analysis*





REVISTA ODONTOLÓGICA MEXICANA

ÓRGANO OFICIAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA UNAM



Universidad Nacional Autónoma de México

Leonardo Lomelí Vanegas
RECTOR

Patricia Dolores Dávila Aranda
SECRETARIA GENERAL

Tomás Humberto Rubio Pérez
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Diana Tamara Martínez Ruiz
SECRETARIA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

Facultad de Odontología

Francisco Javier Marichi Rodríguez
DIRECTOR

Nicolás Pacheco Guerrero
SECRETARIO GENERAL

Rosa Eugenia Vera Serna
SECRETARIA ACADÉMICA

Alejandro Alonso Moctezuma
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO DE INVESTIGACIÓN**

Janeth Serrano Bello
SUBJEFA DE INVESTIGACIÓN

Revista Odontológica Mexicana

Órgano Oficial de la Facultad de Odontología UNAM

Dayanira Lorelay Hernández Nava
EDITOR EN JEFE

Diana Ivette Rivera Reza
EDITORA

Consejo editorial

Higinio Arzate (México)
Javier de la Fuente Hernández (México)
Enrique Luis Graue Wiechers (México)

Juan Pedro Laclette San Román (México)
Jaime Martuscelli Quintana (México)
José Ignacio Santos Preciado (México)

Comité Editorial

Laura Acosta Torres
Fátima del Carmen Aguilar Díaz
María Isabel Aguilar Laurents
Octavio Álvarez Fregoso
Marco Antonio Álvarez Pérez
Cecilia Carlota Barrera Ortega
Joaquín Canseco Jiménez
Vicente Cuairán Ruidiaz
César Augusto Esquivel Chirino
Teresa I. Fortoul Van der Goes
Guadalupe García de la Torre
María del Carmen García Peña
Gloria Gutiérrez Venegas
Carlos Hernández Hernández
María Esther Irigoyen Camacho
Luis Felipe Jiménez García

Eduardo Llamosas Hernández
Ma. Guadalupe Marín González
Juan Ángel Martínez Loza
Arcelia Meléndez Ocampo
Javier Nieto Gutiérrez
Mónica Ortiz Villagómez
Javier Portilla Robertson
Rebeca Romo Pinales
Sergio Sánchez García
Teresa Leonor Sánchez Pérez
Rossana Sentiés Castellá
Doroteo Vargas López
Ricardo Vera Graziano
María del Carmen Villanueva Vilchis
María Cristina Sifuentes Valenzuela
Jacqueline Adelina Rodríguez Chávez

Traductoras: Getsemaní Sinaí Villanueva Amador
Fabiola Hernández Girón

Revista Odontológica Mexicana Órgano oficial de la Facultad de Odontología UNAM. Vol. 29, Núm. 3, Julio-Septiembre 2025. Fecha de publicación 17 de diciembre de 2025. Es una publicación trimestral editada y distribuida por la Facultad de Odontología de la UNAM, con dirección en Ciudad Universitaria, Avenida Universidad 3000, Circuito interior s/n, Col. Copilco El Bajo, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510 Ciudad de México, México. Tel. 5623-2207, <https://revistas.unam.mx/index.php/rom>, revodontologiamexicana@gmail.com. Editora en Jefe: Dayanira Lorelay Hernández Nava. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo Núm. 04-2004-092209312400-102, ISSN impreso 1870-199X, ISSN electrónico en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública. Certificado de Licitud de Título y Contenido en Trámite.



REVISTA ODONTOLÓGICA MEXICANA

ÓRGANO OFICIAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA UNAM



CONTENIDO

EDITORIAL

- 1 Agresión sinérgica a la mucosa oral: el rol emergente del vapeo y el alcohol
- 1 *Synergistic Aggression to the Oral Mucosa: The Emerging Role of Vaping and Alcohol*
Raúl Andrés Montes-García

INVESTIGACIÓN ORIGINAL

- 4 Prevalencia de periodontitis apical crónica en pacientes diabéticos atendidos en una clínica de endodoncia
- 4 *Prevalence of Chronic Apical Periodontitis Among Diabetic Patients Attending an Endodontics Clinic*
Enrique Gerardo Chávez-Bolado, Erika Heredia-Ponce, Elba Carolina Ortiz-Tizcareño
- 12 Comparación de la estabilidad de color en resinas bisacrílicas
- 12 *Comparison of Colour Stability in Bis-Acryl Resins*
Alan Alejandro De Jesús Villarreal-González, Rubén Romero-Herrera, Uriel Soto-Barreras, David Gutiérrez-Sánchez

CASO CLÍNICO

- 21 Rehabilitación mínimamente invasiva y aditiva en paciente con pérdida de la dimensión vertical
- 20 *Minimally Invasive and Additive Rehabilitation in a Patient with Loss of Vertical Dimension*
Juan Armando Guerreros-Tapia, Rony Christian Hidalgo-Lostaunau
- 29 Tracción de canino retenido mediante dispositivo de anclaje óseo. Reporte de un caso
- 28 *Retained Canine Traction by Bone Anchorage Device. A Case Report*
Andrea Ordaz-Martínez, José David Ortiz-Sánchez



REVISTA ODONTOLÓGICA MEXICANA

ÓRGANO OFICIAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA UNAM



39 Distalización con minitornillo en maloclusión Clase III y mordida abierta anterior:

38 Reporte de caso

Distalization with Miniscrew in Class III Malocclusion and Anterior Open Bite:

A Case Report

David Bautista-Martínez

49 Simulación de fractura de minitornillos al insertarlos en el cuerpo mandibular,
a través de un análisis de elementos finitos

48 *Simulation of Mini-screw Fracture when Inserted into the Mandibular Body,
through Finite Element Analysis*

Camila María Mendoza-Escobar, Víctor Manuel Araujo-Monsalvo, Ricardo Ondarza-Rovira, Salvador García-López



Editorial

Agresión sinérgica a la mucosa oral: el rol emergente del vapeo y el alcohol

Raúl Andrés Montes-García

Odontólogo general. Miembro del grupo de investigación de salud familiar de la Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-8389-012X>

Autor de correspondencia:

Raúl Andrés Montes-García

E-mail: raulmontesag@unimagdalena.edu.co

Recibido: 5 agosto 2025

Aceptado: 20 agosto 2025

Citar como:

Montes-García RA. Agresión sinérgica a la mucosa oral: el rol emergente del vapeo y el alcohol [Synergistic Aggression to the Oral Mucosa: The Emerging Role of Vaping and Alcohol]. *Rev Odontol Mex.* 2025; 29(3): 1-3. DOI: 10.22201/fo.1870199xp.2025.29.3.92370

En 2020 se registraron 377.713 casos nuevos de cáncer oral con 177.757 muertes estimadas, adquiriendo la posición décima octava de las neoplasias malignas más comunes a nivel mundial¹. Esta cifra refleja un importante problema de salud pública, agravado por el hecho de que muchos pacientes son diagnosticados en etapas avanzadas de la enfermedad, lo que aumenta considerablemente las tasas de morbilidad y mortalidad².

Actualmente, el carcinoma oral de células escamosas representa el 90% de los casos de cáncer en la cavidad oral, una estadística que no puede pasarse por alto. Estas lesiones pueden emerger de forma espontánea o estar precedidas por condiciones clínicas reconocidas por su potencial maligno. No obstante, el riesgo de progresión hacia una neoplasia no es uniforme: varía según factores derivados del paciente y características particulares de la lesión. A pesar de los avances diagnósticos, el tabaco continúa como un agente decisivo en este proceso, ya sea fumado o sin humo, al potenciar tanto la aparición del cáncer como la transformación de lesiones premalignas².



De forma consecuente, aunque su papel oncogénico está ampliamente demostrado, el consumo de tabaco tradicional ha seguido una curva descendente en las últimas décadas. Según datos del *National Health Interview Survey* la prevalencia de adultos fumadores en Estados Unidos cayó de un 20.9 % en 2005³ a 11.5 % en 2021⁴, una disminución atribuida a campañas de prevención, políticas sanitarias efectivas y mayor acceso a programas de cesación. Esta tendencia decreciente ha sido constante en diversos grupos poblacionales, aunque persisten desigualdades estructurales en comunidades vulnerables. De mantenerse esta trayectoria, el tabaquismo convencional podría alcanzar niveles históricamente bajos, sin que ello signifique que su impacto sobre la salud oral haya perdido vigencia³.

En contraste, los cigarrillos electrónicos o vapeadores muestran una preocupante tendencia ascendente en la población adulta de Estados Unidos. Según datos del *National Health Interview Survey*, el porcentaje de adultos que los utilizan aumentó de un 4.5 % en 2019 a un 6.5 % en 2023, con un repunte especialmente marcado entre los jóvenes de 21 a 24 años, donde el consumo alcanzó el 15.5 %⁵. Lo anterior no responde a una sustitución inofensiva del tabaco, sino a una rápida normalización del vapeo, impulsada por su presentación atractiva y la percepción errónea de menor riesgo. El patrón de crecimiento revela que los cigarrillos electrónicos no solo están ganando terreno, sino también entre quienes abandonaron el tabaco tradicional. La curva creciente exige atención urgente desde la salud pública, ya que el vapeo lejos de ser una moda pasajera se está consolidando como un nuevo y potente vehículo de adicción⁵.

La nueva evidencia refuerza esta preocupación: el uso de cigarrillos electrónicos no es inocuo para la mucosa oral. Estudios recientes han demostrado que la exposición al aerosol o líquido de estos dispositivos puede inducir daño directo en el ADN de las células orales, incluyendo la formación de aductos, estrés oxidativo, roturas de doble cadena, apoptosis y alteraciones en la expresión génica. Además, se han identificado biomarcadores de genotoxicidad en usuarios de vapeo, como niveles elevados de nitrosaminas y acroleína, así como anomalías celulares compatibles con procesos premalignos. Aunque se requieren estudios longitudinales para establecer una relación causal definitiva, estos hallazgos apuntan al vapeo como un posible agente iniciador en la carcinogénesis oral.

Adicionalmente, diversos estudios han demostrado que el alcohol no solo actúa como irritante crónico de la mucosa oral, sino que además potencia la acción carcinogénica de otros agentes como el tabaco o, en contextos actuales, el vapor de cigarrillos electrónicos. El metabolismo del etanol produce acetaldehído, un compuesto altamente mutagénico que interfiere directamente con el ADN celular, promueve errores de reparación y altera la expresión de genes involucrados en el control del ciclo celular. Además, el alcohol incrementa la permeabilidad epitelial, facilitando la entrada de toxinas y carcinógenos ambientales hacia capas más profundas del epitelio, exacerbando así el daño tisular. La sinergia entre el alcohol y otros agentes nocivos resulta en un microambiente ideal para la aparición de lesiones potencialmente malignas y su posterior transformación en cáncer, especialmente en tejidos expuestos crónicamente como la cavidad oral⁶.

Pese al cúmulo de evidencia preclínica que señala alteraciones morfológicas, genéticas y funcionales en la mucosa oral inducidas por el uso de cigarrillos electrónicos especialmente cuando se combina con alcohol, la comunidad científica aún no ha respondido con la urgencia que dicho fenómeno amerita. La aparición temprana de lesiones potencialmente malignas en individuos jóvenes, muchos sin antecedentes tradicionales de consumo de tabaco, plantea un nuevo patrón epidemiológico que exige ser documentado y comprendido a fondo. Sin embargo, la literatura sigue careciendo de estudios longitudinales, registros clínicos detallados y reportes de caso que reflejen este cambio alarmante. Es imperativo generar conocimiento que permita

construir evidencia sólida y contextualizada, capaz de influir en guías clínicas, políticas de salud pública y estrategias preventivas. No podemos esperar décadas para confirmar una sospecha que ya muestra signos clínicos, histopatológicos y moleculares suficientemente inquietantes.

La evolución reciente en el perfil clínico del cáncer oral sugiere un desplazamiento preocupante: desde una enfermedad tradicionalmente asociada a adultos mayores con consumo crónico de tabaco y alcohol, hacia una población cada vez más joven, sin antecedentes clásicos de riesgo, pero con exposición continua a nuevos agresores como los cigarrillos electrónicos y el alcohol recreacional. Es una tendencia emergente, sustentada por reportes de caso, estudios *in vitro* y observaciones clínicas recientes, permite plantear un modelo de transición epidemiológica que advierte tres momentos clave: una fase clásica (adultos mayores con hábitos nocivos acumulativos), una fase de transición (jóvenes expuestos a nuevas sustancias de forma episódica pero intensa), y una fase proactiva de vigilancia (basada en registros clínicos, tamizajes dirigidos y guías adaptadas a una nueva realidad). Esta propuesta busca generar un llamado de atención a la comunidad científica para que se reconozca, documente y aborde el perfil cambiante del cáncer oral desde una perspectiva de prevención, detección temprana e intervención oportuna.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, *et al.* Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2021; 71(3): 209-249. DOI: 10.3322/caac.21660
2. Gallagher KPD, Vargas PA, Santos-Silva AR. The use of E-cigarettes as a risk factor for oral potentially malignant disorders and oral cancer: a rapid review of clinical evidence. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2024; 29(1):e18. DOI: 10.4317/medoral.26042
3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Tobacco use among adults--United States, 2005. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2006; 55(42): 1145-1148. PMID: 17065979
4. Cornelius ME, Loretan CG, Jamal A, Lynn BCD, Mayer M, *et al.* Tobacco product use among adults – United States, 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2023; 72(22): 475-483. DOI: 10.15585/mmwr.mm7218a1
5. Vahratian A, Briones EM, Jamal A, Marynak KL. Electronic cigarette use among adults in the United States, 2019-2023. *NCHS Data Briefs*, (524) January 2025. Disponible en: <https://www.cdc.gov/nchs/data/databriefs/db524.pdf>
6. Morse DE, Psoter WJ, Cleveland D, Cohen D, Mohit-Tabatabai M, Kosis DL, *et al.* Smoking and drinking in relation to oral cancer and oral epithelial dysplasia. *Cancer Causes Control.* 2007; 18(9): 919-927. DOI: 10.1007/s10552-007-9026-4



Investigación original

Prevalencia de periodontitis apical crónica en pacientes diabéticos atendidos en una clínica de endodoncia

Enrique Gerardo Chávez-Bolado¹, Erika Heredia-Ponce²,
Elba Carolina Ortiz-Tizcareño³

¹ Profesor adscrito de la especialidad de Endodoncia. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://orcid.org/0009-0007-0046-2490>

² Profesora adscrita. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://orcid.org/0000-0003-1245-8089>

³ Egresada de la especialidad de Endodoncia. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://orcid.org/0009-0005-1800-889X>

Autor de correspondencia:

CD. EE. Elba Carolina Ortiz-Tizcareño

E-mail: elbaortizca@hotmail.com

Recibido: 12 febrero 2025

Aceptado: 20 agosto 2025

Citar como:

Chávez-Bolado EG, Heredia-Ponce E, Ortiz-Tizcareño EC. Periodontitis apical crónica en pacientes diabéticos atendidos en una clínica de Endodoncia [Prevalence of Chronic Apical Periodontitis Among Diabetic Patients Attending an Endodontics Clinic]. *Rev Odontol Mex.* 2025; 29(3): 4-11. DOI: 10.22201/fo.1870199xp.2025.29.3.89918

RESUMEN

Introducción: la diabetes mellitus es uno de los trastornos metabólicos más comunes en México. El estado hiperglucémico que la caracteriza puede causar diversas alteraciones en el tejido pulpar y dar pie al establecimiento de patologías periapicales, particularmente de periodontitis apical crónica. **Objetivo:** determinar la prevalencia de periodontitis apical crónica en pacientes



diabéticos y no diabéticos de la Clínica de Recepción y Diagnóstico y de la Clínica de Endodoncia de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología, UNAM entre 2015-2020. **Materiales y métodos:** se realizó un estudio transversal descriptivo y analítico. Se examinaron 190 ortopantomografías digitales y expedientes clínicos adquiridos a partir de la base de datos de la Clínica de Recepción y Diagnóstico y de la Clínica de Endodoncia, obtenidas a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia de pacientes diabéticos y no diabéticos de ≥ 40 años. Se evaluó el historial de diabetes, número de dientes con periodontitis apical crónica, presencia de tratamiento de conductos previo, número de dientes con periodontitis apical crónica asociada a tratamiento de conductos previo y el grado de periodontitis apical crónica, que se determinó utilizando la escala del índice periapical. **Resultados:** la prevalencia de periodontitis apical crónica fue de 61.6%. De estos, el 16.3% fueron pacientes no diabéticos y el 45.3% pacientes diabéticos, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre grupos ($p=0.240$). **Conclusiones:** no se observaron diferencias estadísticas significativas en la prevalencia de periodontitis apical crónica, el grado de lesión según la escala del índice periapical y la presencia de periodontitis apical crónica con tratamiento de conductos previo entre pacientes diabéticos y no diabéticos. Se recomienda en investigaciones posteriores, considerar el control glucémico de los pacientes al momento de su ingreso y el tiempo de evolución de la diabetes.

Palabras clave: diabetes mellitus, endodoncia, periodontitis apical crónica, tratamiento de conductos, tratamiento endodóncico, índice periapical.

INTRODUCCIÓN

La Diabetes Mellitus (DM) es uno de los trastornos metabólicos más comunes; México se encuentra entre los 10 países con mayor prevalencia a nivel mundial, según la *International Diabetes Federation* (IDF)¹. La prevalencia total de diabetes en adultos mexicanos es del 18.3%, lo que incluye tanto casos diagnosticados (12.6%) como no diagnosticados (5.8%)². La principal característica de la DM es la hiperglucemia; sin embargo, la desregulación metabólica asociada a DM conduce a cambios fisiopatológicos secundarios en varios órganos, especialmente en los ojos, riñones, nervios, corazón y los vasos sanguíneos^{3,4}.

En el contexto endodóncico, la hiperglucemia puede causar diversas alteraciones en el tejido pulpar, principalmente ocasionadas por la circulación colateral deteriorada que conduce a un mayor riesgo de necrosis pulpar por isquemia⁵. En adición, los altos niveles de glucosa inhiben la función de los macrófagos, lo cual resulta en un estado inflamatorio que dificulta la proliferación celular del huésped y la cicatrización de las heridas⁶. Esto, entre otros factores, da pie al establecimiento de lesiones periapicales, particularmente de periodontitis apical crónica (PAC), que se define como *“la inflamación y destrucción del tejido periapical ocasionada por la evolución de patologías pulpares previas, sin resolución. Se presenta como un área radiolúcida apical y en ausencia de sintomatología clínica”*⁷.

Anteriormente, se ha evaluado la presencia de PAC en pacientes con DM. A pesar de que se han observado resultados controvertidos en modelos humanos, existe evidencia de un mayor riesgo de una respuesta de defensa deficiente a los patógenos en el tejido periapical, además de una mayor predisposición a la persistencia de lesiones tras el tratamiento de conductos (TC)⁸. Por lo tanto, el propósito del presente estudio fue determinar la prevalencia de PAC en pacientes diabéticos en la Clínica de Endodoncia de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

(DEPeI) de la Facultad de Odontología (FO), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) entre 2015-2020.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio transversal descriptivo y analítico, considerando los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, y de acuerdo con los principios de Helsinki vertidos en el reglamento de la Ley General de Salud. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la FO UNAM con el número: CIE/0102/02/2022. Se revisaron 190 expedientes clínicos de la Clínica de Recepción y Diagnóstico (CRED) y de la Clínica de Endodoncia, entre 2015 y 2020. La selección de los expedientes se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los criterios de inclusión fueron: expedientes que contaran con registros en ambas clínicas (CRED y Clínica de Endodoncia), expedientes que correspondieran a pacientes con diabetes tipo 2 bajo tratamiento médico, y que incluyeran a personas de 40 años o más. Se excluyeron los expedientes de pacientes embarazadas y de aquellos pacientes que no contaran con ortopantomografía inicial o que presentaran imágenes de calidad deficiente.

Las variables incluidas en el estudio fueron: género (*femenino/masculino*), edad (*años cumplidos*), historial de diabetes (*diabético tipo 2 bajo tratamiento médico/no diabético, con base en el expediente de la CRED*), número de dientes con PAC, presencia de TC previo (*presente/ausente*) y número de dientes con PAC asociados a TC previo. El estado periapical se evaluó mediante el uso del índice periapical (PAI, por sus siglas en inglés) que es un sistema de puntuación para el registro de la periodontitis apical en radiografías, el cual proporciona una escala ordinal de 5 puntuaciones: 1 (*saludable*), 2 (*pequeños cambios en la estructura ósea periapical*), 3 (*cambios en la estructura ósea periapical con cierta pérdida mineral*), 4 (*destrucción periapical con área radiolúcida bien definida*) y 5 (*periodontitis severa con características exacerbadas*)^{5,9,10}. Las evaluaciones se llevaron a cabo por un observador (Prueba Kappa inter-observador 0.70). Se realizó un análisis descriptivo para cada una de las variables involucradas, para conocer las diferencias entre la prevalencia de periodontitis apical crónica en pacientes diabéticos y pacientes no diabéticos se realizó una prueba de χ^2 al 95% de confianza. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software estadístico IBM® SPSS® Statistics (Versión 11; SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

RESULTADOS

Se revisaron en total 190 expedientes de pacientes que acudieron a la Clínica de Endodoncia; de los cuales, el 57.4% de la población fueron mujeres y el 42.6 % fueron hombres. El promedio de edad de la población fue de 61.9 ± 10.5 . No se observaron diferencias estadísticas significativas por edad y género ($p=0.209$). En cuanto a la frecuencia y distribución de los pacientes diabéticos, el 76.3% de la población ($n=145$) presentó esta condición. Las mujeres mostraron la mayor prevalencia (63.4%) en comparación con los pacientes del género masculino (36.6%) ($p=0.002$). En cuanto a la distribución por edad en pacientes diabéticos, tampoco se observaron diferencias estadísticas significativas ($p=0.213$).

Del total de pacientes que acuden a la clínica de endodoncia, se observó que el 38.4% tuvieron periápice sano y el 61.6% presentó algún grado de PAC. Al realizar la asociación entre la diabetes y la PAC, encontramos que de los pacientes con PAC, el 76.3% fueron pacientes

diabéticos y el 23.7% fueron pacientes no diabéticos (Tabla 1). No se observaron diferencias estadísticas significativas en la prevalencia de PAC en pacientes diabéticos, comparados con los pacientes no diabéticos ($p=0.240$).

Tabla 1. Relación entre la diabetes y la periodontitis apical crónica de los pacientes que acuden a la clínica de Endodoncia de la DEPel, UNAM entre 2015-2020

	Pacientes no diabéticos		Pacientes diabéticos		Total	
	n	%	n	%	n	%
PS	14	7.4	59	31.0	73	38.4
PAC	31	16.3	86	45.3	117	61.6
Total	45	23.7	145	76.3	190	100

PS: Periápice sano, PAC: Periodontitis Apical Crónica, n: muestra, %: porcentaje Prueba $\chi^2= 1.33$ $p= 0.240$.

En el análisis de asociación entre diabetes y el grado de lesión por PAC se observó que, en pacientes no diabéticos, la lesión por PAC más prevalente fue la PAI 3 (11.6%), seguida de las puntuaciones PAI 1 y PAI 4 (ambas 4.2%), luego PAI 2 (3.2%) y finalmente PAI 5 (0.5%). Así mismo, en la población con diabetes se encontró que la lesión más prevalente por PAC fue la PAI 3 (27.9%), seguida de las puntuaciones PAI 2 y PAI 4 con 17.9% y 12.1%, respectivamente; la puntuación PAI 5 presentó un 5.3% de prevalencia, mientras que la PAI 1 fue 13.2%. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el grado de lesión según la escala PAI ($p = 0.350$) (Tabla 2).

Tabla 2. Relación entre la diabetes y el grado de lesión por PAC según la escala PAI, de los pacientes que acuden a la clínica de Endodoncia de la DEPel, UNAM entre 2015-2020

Escala PAI	Pacientes no diabéticos		Pacientes diabéticos		Total	
	n	%	n	%	n	%
1	8	4.2	25	13.2	33	17.4
2	6	3.2	34	17.9	40	21.1
3	22	11.6	53	27.9	75	39.5
4	8	4.2	23	12.1	31	16.3
5	1	0.5	10	5.3	11	5.8
Total	45	23.7	145	76.3	190	100.0

Escala PAI: 1-saludable, 2- pequeños cambios en la estructura ósea periapical, 3-cambios en la estructura ósea periapical con cierta pérdida mineral, 4-destrucción periapical con área radiolúcida bien definida, 5-periodontitis severa con características exacerbadas. n: muestra, %: porcentaje, Prueba $\chi^2= 4.37$ $p= 0.350$

En el análisis de la relación entre diabetes y el número de dientes afectados con PAC asociada a TC previo, se observó que en los pacientes no diabéticos, el 15.8% no presentó dientes afectados, el 6.8% tuvo un diente con PAC asociada a TC, y solo el 1.1% presentó dos dientes afectados. En ningún caso se observaron tres dientes con esta condición. En la población con diabetes, el 59.5% no presentó dientes afectados con PAC asociada a TC, el 13.2% tuvo un diente afectado, el 3.2% presentó dos dientes con esta condición y el 0.5% presentó tres dientes afectados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p = 0.350$) (Tabla 3).

Tabla 3. Relación entre la diabetes y número de dientes afectados con PAC y TC previo, de los pacientes que acuden a la clínica de Endodoncia de la DEPeI, UNAM entre 2015-2020.

Número de dientes	Pacientes no diabéticos		Pacientes diabéticos		Total	
	n	%	n	%	n	%
0	30	15.8	113	59.5	143	75.3
1	13	6.8	25	13.2	38	20.0
2	2	1.1	6	3.2	8	4.2
3	0	0.0	1	0.5	1	0.5
Total	45	23.7	145	76.3	190	100.0

PAC: Periodontitis Apical Crónica, TC: tratamiento de conductos, n: muestra, %: porcentaje, Prueba $\chi^2 = 3.22$ $p = 0.350$

DISCUSIÓN

En México, la DM representa uno de los principales problemas de salud pública. “De acuerdo con los datos de mortalidad, en 2020 se reportaron 1,086,743 fallecimientos, de los cuales 14% (151,019) correspondieron a defunciones por diabetes mellitus”¹¹. En cuanto a la DM por género, en el presente estudio se observó que el 63.4% de las mujeres eran diabéticas en comparación con los hombres (36.6%). Esto va en relación con lo reportado en la ENSANUT 2018, donde se menciona que la diabetes se presenta más comúnmente en mujeres (11.4%), que en hombres (9.1%). García *et al.*,¹³ en 2021, señalan que esto se debe a los cambios metabólicos secundarios a la menopausia, que favorecen la obesidad, que a su vez favorece la aparición de DM. La población de este estudio presentó una media de edad de 61.9 ± 10.5 , así que podría pensarse que la mayoría de las mujeres ya habrían pasado por los cambios relacionados con la menopausia y el descenso de los estrógenos^{12,13}.

En contraste, en 2019 la IDF indica que, a nivel mundial, la prevalencia calculada de diabetes en mujeres es ligeramente menor que en hombres (9.0% frente al 9.6%). Sin embargo, “un mayor número de muertes se asocia con la diabetes en mujeres (2.3 millones) que en hombres (1.9 millones). Esto a causa de que la diabetes se asocia con una amplia variedad de enfermedades cardiovasculares que conjuntamente comprenden la causa principal de la morbilidad y la mortalidad en las personas con diabetes”¹⁴. El riesgo relativo de estas enfermedades es entre 25-50% mayor en mujeres¹³.

En cuanto a la presencia de PAC, se encontró que el 61.6% de la población mostraba algún grado de PAC en al menos un diente, mientras que el 38.4% no presentaba lesiones. Esto se acerca mucho a hallazgos reportados en 2015 por Segura-Egea *et al.*¹⁵ quienes mencionan que en España la presencia de PAC va desde el 34% hasta 61% de los individuos y del 2.8% a 4.2% de los dientes. La concordancia con estos resultados podría deberse a la similitud de las poblaciones, ya que ambas fueron obtenidas a partir de registros de pacientes que acudían por atención odontológica a una universidad. Es posible que tanto en ese como en el presente estudio, el nivel socioeconómico de las poblaciones fuera bajo, asumiendo que las instituciones de educación mantienen una cuota de recuperación de los servicios que ofrecen; es decir, los costos son menores a los que se ofrecen en los servicios privados. Es por tanto una porción de la población que busca opciones para la atención y para quienes en muchas ocasiones la salud bucal no suele ser una prioridad. Esto cobra importancia, no sólo porque limita el plan de tratamiento, sino también el acompañamiento y seguimiento de los tratamientos realizados.

En adición, tanto en el presente estudio como en el de Segura-Egea *et al.*¹⁵, se utilizó la misma escala para medir la prevalencia de PAC (escala PAI).

En este sentido, al analizar la severidad de la PAC utilizando la escala PAI, la puntuación más comúnmente encontrada fue la 3 (39.5%), seguida de la 2 (21.1%) y la 1 (17.4%). Al asociar el grado de lesión por PAC con la presencia de diabetes no se encontraron diferencias significativas entre pacientes diabéticos y no diabéticos. Estudios previos realizados por López-López *et al.* en 2011¹⁶ y Alsomadi en 2017¹⁰, utilizaron esta misma escala para determinar la presencia/ausencia de PAC a partir de la puntuación número 3. Ambos estudios reportaron que los pacientes diabéticos mostraron una mayor prevalencia de PAC que los controles. Sin embargo, los resultados no fueron significativos. En otros estudios como el de Segura-Egea *et al.*¹⁷ en 2019, tampoco se encontró asociación significativa entre PAC y DM, y se sugiere realizar estudios prospectivos para confirmar si existe o no una relación entre ambas patologías. De igual forma, dos revisiones sistemáticas de la literatura, Tiburcio-Machado *et al.*¹⁸ en 2017 y Ríos Osorio *et al.*¹⁹ en 2020 indican que, aunque existe una fuerte conexión con la presencia de DM, así como la persistencia y presencia de PAC, aún son necesarias investigaciones clínicas bien diseñadas con adecuadas metodologías para elucidar la influencia de la DM tipo 2 en la evolución de las patologías pulpares y periapicales.

Los resultados de la literatura actual aún son escasos e incipientes y la evidencia para tal asociación aún no es concluyente. Si bien, esto concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio, se debe mencionar que existieron algunas limitaciones dado el número reducido de pacientes que fue posible evaluar, como las diferencias entre el número de pacientes diabéticos y no diabéticos. Tampoco se pudieron controlar algunas otras variables como el tiempo de evolución de la diabetes, control glucémico y enfermedades sistémicas no diagnosticadas en los pacientes reportados como no diabéticos.

Por otro lado, Segura-Egea *et al.*²⁰ en 2016 y Ríos-Osorio *et al.*¹⁹ en 2020, mencionan que la DM está significativamente asociada con una mayor prevalencia de PAC en dientes tratados endodóncicamente^{20,19}. En el presente estudio también se recabaron datos con respecto a la prevalencia PAC y TC previo, y se encontró que el 24.7% de los casos hubo desde 1 hasta 3 dientes afectados en el mismo paciente. Al asociar esta condición con la DM se observó que el 6.8% de los pacientes no diabéticos presentaban un diente afectado y el 1.1% dos dientes. En pacientes diabéticos se encontró un diente afectado en el 13.2% de los casos, dos dientes en el 3.2% de los casos y 3 dientes en menos del 1%. Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los grupos. Esto contrasta con los resultados de algunos estudios que investigaban la posible relación entre la DM y la supervivencia de los dientes tratados con endodoncia. Tres de ellos, Mindiola *et al.*²¹ en 2006, Ng *et al.*²² en 2011 y, Wang *et al.*²³ en 2011, encontraron una relación significativa entre la diabetes y la extracción de dientes tratados endodóncicamente. Además, un metaanálisis y una revisión sistemática, realizadas ambas por Segura-Egea *et al.*^{20,17} en 2016 y 2019 respectivamente, concluyen que los pacientes diabéticos tienen una prevalencia significativamente mayor de lesiones periapicales asociadas con los dientes obturados, en comparación con los sujetos control.

Es importante mencionar que algunos de los estudios que muestran un aumento de lesiones periapicales en pacientes diabéticos se centran fundamentalmente en pacientes diabéticos tipo 1, que se asocian, en la mayoría de los casos, a un mayor número de años de progresión de la enfermedad, así como en pacientes con niveles glucémicos no controlados. En el presente estudio se evaluaron diabéticos tipo 2, y se incluyeron únicamente pacientes que reportaran niveles de glucemia controlados, condición que puede influir en los resultados.

CONCLUSIONES

En el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticas significativas que sugieran que hay una relación entre la DM y la PAC. Es importante resaltar que en este estudio la prevalencia de DM fue mayor en mujeres. Se recomienda para futuras investigaciones tomar en cuenta el control glucémico de los pacientes al momento de su ingreso y el tiempo de evolución de la DM con la finalidad de tener un mayor control de los pacientes a su ingreso en la CRED, como toma de presión y glucosa, indagar sobre el tiempo de evolución de las enfermedades y solicitar pruebas de laboratorio a pacientes que estén sistémicamente comprometidos para un mejor diagnóstico y pronóstico del tratamiento o con fines de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Uc-Tun MF, Vega-Lizama EM, Alvarado-Cárdenas G, López Villanueva ME, Ramírez Salomón MA, Castro Salazar G. Patologías pulpares y periapicales en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Rev Odontol Latinoam*. 2016; 8(1): 13-19. Disponible en: <https://www.odontologia.uady.mx/revistas/rol/pdf/V08N1p13.pdf>
2. Basto-Abreu A, López-Olmedo N, Rojas-Martínez R, Aguilar-Salinas CA, Moreno-Banda GL, Carnalla M, et al. Prevalencia de prediabetes y diabetes en México: Ensanut 2022. *Salud Publica Mex*. 2023; 65(supl.1): s163-s168. DOI: 10.21149/14832
3. Rozman C. *Compendio de medicina Interna*. 5a ed. Barcelona: Elsevier; 2014.
4. Powers AC. Diabetes mellitus: diagnosis, classification, and pathophysiology. En: Kasper DL, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Loscalzo J (eds). *Harrison's principles of internal medicine v 2* (pp. 2399-2407). 19 ed. New York: Mc Graw Hill Education, 2016.
5. Limeira FIR, Arantes DC, de Souza Oliveira C, de Melo DP, Magalhães CS, Bento PM. Root canal treatment and apical periodontitis in a Brazilian population with type 1 diabetes mellitus: A cross-sectional paired study. *J Endod*. 2020; 46(6): 756-762. DOI: 10.1016/j.joen.2020.02.010
6. Hargreaves KM, Goodis HE. Chapter 20. Interrelationship of pulp and systemic disease. Endocrine disorders: diabetes. En: Hargreaves KM, Goodis HE, Tay FR (eds). *Seltzer and Bender's dental pulp* (pp. 484-486). 2 ed. Chicago: Quintessence; 2012.
7. García Guerrero CC, Marroquín Peñaloza TY. Guidelines for clinical diagnostic of pulp and periapical pathologies. Adapted and updated version of the "Consensus conference recommended diagnostic terminology" published by the American Association of Endodontists (2009). *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*. 2015; 26(2): 398-424. DOI: 10.17533/udea.rfo.14776
8. Lima SMF, Grisi DC, Kogawa EM, Franco OL, Peixoto VC, Gonçalves-Júnior JF, et al. Diabetes mellitus and inflammatory pulpal and periapical disease: A review. *Int Endod J*. 2013; 46(8): 700-9. DOI: 10.1111/iej.12072
9. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: A scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Dent Traumatol*. 1986; 2(1): 20-34. DOI: 10.1111/j.1600-9657.1986.tb00119.x
10. Alsomadi L. Apical periodontitis and endodontic treatment in patients with type II diabetes mellitus: Comparative cross-sectional survey. *J Contemp Dent Pract*. 2017; 18(5): 358-362. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-2046
11. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Estadísticas a propósito del Día mundial de la diabetes (14 de noviembre). *Comunicado de prensa* (645/21), noviembre 12, 2021. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP_Diabetes2021.pdf

12. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. Presentación de resultados*. Disponible en: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/docs/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf
13. García de Lucas MD, Jiménez Millán AI. Mujer y diabetes mellitus. *Med Clin (Barc)*. 2021; 156(12): 606-8. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-mujer-diabetes-mellitus-S0025775321000385>
14. International Diabetes Federation. *Diabetes atlas*, 9a ed. Bruselas: IDF; 2019. Disponible en: <https://diabetesatlas.org/es/resources/previous-editions/>
15. Segura-Egea JJ, Martín-González J, Castellanos-Cosano L. Endodontic medicine: connections between apical periodontitis and systemic diseases. *Int Endod J*. 2015; 48(10): 933-951. DOI: 10.1111/iej.12507
16. López-López J, Jané-Salas E, Estrugo-Devesa A, Velasco-Ortega E, Martín-González J, Segura-Egea JJ. Periapical and endodontic status of type 2 diabetic patients in Catalonia, Spain: A cross-sectional study. *J Endod*. 2011; 37(5): 598-601. DOI: 10.1016/j.joen.2011.01.002
17. Segura-Egea JJ, Cabanillas-Balsera D, Jiménez-Sánchez MC, Martín-González J. Endodontics and diabetes: association versus causation. *Int Endod J*. 2019; 52(6): 790-802. DOI: 10.1111/iej.13079
18. Tibúrcio-Machado CDS, Bello MDC, Maier J, Wolle CFB, Bier CAS. Influence of diabetes in the development of apical periodontitis: A critical literature review of human studies. *J Endod*. 2017; 43(3): 370-376. DOI: 10.1016/j.joen.2016.11.012
19. Ríos-Orsorio N, Muñoz-Alvear HD, Montoya Cañón S, Restrepo-Mendez S, Aguilera-Rojas SE, Jiménez-Peña O, et al. Association between type 2 diabetes mellitus and the evolution of endodontic pathology. *Quintessence Int*. 2020; 51(2): 100-107. DOI: 10.3290/j.qi.a43865
20. Segura-Egea JJ, Martín-González J, Cabanillas-Balsera D, Fouad AF, Velasco-Ortega E, López-López J. Association between diabetes and the prevalence of radiolucent periapical lesions in root-filled teeth: systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2016; 20(6): 1133-1141. DOI: 10.1007/s00784-016-1805-4
21. Mindiola MJ, Mickel AK, Sami C, Jones JJ, Lalumandier JA, Nelson SS. Endodontic treatment in an American Indian population: A 10-year retrospective study. *J Endod*. 2006; 32(9): 828-832. DOI: 10.1016/j.joen.2006.03.007
22. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment. Part 2: tooth survival. *Int Endod J*. 2011; 44(7): 610-625. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2011.01873.x
23. Wang CH, Chueh LH, Chen SC, Feng YC, Hsiao CK, Chiang CP. Impact of diabetes mellitus, hypertension, and coronary artery disease on tooth extraction after nonsurgical endodontic treatment. *J Endod*. 2011; 37(1): 1-5. DOI: 10.1016/j.joen.2010.08.054

Investigación original

Comparación de la estabilidad de color en resinas bisacrílicas

Alan Alejandro De Jesús Villarreal-González¹,
Rubén Romero-Herrera², Uriel Soto-Barreras³,
David Gutiérrez-Sánchez⁴

¹ Docente en licenciatura, Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Chihuahua. <https://orcid.org/0009-0003-3566-5117>

² Docente en Maestría en Estomatología área Prostodoncia, Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Chihuahua. <https://orcid.org/0009-0003-7442-8042>

³ Docente en Maestría en Estomatología área Prostodoncia, Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Chihuahua. <https://orcid.org/0000-0001-9858-4638>

⁴ Práctica privada, Chihuahua, México. <https://orcid.org/0009-0009-5774-7766>

Autor de correspondencia:

Alan Alejandro De Jesús Villarreal-González

E-mail: avillarrealg@uach.mx

Recibido: 13 febrero 2025

Aceptado: 20 agosto 2025

Citar como:

Villarreal-González AADJ, Romero-Herrera R, Soto-Barreras U, Gutiérrez-Sánchez D. Comparación de la estabilidad de color en resinas bisacrílicas [Comparison of Colour Stability in Bis-Acrylic Resins]. *Rev Odontol Mex.* 2025; 29(3): 12-20. DOI: 10.22201/fo.1870199xp.2025.29.3.90887

RESUMEN

Introducción: las restauraciones provisionales deben cumplir requisitos biológicos, mecánicos y estéticos. Las resinas bisacrílicas ofrecen ventajas sobre el polimetilmetacrilato (PMMA), como menor contracción y mayor resistencia a la fractura, pero presentan desventajas como un alto costo e inestabilidad cromática. **Objetivo:** comparar la estabilidad de color de cuatro marcas de resinas bisacrílicas (Bisacryl Nic Tone®, Cool Temp®, Luxatemp Star® y Structur Premium®) expuestas

a bebidas pigmentantes. **Material y Métodos:** se prepararon 80 muestras de resina bisacrílica (n=20 por grupo) con un diámetro de 10 mm y un espesor de 2 mm. Las muestras fueron sumergidas en intervalos de 24 horas en café, refresco de cola y té verde, y almacenadas en oscuridad a temperatura ambiente. Las diferencias de color se realizaron mediante los valores obtenidos de la CIEDE2000 (ΔE_{00}) utilizando un espectrofotómetro, y los datos fueron analizados. **Resultados:** las muestras de Cool Temp® y Bisacryl Nic Tone® mostraron la mayor variabilidad de color, mientras que las muestras de Structur Premium® presentaron la menor variabilidad y los valores más bajos de ΔE_{00} , indicando una mayor estabilidad del color. Por otro lado, las muestras de Luxatemp Star® mostraron valores intermedios y homogéneos entre ellas. Bisacryl Nic Tone® presentó un mayor ΔE_{00} de forma significativa en comparación con Luxatemp Star® y Structur Premium®. **Conclusiones:** Structur Premium® y Luxatemp Star® obtuvieron una mayor estabilidad de color en comparación con Bisacryl Nic Tone® y Cool Temp®, haciéndolas más adecuadas para aplicaciones con necesidad de estabilidad cromática. Los hallazgos destacan la importancia de considerar la estabilidad cromática en la selección de materiales dentales para mejorar la práctica clínica.

Palabras clave: resinas bisacrílicas, estabilidad de color, evaluación estética, materiales dentales.

INTRODUCCIÓN

Las restauraciones provisionales deben cumplir con tres requisitos esenciales: biológicos, para proteger la estructura dental, tejidos blandos y pulpa; mecánicos, para resistir fuerzas de masticación sin fracturas o desplazamientos; y estéticos, asegurando contorno, color y translucidez adecuados, especialmente en tratamientos prolongados¹.

El polimetilmetacrilato (PMMA) ha sido utilizado por mucho tiempo en restauraciones provisionales, pero presentan desventajas como contracción significativa, reacción exotérmica y olor desagradable². En contraste, las resinas de bisacrílico son más fáciles de manipular, tienen menor contracción, menos irritación pulpar y mejoran aspectos como oclusión y adaptación marginal³. Estas resinas están libres de metil metacrilato y compuestas por dimetacrilatos como bisfenol A-glicidil metacrilato (BIS-GMA) y dimetacrilato de uretano (UDMA), además de rellenos de vidrio y sílice^{4,5}. Su formulación con nanopartículas de relleno les confiere alta resistencia a la fractura⁶. Además, la presencia de ésteres de metacrilato funcionales aumenta el número de entrecruzamientos entre monómeros, lo que proporciona un mejor pulido de la superficie⁷.

No obstante, el alto costo, la baja resistencia a la deformación y la inestabilidad cromática son desventajas de dichos materiales⁷. En este contexto, las restauraciones provisionales de resina bisacrílica sufren alteraciones cromáticas por diversos factores, tales como la exposición a agentes colorantes y la absorción de agua⁸. La estabilidad del color y brillo es crucial, ya que afecta la percepción estética del paciente^{8,9}. Factores como el relleno inorgánico, la composición de la resina, la dieta, higiene y rugosidad superficial influyen en la tinción^{10,11}. Para simular esta tinción, se ha reportado el uso de diferentes sustancias como café, té, vino tinto, refrescos a base de cola, jugo de uva^{11,12} y para el envejecimiento se han utilizado radiación UV, almacenamiento en agua destilada y saliva artificial¹³⁻¹⁵. La capacidad de la resina para absorber agua está directamente relacionada con la oxidación de la matriz polimérica¹⁶, o los dobles enlaces sin reaccionar en los monómeros residuales hacen que el material absorba los pigmentos, resultando en diferentes grados de tinción^{17,18}. A pesar de ser un material de mucha utilidad en odontología, las resinas bisacrílicas presentan desventajas. Por lo tanto, el objetivo de esta

investigación es comparar la estabilidad de color de 4 marcas de resinas bisacrílicas sumergidas en diferentes bebidas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron cuatro marcas de resinas bisacrílicas: Bisacryl Nic Tone® (MDC® Dental, Zapopan, México), Structur Premium® (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemania), Luxatemp Star® (DMG Chemisch-Pharmazeutische Fabrik GmbH, Hamburgo, Alemania) y Cool Temp® (Coltène/Whaledent AG, Altstätten, Suiza). Cada resina fue dispensada, manipulada y polimerizada siguiendo las indicaciones del fabricante. Utilizando un molde de 20 cavidades con dimensiones de 10 mm de diámetro por 2 mm de espesor cada uno, se prepararon 20 muestras de cada marca, obteniendo un total de 80 muestras.

Las muestras fueron desmoldadas 15 minutos después de su colocación y no se sometieron a pulido con el fin de evitar introducir una fuente adicional de variabilidad. Antes del proceso de inmersión, se realizaron mediciones de color por triplicado en el centro de cada disco. Se utilizó un espectrofotómetro (SpectroShade™ Micro Dental, MHT S.p.A., Arbizzano di Negrar, Italia), que fue calibrado antes de cada medición. Para evitar la variabilidad de los datos, todas las mediciones se realizaron por triplicado bajo condiciones controladas de luz, temperatura (25 °C) y realizadas por el mismo operador.

Se obtuvieron los valores iniciales de color (L_1 , a_1 , b_1) según el espacio de color CIELAB, los cuales sirvieron como referencia. Posteriormente, todas las muestras de cada grupo fueron expuestas de manera secuencial y acumulativa a tres soluciones pigmentantes, en el mismo orden durante 24 horas en cada solución, siguiendo el orden establecido: 4 gramos de café soluble (Nescafé®, Nestlé S.A., Vevey, Suiza) disuelto en 200 ml de agua, refresco de cola (Coca-Cola®, The Coca-Cola Company, Atlanta, Estados Unidos) y 1 bolsa de 1.5 gramos de té verde (*Camellia sinensis*) (McCormick®, McCormick & Company, Baltimore, Estados Unidos) en 200 ml de agua. Los recipientes que contenían las muestras se almacenaron en un lugar oscuro a temperatura ambiente para evitar la influencia de la luz y la temperatura en el proceso de tinción. Entre cada cambio de solución, las muestras fueron enjuagadas con agua destilada durante 1 minuto para eliminar cualquier residuo de la solución previa. Los cambios de solución fueron realizados con un intervalo de 24 horas entre cada uno. Tras completar el procedimiento de inmersión, las muestras fueron secadas con papel absorbente sin dejar residuos.

Se realizó una medición final del color en el centro de cada disco bajo los mismos parámetros que las mediciones iniciales, registrando los valores de color (L_2 , a_2 , b_2). La diferencia de color total entre las mediciones iniciales y finales se calculó utilizando la fórmula CIEDE2000 (ΔE_{00})¹⁹. No se realizaron mediciones intermedias, por lo que el valor final de ΔE_{00} refleja la tinción total acumulada tras 72 h de exposición, sin diferenciar el efecto de cada bebida. Se evaluó la reproducibilidad intra-instrumento del espectrofotómetro mediante un análisis de correlación intraclase (ICC). Para ello, se seleccionaron aleatoriamente 20 muestras (5 por grupo) de las mediciones realizadas por triplicado, y se utilizó el valor de ΔE_{00} correspondiente a cada repetición para calcular el ICC bajo condiciones estandarizadas.

Se realizó un análisis descriptivo de los datos, calculando la media y desviación estándar de los valores de ΔE_{00} para cada marca de resina. Se aplicaron pruebas de Shapiro-Wilks y Bartlett para determinar la distribución de variables y homogeneidad de varianzas respectivamente. Con el fin de evaluar diferencias significativas entre las marcas, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para comparar las medias de ΔE_{00} entre los grupos. Se utilizó la prueba

post hoc de Tukey para determinar diferencias entre grupos. Adicionalmente, para evaluar la magnitud de los cambios de color en relación con criterios clínicos establecidos, se realizó una categorización dicotómica de los valores de ΔE_{00} en función de los umbrales de perceptibilidad ($\Delta E_{00} > 1.01$) y aceptabilidad ($\Delta E_{00} > 2.66$)²⁰. Se determinaron la frecuencia y el porcentaje de muestras que superaron estos umbrales en cada grupo experimental. Superar el umbral de perceptibilidad indica que el cambio de color es detectable por el ojo humano, mientras que superar el umbral de aceptabilidad implica que el cambio es clínicamente inaceptable. Se consideró un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo. El procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo utilizando el software SAS Studio (SAS Institute Inc., Cary, Estados Unidos).

RESULTADOS

La estabilidad de color de las cuatro resinas bisacrílicas se evaluó tras la inmersión en soluciones pigmentantes (Figura 1). La reproducibilidad intra-instrumento obtuvo un ICC mayor a 0.90 en la medición del color ΔE_{00} , lo que indica una adecuada consistencia intra-instrumento en las mediciones realizadas con el espectrofotómetro. En la Tabla 1 se muestran las diferencias de color entre las resinas bisacrílicas evaluadas. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la estabilidad de color entre las resinas bisacrílicas evaluadas. La resina Cool Temp® mostró la mayor alteración de color ($\Delta E_{00} = 4.67 \pm 1.72$), seguido de la resina Bisacryl Nic Tone® ($\Delta E_{00} = 3.95 \pm 2.90$). La resina Structur Premium® presentó los valores más bajos de ΔE_{00} y una menor variabilidad ($\Delta E_{00} = 1.75 \pm 0.82$), sugiriendo una estabilidad cromática superior y uniformidad entre muestras. Finalmente, la resina Luxatemp Star® presentó valores intermedios ($\Delta E_{00} = 2.99 \pm 0.80$).

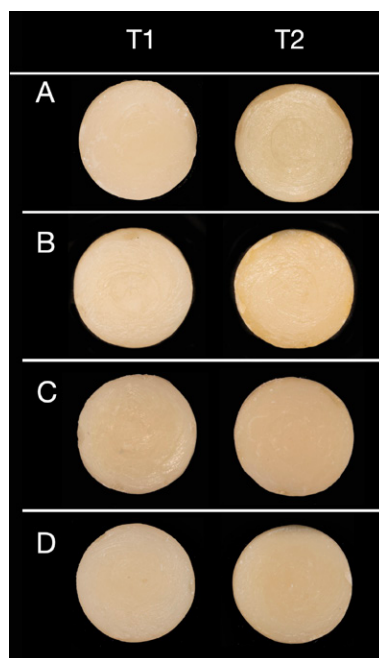


Figura 1. Discos de resina bisacrílica antes (T1) y después (T2) de la inmersión en bebidas pigmentantes. A. Bisacryl Nic Tone®. B. Cool Temp®. C. Luxatemp Star®. D. Structur Premium®.

Tabla 1. Comparación de la diferencia de color (ΔE_{00}) en resinas bisacrílicas tras exposición a soluciones pigmentantes

	Media	$\pm$ DE	p-valor*
Bisacryl Nic Tone® (n=20)	3.95 ^{ab}	2.90	
Cool Temp® (n=20)	4.67 ^a	1.72	<0.001
Luxatemp Star® (n=20)	2.99 ^b	0.80	
Structur Premium® (n=20)	1.75 ^c	0.82	

DE: Desviación estándar. Análisis de varianza de una vía (ANOVA). Prueba *post hoc* (Prueba de Tukey). Diferentes letras en la media indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

El análisis *post hoc* indicó que la resina Cool Temp® presentó unos valores de ΔE_{00} significativamente mayor que las resinas Luxatemp Star® y Structur Premium®. Asimismo, la resina Bisacryl Nic Tone® no mostró diferencias significativas con la Cool Temp® ni con la Luxatemp Star®, mientras que la Structur Premium® mostró la mejor estabilidad de color, con diferencias significativas en comparación con las otras resinas.

Los resultados relativos a los umbrales de perceptibilidad y aceptabilidad (Tabla 2) destacan a la Structur Premium® como la resina con mayor estabilidad de color. Sólo el 80% de sus muestras superaron el umbral de perceptibilidad, mientras que apenas el 15% excedieron el umbral de aceptabilidad, que representa los porcentajes más bajos entre las resinas bisacrílicas evaluadas. En contraste, las Cool Temp® y Luxatemp Star® presentaron el 100% de sus muestras por encima del umbral de perceptibilidad, con porcentajes de 85% y 60% respectivamente, superando el umbral de aceptabilidad. Los hallazgos sugieren que la resina Structur Premium® mostró mayor estabilidad de color tras la exposición a agentes pigmentantes, lo que sugiere ser más adecuada para aplicaciones donde la estabilidad cromática a largo plazo es esencial. Cabe señalar que estos criterios son independientes, lo que explica que los porcentajes no sean mutuamente excluyentes.

Tabla 2. Diferencias de color (ΔE_{00}) que superan los umbrales de perceptibilidad y aceptabilidad tras exposición a soluciones pigmentantes

Marca	Frecuencia	Porcentaje
<i>Umbral de perceptibilidad ($\Delta E_{00} > 1.01$)</i>		
Bisacryl Nic Tone®	19	95.0
Cool Temp®	20	100
Luxatemp Star®	20	100
Structur Premium®	16	80.0
<i>Umbral de aceptabilidad ($\Delta E_{00} > 2.66$)</i>		
Bisacryl Nic Tone®	13	65.0
Cool Temp®	17	85.0
Luxatemp Star®	12	60.0
Structur Premium®	3	15.0

DISCUSIÓN

En este estudio, se observaron diferencias significativas en la estabilidad cromática entre cuatro marcas de resinas bisacrílicas evaluadas después de la inmersión secuencial a soluciones pigmentantes. La resina Structur Premium® presentó los valores más bajos de ΔE_{00} (1.75 ± 0.82), indicando menor susceptibilidad a la tinción. La Luxatemp Star® mostró valores intermedios (2.99 ± 0.80), mientras que la Bisacryl Nic Tone® y la Cool Temp® exhibieron una mayor alteración de color (3.95 ± 2.90 y 4.67 ± 1.72 respectivamente), superando en su mayoría el umbral clínico de aceptabilidad ($\Delta E_{00} > 2.66$). Los hallazgos destacan que existen diferencias importantes en la estabilidad de color de acuerdo con la marca comercial, lo que subraya la necesidad de evaluar cuidadosamente la selección de estos materiales en aplicaciones clínicas prolongadas.

Se ha reportado que los materiales compuestos con matrices más homogéneas y una alta carga de relleno suelen presentar una menor susceptibilidad a la absorción de colorantes^{15, 21, 22}. Ardu *et al.*²³, informó de variaciones considerables de la estabilidad de color entre resinas compuestas, atribuyéndolas a factores como diferencias estructurales y composición química. Aunque dichos aspectos no fueron evaluados directamente en nuestro estudio debido a limitaciones de información proporcionada por los fabricantes, las diferencias estructurales podrían contribuir, en parte, a las variaciones observadas en la estabilidad cromática²⁴.

El protocolo utilizado en el presente estudio fue de una exposición secuencial acumulativa a soluciones pigmentantes, para simular un contexto clínico realista en el que los pacientes consumen diversas bebidas pigmentantes a lo largo del tiempo. Investigaciones previas han identificado el café y las bebidas carbonatadas tipo cola como agentes con un alto potencial de tinción en materiales dentales, lo cual concuerda con las diferencias observadas en la presente investigación^{25,26}. Es importante mencionar que en este estudio no se realizaron mediciones intermedias, por lo que el valor ΔE_{00} obtenido refleja exclusivamente la tinción acumulada final. Además, el protocolo de inmersión se ha utilizado previamente en estudios para reproducir condiciones clínicas aceleradas que simulan aproximadamente un mes de consumo habitual de bebidas pigmentantes por los pacientes, permitiendo evaluar con rapidez el potencial de tinción de materiales dentales en condiciones experimentales controladas²⁵.

El acabado y la textura de la superficie también son otros factores que pueden influir en la estabilidad cromática de las resinas bisacrílicas²⁷. Estudios han demostrado que superficies lisas tienden a absorber menos pigmentos en comparación con superficies rugosas o irregulares^{8,22}. Algunos autores han sugerido que el pulido y el uso de agentes de *glaze* pueden reducir la rugosidad superficial; sin embargo, la evidencia sobre su impacto real en la estabilidad cromática es variable y depende de la composición del material²⁸. No obstante, se ha propuesto que la polaridad inherente de los polímeros de las resinas bisacrílicas y su afinidad con los líquidos polares podrían limitar la efectividad de los tratamientos superficiales, lo que sugiere que la resistencia a la decoloración podría depender más de la composición química y la estructura interna del material que del acabado superficial en sí²⁹.

Si bien este estudio presenta varias limitaciones. La naturaleza *in vitro* de la prueba, aunque permite un control riguroso de las variables, no puede replicar completamente las condiciones de la cavidad oral, donde factores como la saliva, la microbiota oral, y variaciones de temperatura y pH afectan el desempeño de los materiales³⁰. Son necesarios estudios clínicos para confirmar la estabilidad cromática en condiciones reales. Asimismo, la falta de información detallada sobre la composición de cada resina y la ausencia de análisis de los componentes específicos limita la capacidad para establecer asociaciones directas entre las propiedades de la composición y el comportamiento de cada material. Investigaciones futuras podrían permitir

una comprensión más profunda de las interacciones entre las características estructurales de las resinas y su estabilidad cromática.

Desde un enfoque clínico, los resultados tienen implicaciones importantes en la selección de materiales provisionales. La mayor estabilidad de color observada en las resinas Structur Premium® y Luxatemp Star® las convierte en opciones potencialmente adecuadas para restauraciones provisionales en las que la estética sea un factor fundamental y que anticipa la exposición frecuente a agentes pigmentantes. Aunque en este estudio la exposición total fue relativamente corta (72 horas acumulativas), estudios previos con protocolos similares, han demostrado los efectos acumulativos del consumo regular de bebidas pigmentantes en periodos más extensos en condiciones clínicas. En aplicaciones de corto plazo, donde la estabilidad cromática puede no ser tan crucial, las resinas con mayor susceptibilidad a la tinción, como la Bisacryl Nic Tone® y la Cool Temp®, podrían considerarse opciones viables. Sin embargo, la variabilidad en la estabilidad cromática observada entre diferentes resinas subraya la importancia de una selección informada, basada no solo en la estética inicial, sino en la durabilidad de la apariencia del material bajo condiciones reales de uso.

CONCLUSIONES

Las resinas bisacrílicas evaluadas presentaron variabilidad significativa, entre ellas en la estabilidad cromática. Las resinas Structur Premium® y Luxatemp Star® fueron los materiales más estables, presentando los menores valores promedio de ΔE_{00} . Además, la Structur Premium® mostró la mejor estabilidad clínica, ya que sólo el 15% de sus muestras excedieron el umbral clínico de aceptabilidad ($\Delta E_{00} > 2.66$). Por otro lado, las resinas Bisacryl Nic Tone® y Cool Temp®, mostraron mayores fluctuaciones cromáticas y porcentajes más altos por encima de los umbrales clínicos de aceptabilidad (65% y 85% respectivamente), lo que indica menor predictibilidad estética. Posteriores estudios clínicos y análisis detallados de la composición de estos materiales permitirán mejorar la comprensión y selección de resinas bisacrílicas en la práctica odontológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Prótesis fija contemporánea*. 5ª ed. Barcelona: Elsevier; 2016.
2. Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, et al. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence Int*. 2012; 43(8): 649-659. PMID: 23034418
3. Strassler HE, Anolik C, Frey C. High-strength, aesthetic provisional restorations using a bis-acryl composite. *Dent Today*. 2007; 26(11):128-130. PMID: 18044129
4. Moulding MB, Teplitsky PE. Intrapulpal temperature during direct fabrication of provisional restorations. *Int J Prosthodont*. 1990; 3(3): 299-304. PMID: 2083018
5. Doray PG, Li D, Powers JM. Color stability of provisional restorative materials after accelerated aging. *J Prosthodont*. 2001; 10(4): 212-216. DOI: 10.1111/j.1532-849x.2001.00212.x
6. Arima T, Murata H, Hamad T. The effects of cross-linking agents on the water sorption and solubility characteristics of denture base resin. *J Oral Rehabil*. 1996; 23(7): 476-480. DOI: 10.1111/j.1365-2842.1996.tb00882.x
7. Burke FJT, Murray MC, Shortall ACC. Trends in indirect dentistry: 6. Provisional restorations, more than just a temporary. *Dent Update*. 2005; 32(8): 443-452. DOI: 10.12968/denu.2005.32.8.443

8. Rutkunas V, Sabaliauskas V, Mizutani H. Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials. *Dent Mater J*. 2010; 29(2): 167-176. DOI: 10.4012/dmj.2009-075
9. Lee J, Lee S. Evaluation of add-on methods for bis-acryl composite resin interim restorations. *J Prosthet Dent*. 2015; 114(4): 594-601. DOI: 10.1016/j.prosdent.2015.02.020
10. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. *J Dent*. 2017; 67: S3-S10. DOI: 10.1016/j.jdent.2017.09.006
11. Silva J, Rafael CF, Vaz PCS, Fernandes JCAS, Volpato CAM. Color stability of repairs on bis-acryl resin submitted to thermal aging and immersion in beverages. *J Esthet Restor Dent*. 2019; 31(5): 514-519. DOI: 10.1111/jerd.12523
12. Solow RA. Composite veneered acrylic resin provisional restorations for complete veneer crowns. *J Prosthet Dent*. 1999; 82(5): 515-517. DOI: 10.1016/s0022-3913(99)70048-x
13. Johnston WM. Color measurement in dentistry. *J Dent*. 2009; 37(Suppl 1): e2-e6. DOI: 10.1016/j.jdent.2009.03.011
14. Christiani JJ, Devecchi JR, Avalos Llano KR, Altamirano RH, Rocha MT. Estabilidad de color de resinas para prótesis provisional. *Rev Asoc Odontol Argent*. 2015; 53(1): 29-34. Disponible en: <https://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/1631>
15. Macedo MGFP, Volpato CAM, Henriques BAPC, Vaz PCS, Silva FS, Silva CFCL. Color stability of a bis-acryl composite resin subjected to polishing, thermocycling, intercalated baths, and immersion in different beverages. *J Esthet Restor Dent*. 2018; 30(5): 449-456. DOI: 10.1111/jerd.12404
16. Sham AS, Chu FC, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. *J Prosthet Dent*. 2004; 91(5): 447-452. DOI: 10.1016/S0022391304001283
17. Augusto MG, de Andrade GS, Caneppele TMF, Borges AB, Torres CRG. Nanofilled bis-acryl composite resin materials: Is it necessary to polish? *J Prosthet Dent*. 2020; 124(4): 494.e1-494.e5 DOI: 10.1016/j.prosdent.2020.03.015
18. Kerby RE, Knobloch LA, Sharples S, Peregrina A. Mechanical properties of urethane and bis-acryl interim resin materials. *J Prosthet Dent*. 2013; 110(1): 21-28. DOI: 10.1016/S0022-3913(13)60334-0
19. Gómez-Polo C, Portillo Muñoz M, Lorenzo Luengo MC, Vicente P, Galindo P, Martín Casado AM. Comparison of the CIE Lab and CIEDE2000 color difference formulas. *J Posthet Dent*. 2016; 115(1): 65-70. DOI: 10.1016/j.prosdent.2015.07.001
20. Tejada-Casado M, Herrera LJ, Carrillo-Pérez F, Ruiz-López J, Ghinea RI, Pérez MM. Exploring the CIEDE2000 thresholds for lightness, chroma, and hue differences in dentistry. *J Dent*. 2024; 150: 105327. DOI: 10.1016/j.jdent.2024.105327
21. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*. 2004; 32(Suppl): 3-12. DOI: 10.1016/j.jdent.2003.10.013
22. Gantz L, Fauxpoint G, Arntz Y, Pelletier H, Etienne O. In vitro comparison of the surface roughness of polymethyl methacrylate and bis-acrylic resins for interim restorations before and after polishing. *J Prosthet Dent*. 2021; 125(5): 833.e1-833.e10. DOI: 10.1016/j.prosdent.2021.02.009
23. Ardu S, Duc O, Di Bella E, Krejci I. Color stability of recent composite resins. *Odontology*. 2017; 105(1): 29-35. DOI: 10.1007/s10266-016-0234-9
24. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*. 2002; 23(8): 1819-1829. DOI: 10.1016/s0142-9612(01)00308-8
25. Manabe A, Kato Y, Finger WJ, Kanehira M, Komatsu M. Discoloration of coating resins exposed to staining solutions in vitro. *Dent Mater J*. 2009; 28(3): 338-343. DOI: 10.4012/dmj.28.338

26. Fathima JN, Hashir MMJ, Padmanabhan K. Spectrophotometric evaluation of color stability of composite resin after exposure to cold drinks: An in vitro study. *J Conserv Dent Endod*. 2024; 27(2): 195-199. DOI: 10.4103/JCDE.JCDE_230_23
27. Brito MGA, Pedrosa MS, Bona AJ, Rodrigues JA, do Amaral FLB, Peruzzo DC, et al. Finishing and polishing systems influence the roughness and color stability of acrylic and bis-acryl composite resins. *J Clin Exp Dent*. 2024;16(6): e700-e706. DOI: 10.4317/jced.61598
28. Commar BC, Danelon M, Panitente PA, Silva EVFD, Bitencourt SB, Barão VAR, et al. Effect of glaze and chlorhexidine on physical and mechanical properties of bis-acryl resin: An in situ study. *Polim Med*. 2022; 52(2): 93-99. DOI: 10.17219/pim/156868
29. Soares IA, Leite PKBS, Farias OR, Lemos GA, Batista AUD, Montenegro RV. Polishing methods' influence on color stability and roughness of 2 provisional prosthodontic materials. *J Prosthodont*. 2019; 28(5): 564-571. DOI: 10.1111/jopr.13062
30. Gujjari AK, Bhatnagar VM, Basavaraju RM. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-polymerizing resins exposed to beverages and food dye: an in vitro study. *Indian J Dent Res*. 2013; 24(2): 172-177. DOI: 10.4103/0970-9290.116672

Caso clínico

Rehabilitación mínimamente invasiva y aditiva en paciente con pérdida de la dimensión vertical

Juan Armando Guerreros-Tapia¹, Rony Christian Hidalgo-Lostaunau²

¹ Universidad Privada San Juan Bautista, Facultad de Ciencias de la Salud, Lima, Perú.
<https://orcid.org/0009-0009-1705-2310>

² Docente del Programa de segunda especialidad en Rehabilitación Oral, Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, Perú. <https://orcid.org/0000-0002-4540-7715>

Autor de correspondencia:

Juan Armando Guerreros-Tapia
E-mail: juangt_2@hotmail.com

Recibido: 12 marzo 2025

Aceptado: 20 agosto 2025

Citar como:

Guerreros-Tapia JA, Hidalgo-Lostaunau RC. Rehabilitación mínimamente invasiva y aditiva en paciente con pérdida de la dimensión vertical [Minimally Invasive and Additive Rehabilitation in a Patient with Loss of Vertical Dimension]. *Rev Odontol Mex.* 2025; 29(3): 21-28. DOI: 10.22201/fo.1870199xp.2025.29.3.91076

RESUMEN

Introducción: la rehabilitación de piezas dentales desgastadas es un desafío continuo en odontología. Se han desarrollado diversas técnicas y materiales para lograr resultados estéticos y funcionales, con las resinas compuestas como una opción efectiva. Éstas permiten restaurar la dimensión vertical y mejorar la función y estética dental de manera conservadora, preservando la estructura dental remanente. **Objetivo:** presentar un caso clínico mostrando el uso de resinas compuestas para lograr una mejora significativa en la función y estética, destacando su efectividad como opción conservadora en el tratamiento del desgaste dental. **Presentación del caso:** una paciente femenina de 59 años que acude a la clínica dental de una universidad en Lima, Perú. El examen clínico reveló desgaste dental en los dientes anteriores, afectando la estética y la función masticatoria. Con un plan de tratamiento detallado que incluyó resinas compuestas y

la modificación de la dimensión vertical, se restauró la función y estética dental, preservando los dientes naturales y logrando un equilibrio estético oclusal. **Conclusiones:** la rehabilitación con resinas compuestas es un método eficaz, conservador y económico para tratar el desgaste dental.

Palabras clave: desgaste dental, dimensión vertical, resina compuesta, prótesis dental, rehabilitación oral.

INTRODUCCIÓN

El desgaste dental es la pérdida de la estructura dental debido a procesos no cariosos, causado por factores intrínsecos y extrínsecos que provocan erosión, abfracción, abrasión y atrición¹. Muchos pacientes presentan etiologías combinadas, lo que dificulta el diagnóstico y requiere un enfoque terapéutico integral y un manejo multidisciplinario. Esta condición es frecuente en pacientes de todas las edades y representa un desafío en rehabilitación, exigiendo la participación activa del paciente en el control de los factores etiológicos. Restablecer el equilibrio del sistema estomatognático es clave para reducir el deterioro dental y aumentar la longevidad de las restauraciones². Esto implica evaluar y corregir parámetros funcionales como la dimensión vertical oclusal (DVO), cuyo tratamiento oportuno es esencial para evitar problemas como sensibilidad, dolor, pérdida de calidad de vida y estética. Alteraciones en la DVO pueden afectar componentes importantes como la articulación temporomandibular (ATM), los músculos y los dientes³.

La relación de los dientes anteriores, la relación céntrica (RC) y la DVO son factores cruciales a considerar durante el tratamiento. Resolver su problemática adecuadamente permite restaurar la función y la estética, siguiendo los principios de mínima intervención y preservando la integridad de las restauraciones finales^{4,5}.

Para una rehabilitación mínimamente invasiva, se utilizan materiales como cerámicas y resinas compuestas, junto con auxiliares como la fibra de polietileno, que ofrece propiedades como resistencia a la compresión y biocompatibilidad, facilitando la preservación de los tejidos duros⁶. Existen protocolos establecidos para la rehabilitación con resinas compuestas, y el caso presentado aplica el Tratamiento Rehabilitador Estético-Oclusal (A.R.T.)⁷, utilizando un abordaje secuencial por sectores, restaurando además los segmentos desdentados a través de la colocación de Prótesis Parcial Removible de cromo-cobalto. Por lo tanto, el objetivo de la presentación del caso clínico es mostrar el uso de resinas compuestas para lograr una mejora significativa en la función y estética, destacando su efectividad como opción conservadora en el tratamiento del desgaste dental.

PRESENTACIÓN DEL CASO CLÍNICO

Paciente de sexo femenino de 59 años, con buen estado de salud general, acudió a la clínica dental de una universidad en Lima. Durante el examen clínico, presentó labios competentes, desviación de la línea media 1 mm hacia la izquierda, sin dolor en la ATM, y refirió haber perdido múltiples dientes permanentes desde temprana edad. Se observó desgaste dental moderado, con superficies lisas y brillantes, pérdida de esmalte y dentina visible, especialmente en dientes anteriores. Fue diagnosticada con desgaste por atrición (TWI 2), erosión ácida (BEWE 3) y

pérdida de dientes posteriores por caries y consumo de alimentos ácidos (Figura 1). Se tomaron impresiones y registros en relación céntrica. Los modelos se montaron en un articulador semiajustable. Se trazó la línea ocluso-maxilar utilizando el plano de Fox y se realizó un encerado de planificación para definir la anatomía de los dientes. Se planificó un aumento de 1.5 mm en la dimensión vertical, organizando los incrementos secuencialmente en dientes antero-mandibulares, antero-maxilares, postero-maxilares y postero-mandibulares. La planificación siguió las pautas del A.R.T. (Figura 2).



Figura 1. Fotografías intraorales iniciales.



Figura 2. Sectorización del trabajo siguiendo el A.R.T.

El tratamiento comenzó en el Sector I (antero-mandibular) con restauraciones de resina compuesta colocadas de manera directa bajo aislamiento absoluto. Se utilizaron discos (3M™ Sof-Lex™ XT, 3M ESPE Deutschland GmbH, Seefeld, Alemania) para conformar el área y un hidro-arenador con óxido de aluminio de 50 micras para optimizar la adhesión. El esmalte se grabó con ácido fosfórico al 37% (Condac 37, FGM Dental Group, Santa Catarina, Brasil) por 30 segundos, luego se enjuagó y secó. Se aplicó adhesivo universal (ALL-BOND UNIVERSAL®, BISCO Inc., Schaumburg, Estados Unidos) con un microaplicador, se secó con aire por 5 segundos y se polimerizó con una lámpara LED (VALO™ Series, Ultradent Products Inc., South Jordan, Estados Unidos) por 20 segundos.

Para los incrementos de resina compuesta tono WE (PALFIQUE LX5, Tokuyama Dental Corporation, Tokio, Japón) se utilizó una matriz de silicona (Hydrorise Series, Zhermack SpA, Badia Polesine, Italia) basada en el encerado. Al finalizar, se efectuó un pulido con discos 3M™ Sof-Lex™ XT, cepillos de carburo de silicio (Astrobrush®, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) y cauchos para resina, y se dejó un *mock up* de resina bisacrílica tono A1 (Visalys® Temp, Kettenbach GmbH & Co. KG, Eschenburg, Alemania) en el maxilar (Figura 3. A-D).



Figura 3. Restauraciones directas. A. Situación inicial. B. Aislamiento absoluto. C. Restauraciones de resina compuesta directa en antero-mandibulares (Sector I) mediante una matriz de silicona. D. Provisionalización con resina bisacrílica en dientes antero-maxilares.

En el Sector II (palatino), se realizaron carillas de resina compuesta semi directa en las caras palatinas de los dientes antero-maxilares bajo aislamiento relativo. Se hizo una matriz de silicona transparente (Elite glass, Zhermack SpA, Badia Polesine, Italia) e hilo retractor #00 (Ultrapak™, Ultradent Products Inc., South Jordan, EUA). El esmalte se acondicionó con ácido fosfórico, se aplicaron dos capas de adhesivo universal, se secó y se polimerizó con una lámpara LED VALO™ por 20 segundos. Se usó resina compuesta tono body A2 (3M™ Filtek™ Z350 XT Universal Restorative, 3M ESPE Deutschland GmbH, Seefeld, Alemania) a través de la matriz y se polimerizó. La oclusión se ajustó con papel articular (AccuFilm® Occlusal Articulating Film, Parkell, Inc., Edgewood, EUA) y se pulieron las superficies con cepillos y gomas para resina.

En el sector II (vestibular), se elaboraron carillas vestibulares con resina compuesta directa mediante estratificación policromática a mano alzada, bajo aislamiento absoluto. Se emplearon discos 3M™ Sof-Lex™ XT y un hidro-arenador con óxido de aluminio de 50 micras. El esmalte se grabó con ácido fosfórico al 37%, se lavó, secó y se aplicó silano y adhesivo universal. Luego, se utilizó una matriz de silicona (Zetalabor, Zhermack SpA, Badia Polesine, Italia) y se aplicaron capas de resina compuesta dentina tono A3, esmalte tono A2 y resina PALFIQUE LX5 tono WE. Al finalizar, se pulieron las superficies y se instaló una Prótesis Removible Provisional de acrílico para mantener la dimensión vertical y estabilidad oclusal (Figura 4. A-F).

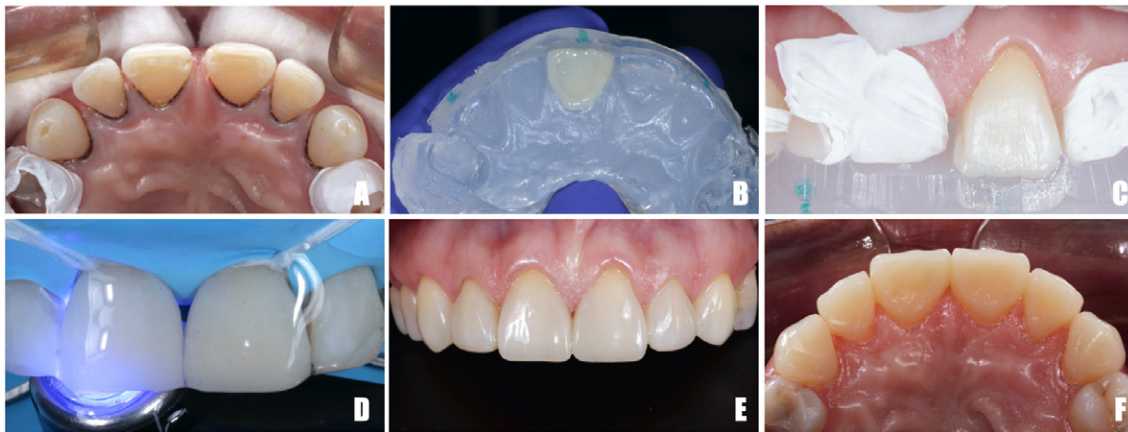


Figura 4. Abordaje del Sector II (antero-maxilar). A. Aislamiento relativo. B-C. Guía de silicona transparente para técnica semidirecta. D-E. Restauraciones directas con resina compuesta mediante técnica policromática. F. Tratamiento del Sector II culminado.

Se hicieron restauraciones estampadas en los dientes 14, 15 y 24 del sector III (postero-maxilar) bajo aislamiento absoluto, sin sacrificar tejido dental sano. En el diente 24, pilar de una Prótesis Parcial Removible, se colocó una biobase de malla de polietileno (InFibra® Ribbon, Bioloren s.r.l., Saronno, Italia) y resina fluida de alta carga (Reflectys, ITENA, Villepinte, Francia) para mejorar la resistencia. Se restauraron las zonas cervicales con la técnica directa-indirecta con hilo retractor #00 Ultrapak™ y resina compuesta 3M™ Filtek™ Z350 XT tono body A2, y se polimerizó con una lámpara LED VALO™ (Figura 5. A-F). El esmalte se grabó con ácido fosfórico al 37%, se aplicó adhesivo universal y se cementó con resina fluida. Tras el acabado y pulido, se restauró el diente 28 con resina compuesta dentina tono A3 (IPS Empress® Direct, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Principado de Liechtenstein) y 3M™ Filtek™ Z350 XT tono body A2, cementada con resina termo modificada tono UD2 (ENA® HRI®, MICERIUM S.p.A., Avegno, Italia).

El sector IV (postero-mandibular) se trató bajo aislamiento absoluto, retirando las restauraciones antiguas y reemplazándolas por resina compuesta directa (dentina A3 y esmalte A2), finalizando con el pulido con cauchos para resina. Se realizaron preparaciones biostáticas en los dientes pilares y se tomó impresión para la Prótesis Parcial Removible. Tras aprobar la base metálica y el rodete, se tomó el color de los dientes y se realizó la prueba del enfilado, seguido de la toma de impresión para una placa oclusal rígida (Figura 6). Finalmente, se instaló la Prótesis Parcial Removible y la férula oclusal para proteger y mantener el tratamiento a largo plazo.

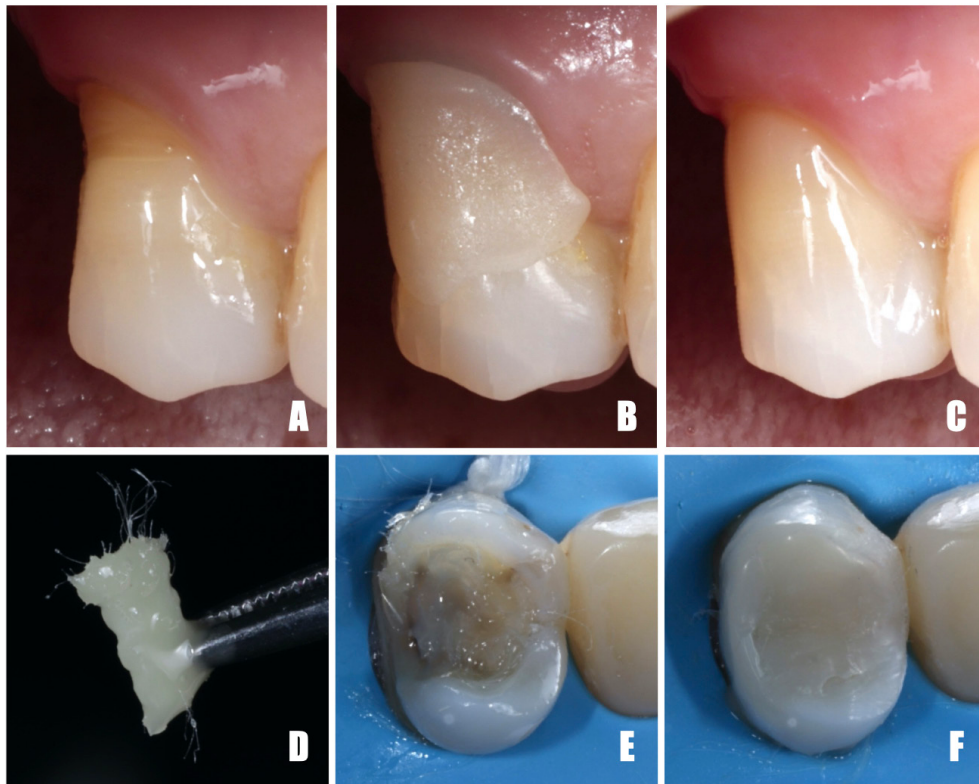


Figura 5. Abordaje del Sector III. A -C. Técnica directa-indirecta con resina compuesta. D. Fibra de polietileno hidratada. E-F. Preparación de biobase.



Figura 6: Fotografías intraorales finales del tratamiento.

DISCUSIÓN

El A.R.T. es un macro concepto que abarca la rehabilitación oral adhesiva utilizando resinas compuestas. Lo que implica realizar restauraciones en dientes individuales (ya sean directas, semi-directas, semi-indirectas o indirectas), así como la restauración de bordes incisales, carillas palatinas, *veneers*, *overlays* y *table tops*, y una metodología detallada para rehabilitar, si es necesario, toda la boca en un total de 4 a 6 citas. Con el enfoque de A.R.T., ajustamos los planos oclusales y modificamos la dimensión vertical según las necesidades restauradoras, permitiendo tratar denticiones afectadas por atrición, erosión, abrasión o problemas en la formación dental (dentición medianamente o severamente desgastadas) de la forma más conservadora e incluso no invasiva posible⁷. Este método ofrece múltiples ventajas, entre ellas armonizar la estética dentofacial, proporcionar el espacio adecuado para las restauraciones planificadas y mejorar las relaciones incisales-oclusales, así como las guías⁸.

La queja principal de la paciente había sido la apariencia de sus dientes, por lo que siempre deberíamos tener en cuenta que las lesiones por erosión dental poseen varias características, al inicio se presenta la pérdida de brillo del esmalte; a medida que la lesión avanza se presenta una mayor translucidez de la dentina⁹. Dado que la dieta y comportamiento del individuo forman parte de los factores de riesgo, es importante realizar una prueba al paciente de manera comprensiva, para conocer más sobre el consumo de alimentos y/o bebidas con un alto nivel de acidez. Ya que el manejo eficaz de la erosión dental inicia con el descubrimiento temprano de los signos y la causa de éstos¹⁰.

Las alternativas de tratamiento varían según la extensión del daño de la estructura dental. Por lo tanto, la selección de opciones restauradoras requiere del análisis de la estructura dental restante, la ubicación de la pérdida de dientes y la oclusión³. El tratamiento recomendado por los autores para este caso fue una rehabilitación con resina compuesta y una Prótesis Parcial Removable, con un enfoque aditivo, reversible y mínimamente invasivo, lo que redujo el costo biológico.

Entre las opciones de rehabilitación más usadas se incluyen las restauraciones con resina compuesta de manera directa e indirecta¹¹. Los métodos aditivos, preventivos e interceptivos se encuentran cada vez más con una alta aceptación para evitar el avance del desgaste dental. Es lógico que la técnica con resina compuesta directa sea la opción terapéutica principal para el futuro, gracias a su simplicidad y costo reducido^{2,12}. La evidencia científica indica que las restauraciones directas de resina con aumento de la dimensión vertical pueden durar hasta 10 años, mostrando una mayor supervivencia con incrementos más pronunciados de la dimensión vertical oclusal. Sin embargo, estas restauraciones podrían presentar complicaciones técnicas frecuentes, como fracturas y desgaste prematuro, que requieren un seguimiento clínico constante para mantener su funcionalidad. En comparación con materiales cerámicos, la resina compuesta destaca por su buena adaptación y menor invasión, además de ser más económica y reparable, aunque su resistencia a largo plazo puede verse limitada en casos de desgaste dental severo o bajo altas cargas oclusales⁵.

CONCLUSIONES

El enfoque mínimamente invasivo protege los dientes afectados por desgaste dental patológico, preservando la estructura dental remanente y restaurando su forma y dimensiones. La técnica se limita a la preparación del esmalte periférico, sin causar alteraciones. Además, ofrece

la posibilidad de reparación, modificación o eliminación sin comprometer los dientes. Fue la opción de tratamiento frente a otras más invasivas, que se realizó en menos citas y con excelentes resultados estéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Caga D, Lewis N. Treatment of tooth wear associated with reduced occlusal vertical dimension using direct composite restorations and a removable prosthesis. *Prim Dent J.* 2021; 10(1): 120-125. DOI: 10.1177/2050168420980978
2. Dietschi D, Saratti CM. Interceptive treatment of tooth wear: a revised protocol for the full molding technique. *Int J Esthet Dent.* 2020; 15(3): 264-286. PMID: 32760923
3. Calvert G, Cocozza PG, Elsayed Ahmed K. Clinical factors to consider in definitive treatment planning for patients with tooth wear. *Br Dent J.* 2023; 234(6): 375-384. DOI: 10.1038/s41415-023-5618-y
4. Calamita M, Coachman C, Sesma N, Kojs J. Occlusal vertical dimension: treatment planning decisions and management considerations. *Int J Esthet Dent.* 2019; 14(2): 166-181. PMID: 31061997
5. Mehta SB, Bronkhorst EM, Lima VP, Crins L, Bronkhorst H, Opdam NJM, et al. The effect of pre-treatment levels of tooth wear and the applied increase in the vertical dimension of occlusion (VDO) on the survival of direct resin composite restorations. *J Dent.* 2021; 111: 103712. DOI: 10.1016/j.jdent.2021.103712
6. Sadr A, Bakhtiari B, Hayashi J, Luong MN, Chen YW, Chyz G, et al. Effects of fiber reinforcement on adaptation and bond strength of a bulk-fill composite in deep preparations. *Dent Mater.* 2020; 36(4): 527-534. DOI: 10.1016/j.dental.2020.01.007
7. Hidalgo-Lostaunau RC. Tratamiento rehabilitador estético-oclusal con resinas compuestas en una paciente con mordida profunda y desgaste severo. *Int. J. Odontostomat.* 2020; 14(1): 73-80. DOI: 10.4067/S0718-381X2020000100073.
8. Blasi Beriain M, Rocca GT, Franchini L, Dietschi D, Saratti CM. Rehabilitation of worn dentition with direct resin composite restorations: A case report. *Dent J (Basel).* 2022; 10(4): 51. DOI: 10.3390/dj10040051
9. Aminian A, Leven AJ, Ashley MP. Indications for the use of direct composite restorations in the management of tooth wear. *Br Dent J.* 2023; 234(6): 395-399. DOI: 10.1038/s41415-023-5676-1
10. Donovan T, Nguyen-Ngoc C, Abd Alraheem I, Iruka K. Contemporary diagnosis and management of dental erosion. *J Esthet Restor Dent.* 2021; 33(1): 78-87. DOI: 10.1111/jerd.12706
11. Fahl N, Ritter AV. Composite veneers: The direct-indirect technique revisited. *J Esthet Restor Dent.* 2021; 33(1): 7-19. DOI: 10.1111/jerd.12696
12. Inchingolo F, Dipalma G, Azzollini D, Trilli I, Carpentiere V, Hazballa D, et al. Advances in preventive and therapeutic approaches for dental erosion: A systematic review. *Dent J (Basel).* 2023; 11(12): 274. DOI: 10.3390/dj11120274



Caso clínico

Tracción de canino retenido mediante dispositivo de anclaje óseo. Reporte de un caso

Andrea Ordaz-Martínez¹, José David Ortiz-Sánchez²

¹ Alumna de la especialidad en ortodoncia. <https://orcid.org/0009-0009-9071-582X>

² Profesor de la especialidad en ortodoncia. Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad León, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://orcid.org/0000-0003-2928-4652>

Autor de correspondencia:

Andrea Ordaz Martínez

E-mail: dra.andreaordaz@gmail.com

Recibido: 15 noviembre 2024

Aceptado: 5 agosto 2025

Citar como:

Ordaz-Martínez A, Ortiz-Sánchez JD. Tracción de canino retenido mediante dispositivo de anclaje óseo. Reporte de un caso [Retained Canine Traction by Bone Anchorage Device. A Case Report]. *Rev Odontol Mex.* 2025; 29(3): 29-38. DOI: 10.22201/fo.1870199xp.2025.29.3.94013

RESUMEN

Introducción: Ante la alta prevalencia de caninos retenidos, el uso de mini-implantes constituye una herramienta terapéutica efectiva; ofrece un anclaje absoluto permitiendo realizar movimientos controlados sin comprometer piezas adyacentes. **Objetivo:** Posicionar canino dentro de arco dental, establecer relaciones dentarias óptimas para brindar una buena función oclusal y articular. Mejorar estética dental y facial. **Presentación de caso:** Manejo ortodóncico de una paciente de 15 años de edad con mordida profunda y presencia de canino retenido. Se empleó mini-implante autoperforante Dewimed® O.S.A.S. (Orthodontic Skeletal Anchorage System) de 2.5 x 1.6 x 8mm para tracción de canino y aparatología fija de autoligado Damon™ Q (Ormco™ Amersfoort, Países



Bajos) 0.022" estándar para establecer una correcta oclusión. **Conclusión:** El uso de mini-implantes es una excelente opción terapéutica en el manejo de dientes retenidos porque permiten realizar movimientos controlados evitando el efecto de fuerzas recíprocas.

Palabras clave: diente Canino, diente impactado, biomecánica, métodos de anclaje en Ortodoncia.

INTRODUCCIÓN

En la práctica odontológica frecuentemente se encuentran casos de caninos retenidos, los cuales se presentan con mayor frecuencia en el maxilar y representan un porcentaje significativo en la resolución de casos de ortodoncia. Es de suma importancia contar con la mayor cantidad de medios diagnósticos para brindar un tratamiento óptimo que beneficie al paciente en los aspectos tanto funcional como estético. Una de las alternativas para llevar al arco dental dientes retenidos es el uso de mini-implantes o TADs (Temporary Anchorage Devices) como medio de anclaje óseo ya que evitan movimientos indeseables en dientes contiguos.

La erupción dental alterada es una condición clínica caracterizada por la falla de un diente para emerger en la posición adecuada; esto puede llevar a una impactación, translocación o incluso transmigración¹. Se define como retención cuando un diente no ha hecho erupción después de un año a partir de la edad normal de erupción², cuando la erupción de un diente permanente con una raíz completamente desarrollada se ve fallida se le denomina impactación. Un diente no erupcionado ocasionalmente migra a un lugar a cierta distancia del sitio en el que se desarrolló, pero normalmente permanece dentro del mismo lado del arco³. Cuando una pieza ha cruzado la línea media más de la mitad de su longitud se considera como transmigración^{1,4}. De acuerdo con Ericson y Kurol⁵, después de los terceros molares, los caninos maxilares son los dientes que presentan mayor frecuencia de retención con una prevalencia aproximada del 2% de la población. La mayoría de las impactaciones son palatinas en un 85% mientras que 15% son en sentido labial. Se presenta con mayor frecuencia en mujeres (1.17%) que hombres (0.51%)⁶. La etiología de impactación no está clara, es multifactorial, factores genéticos y locales pueden influir, una de las causas más frecuentes parece ser una falta de espacio disponible para permitir una erupción normal⁷. El canino juega un papel importante en la función y estética por lo que se necesita una completa evaluación clínica e imagenológica, en conjunto con el conocimiento de las implicaciones pronósticas a fin de realizar un diagnóstico oportuno y una planificación adecuada del tratamiento. Es crucial la evaluación del estado radicular de los dientes adyacentes, sobre todo el incisivo lateral, ya que en más del 48% de los casos puede presentar reabsorción^{1,7}. La biomecánica ortodóncica intraósea para tracción de caninos impactados se puede lograr de diversas formas, pero el método de anclaje juega un papel importante. El uso de mini-implantes como método de anclaje es ideal porque anula la fuerza de reacción que se genera al aplicarse una fuerza inicial, la cual no es favorable para las piezas adyacentes ya que puede generar movimientos indeseables sobre éstas. Estos son dispositivos que se fijan en hueso temporalmente con el fin de mejorar los movimientos ortodóncicos, ya sea mediante un anclaje directo o indirecto. Su diámetro varía entre 1.3 y 2mm y tienen una longitud entre 6 y 12mm; se han vuelto populares debido a su facilidad de colocación y extracción, requieren mínima cooperación por parte del paciente y su costo es relativamente bajo⁸⁻¹⁰.

A continuación se presenta el manejo terapéutico de una paciente que presentaba un diente canino retenido en el maxilar, el cual fue llevado a cabo mediante la colocación de un

mini-implante interradicular para tracción de éste con el objetivo de realizar un tratamiento eficaz y eficiente.

PRESENTACIÓN DEL CASO CLÍNICO

Paciente femenino de 15 años, quien acudió a la clínica odontológica de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM León, se remitió al servicio de ortodoncia por presencia de apiñamiento severo en la región anterior superior e inferior, mordida profunda y semierupción del diente 23. Durante la anamnesis se encontró que la paciente gozaba de buena salud, no se encontraron datos patológicos durante la exploración intraoral, ni presencia de ruidos o dolor en la articulación temporomandibular. Así mismo, la paciente no presentaba alteraciones respiratorias o fonéticas.

Durante el análisis de macroestética se observó que la paciente presentaba un biotipo facial braquifacial, perfil ligeramente convexo, nariz recta, planos superciliares, bipupilares y subnasal simétricos, quintos asimétricos, tercios proporcionados, línea media facial y dental no coincidentes y ligero canteamiento comisural. En el examen clínico intraoral se observó un biotipo gingival delgado, tejidos gingivales sanos, implantación de frenillo baja, línea media superior desviada hacia la derecha, sobremordida vertical de 7mm y horizontal de 5mm, curva de Spee 2mm derecha y 1mm izquierda, clase molar I bilateral, clase canina II derecha, izquierda no valorable, forma de arcada superior ovoide e inferior cuadrada (Figura 1-2).

En el análisis de la ortopantomografía se observó una asimetría no significativa de cóndilos y ramas, crestas alveolares uniformes, 27 dientes erupcionados, diente 23 retenido con inclinación mesial, se observó continuidad en la raíz del diente 22 y terceros molares en proceso de erupción. Para el diagnóstico esquelético y dental se realizó un análisis integral utilizando los análisis cefalométricos de Ricketts, Steiner, Jaraback, Witts y McNamara. Para la obtención de los valores se utilizaron tanto Nemoceph como Webceph, donde se determinó que se trata de una paciente clase I ortognata con crecimiento horizontal, tendencia a mordida profunda, base craneal corta, perfil convexo, incisivos superiores e inferiores retroclinados y retruídos (Figura 3, Tabla 1).

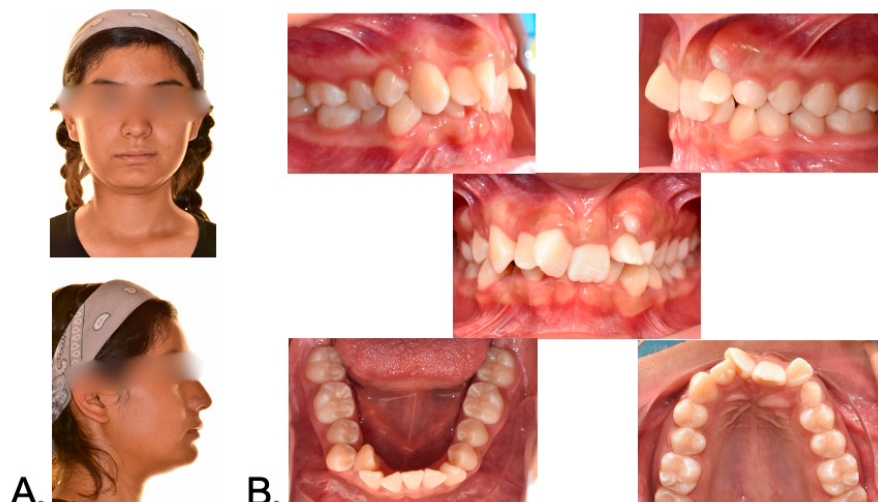


Figura 1. Fotografías iniciales. A. Extraorales frontal y lateral. B. Intraorales en distintas vistas (frontal, lateral y oclusal).

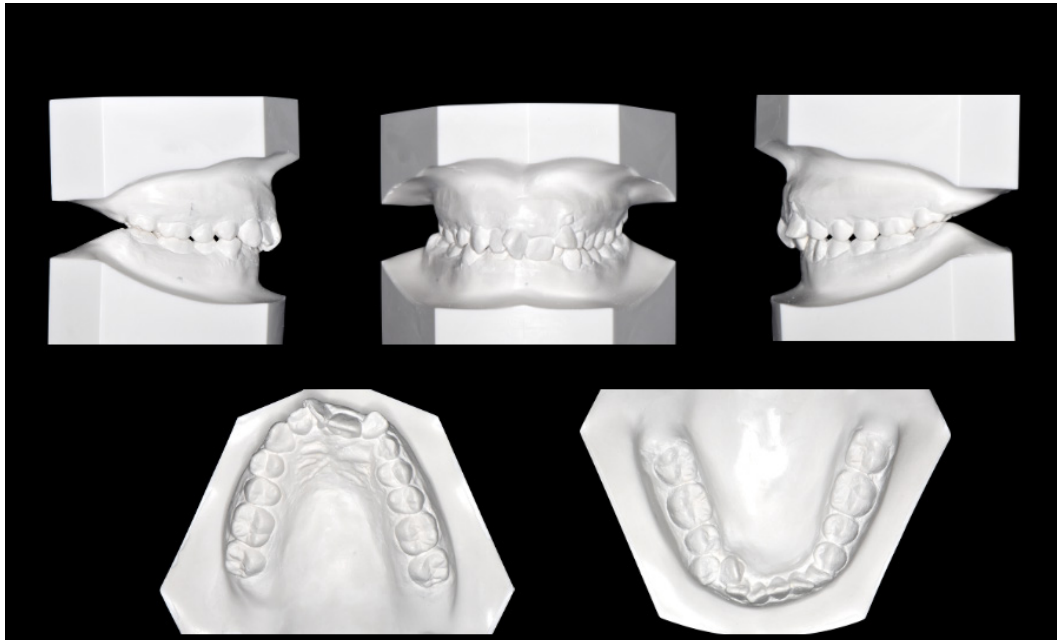


Figura 2. Modelos de estudio pretratamiento.

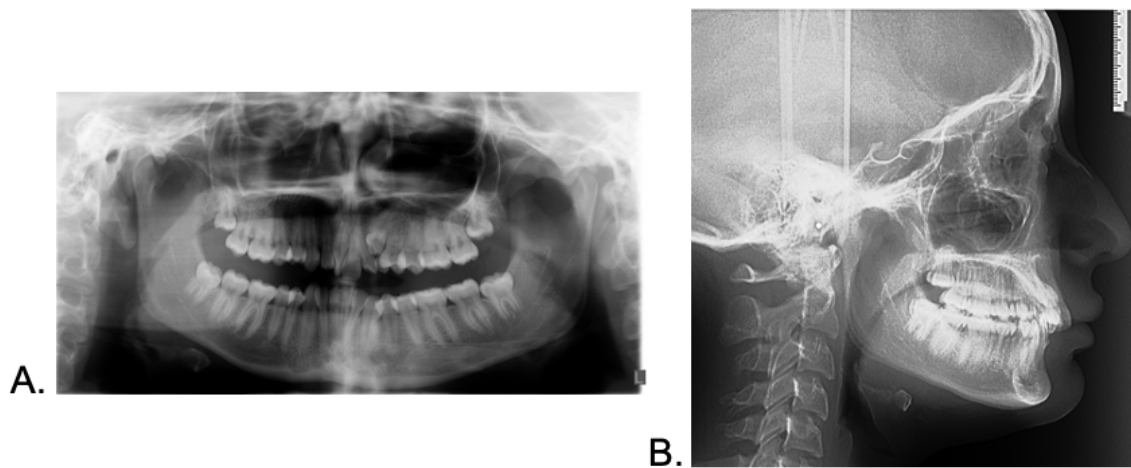


Figura 3. Registros radiográficos iniciales. A. Ortopantomografía. B. Radiografía lateral de cráneo.

De lo analizado con anterioridad los objetivos principales del tratamiento fueron los siguientes, faciales: obtener una adecuada exposición dental y gingival durante sonrisa, establecer arco de sonrisa, obtener un perfil facial equilibrado. Dentales: posicionar diente 23, corregir apiñamiento, obtener una adecuada sobremordida vertical y horizontal, corregir forma de arco, mantener clase I molar, establecer clase I canina bilateral, coordinar arcadas, establecer adecuada guía anterior y lateral, lograr paralelismo radicular. Y el objetivo final tenía como propósito mantener la salud articular.

Tabla 1. Valores cefalométricos iniciales y finales.

Medida	Norma	Inicial	Final
ANB	$2^{\circ} \pm 2^{\circ}$	2°	2°
SNA	$82^{\circ} \pm 2^{\circ}$	78°	77°
SNB	$80^{\circ} \pm 2^{\circ}$	76°	75°
Witts	0-3mm	0	0.5mm
Convexidad	$2\text{mm} \pm 2\text{mm}$	0.5mm	0.5mm
Profundidad maxilar	$90^{\circ} \pm 3^{\circ}$	88°	92°
Ángulo facial	$87^{\circ} \pm 3^{\circ}$	89.8°	88.4°
GoMe-SN	$32^{\circ} \pm 3^{\circ}$	27.5°	28.1°
FMA	$25^{\circ} \pm 3^{\circ}$	15.6°	16.8°
Goniaco	$130^{\circ} \pm 7^{\circ}$	114.9°	110.3°
Suma	$397^{\circ} \pm 6^{\circ}$	387.5°	388.1°
Crecimiento	59%-63%	71.2%	70.8%
Eje facial	$90^{\circ} \pm 3.5^{\circ}$	91.5°	91.1°
I-SN	$103^{\circ} \pm 2^{\circ}$	95°	97°
I-FH	$110^{\circ} \pm 2^{\circ}$	105°	109°
I-NA	4mm	1mm	4.5mm
IMPA	$90^{\circ} \pm 2^{\circ}$	87°	102°
I-NB	4mm	-1mm	5mm
Ángulo interincisal	$130^{\circ} \pm 2^{\circ}$	153°	131°
Labio superior	-3mm $\pm$ 2mm	-2.5mm	-4mm
Labio inferior	-1mm $\pm$ 3mm	-2mm	-2mm

De acuerdo con la evaluación de los datos obtenidos se decidió emplear brackets de autoligado pasivo Damon™ Q (Ormco™ Amersfoort, Países Bajos) 0.022" de torque estándar usando protocolo de cementación de brackets Smile Arc Protection (SAP), colocación de brackets invertidos en dientes 12 y 22 para control de torque, extracción del diente 63, uso de mini-implante autoperforante interradicular Dewimed® O.S.A.S de 2.5 x 1.6 x 8 mm para tracción del diente 23 mediante cadenas elásticas y brazo de poder, y turbo bites en dientes anterosuperiores para levante de mordida, combinados con elásticos tempranos clase II.

Durante la primera fase del tratamiento se realizó la extracción de diente 63 y se colocó mini-implante entre los dientes 24 y 25 para tracción de canino retenido, se emplearon cadenas elásticas y brazo de poder de TMA 0.017" x 0.025" el cual constó de dos hélix, uno superior para distalizar y uno inferior para descender el diente. Posteriormente se cementó aparatología fija y se llevó a cabo la fase de alineación y nivelación mediante arcos redondos ligeros de CuNiTi, 0.013" y 0.018". Se colocaron *turbo bites* en los dientes 12 y 21 y se acompañaron de elásticos ligeros clase II de 2oz 3/16, así mismo se emplearon *open coils* para generar espacio para integración de dientes superiores e inferiores dentro del arco. Al finalizar esta fase se solicitó ortopantomografía para verificar la posición radicular. En la segunda fase o fase de arco de canto de alta tecnología se comenzaron a trabajar torque y angulaciones radiculares mediante el uso de arcos de CuNiTi 0.014" x 0.025", 0.018" x 0.025". Se continuó con el desarrollo de la forma de las arcadas y se emplearon cadenas elásticas para el cierre de espacios. En la tercera fase de tratamiento, denominada fase de mecánica principal, se emplearon arcos de

acero 0.019" x 0.025" con la forma de la arcada anteriormente trabajada para consolidación y ajuste de las discrepancias buco linguales. Se detalló el caso en arcada inferior con uso de arco de acero 0.016" x 0.025" con dobleces de compensación y se utilizaron cadenas elásticas en ambas arcadas para dar torque negativo anterior. Se finalizó el caso en la arcada superior con un arco de acero 0.019" x 0.025" y en el arco inferior con arco CuNiTi 0.018" x 0.025" (Figura 4). Se colocó retención fija en ambas arcadas (Figura 5).

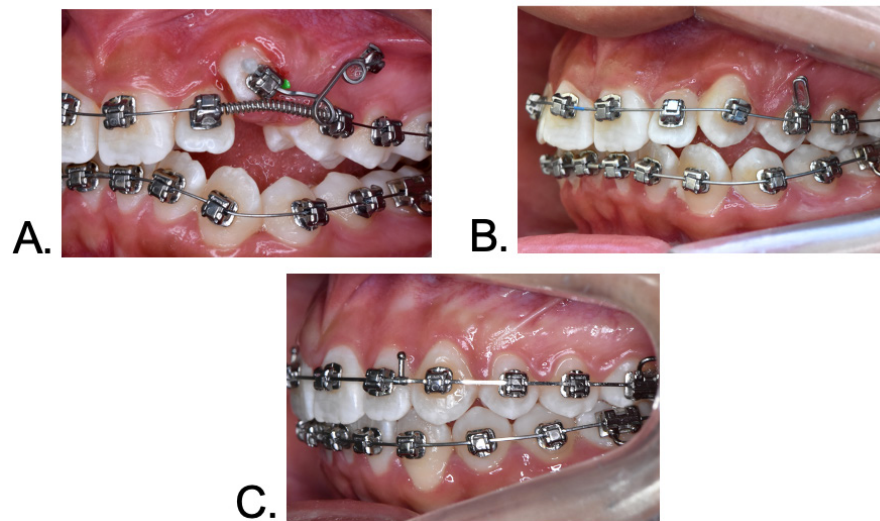


Figura 4. Evolución del tratamiento. A. Primera fase de tratamiento
B. Segunda fase de tratamiento C. Tercera fase de tratamiento.

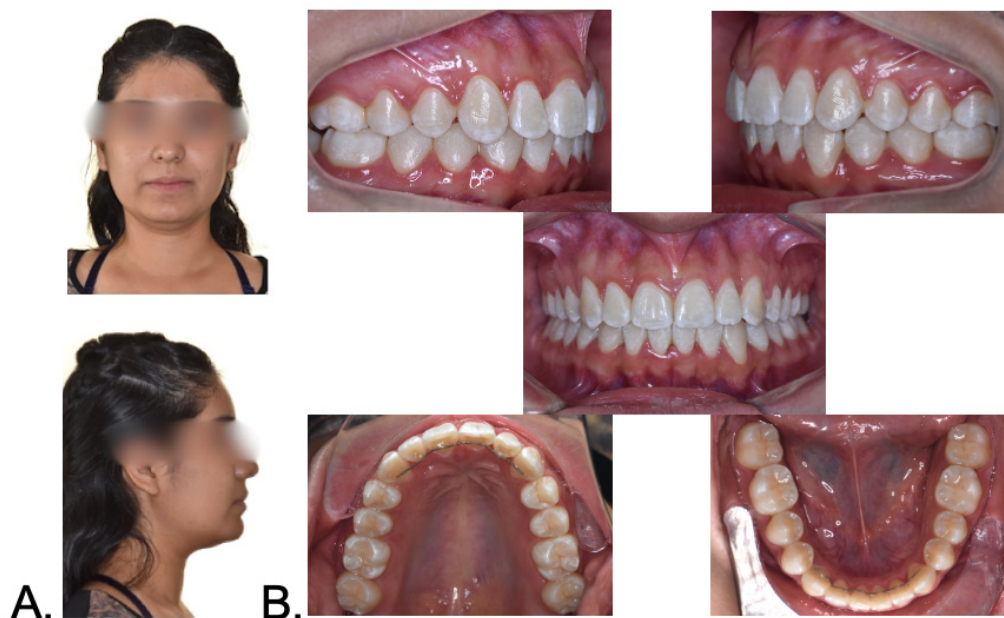


Figura 5. Fotografías finales. A. Extraorales frontal y lateral.
B. Intraorales en distintas vistas (frontal, lateral y oclusal).

Con el plan de tratamiento propuesto se lograron cumplir los objetivos establecidos al inicio del tratamiento. Se obtuvo una buena alineación, conformación y asentamiento de las arcadas logrando una adecuada sobremordida vertical y horizontal. Se obtuvo una buena relación molar y canina con adecuadas guías funcionales. Se logró una buena exposición dental y gingival durante la sonrisa, así como una curva de sonrisa en armonía con el labio inferior. Se mantuvo buena salud articular y periodontal excepto en el diente 33, donde se presentó una ligera recesión gingival (Figura 5). En los valores cefalométricos obtenidos al final del tratamiento se observó que se logró mejorar la posición e inclinación de los incisivos y hubo un aumento en la inclinación del plano oclusal y mandibular por aumento de la dimensión vertical (Figura 6-7) (Tabla 1). Se logró posicionar el diente 23 en 10 meses. Se solicitó una tomografía al concluir tratamiento para observar las corticales óseas de los dientes más afectados (dientes 22 y 23) en donde se pudo visualizar una falta de continuidad de la cortical vestibular sobre el diente 22 porque debido a la posición inicial en la que se encontraba el canino y posterior a su tracción no fue posible restablecer la salud periodontal en dicho diente. Sin embargo, pudo observar una conservación de las corticales palatina e interproximal (Figura 8).

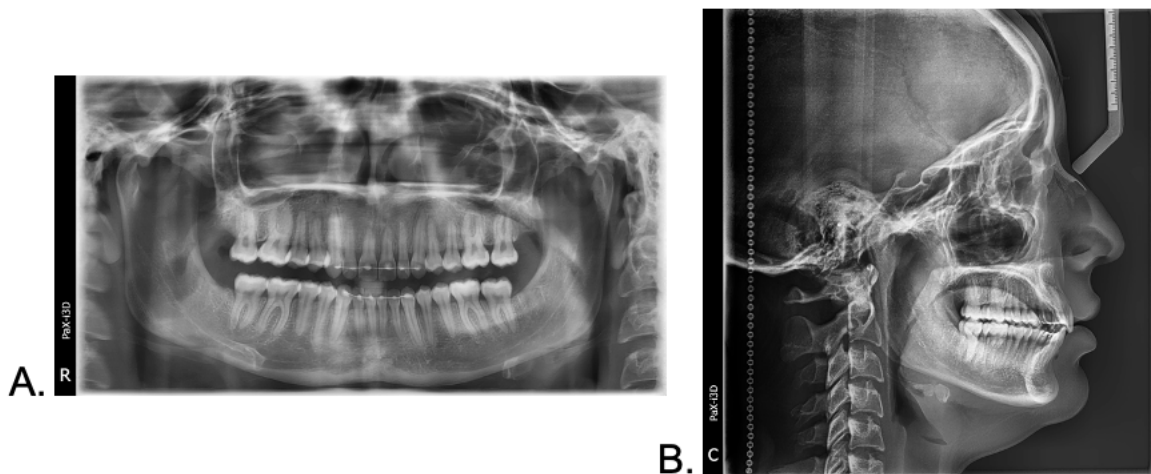


Figura 6. Registros radiográficos finales. A. Ortopantomografía. B. Radiografía lateral de cráneo.

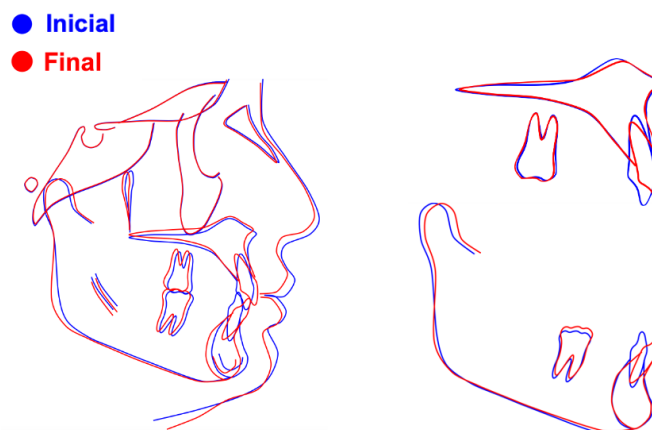


Figura 7. Superposición cefalométrica inicial y final.

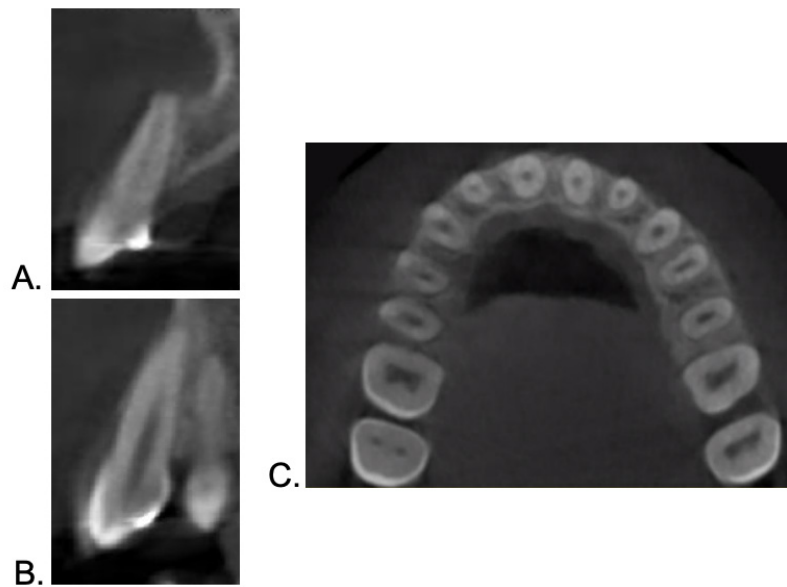


Figura 8. Imágenes tomográficas comparativas del diente 22 y 23 donde se observa una falta de continuidad de la cortical vestibular del diente 22. A. Corte sagital del diente 22. B. Corte sagital del diente 23. C. Corte axial de arcada superior.

DISCUSIÓN

El término anclaje ortodóncico denota la naturaleza y grado de resistencia al desplazamiento ofrecido por una unidad anatómica, los mini-implantes están diseñados para superar las limitaciones de los dispositivos ortodóncicos convencionales debido a su anclaje esquelético. El tiempo de uso del mini-implante durante el tratamiento fue de 10 meses en donde la inserción se hizo perpendicular a la superficie ósea y la carga se hizo de forma inmediata y directa a través de una cadena elástica, la cual ejercía una fuerza de 2 oz. Schätzle *et al.*¹¹ demostraron en su artículo que las tasas de fracaso para los mini-implantes son de 16.4%, en donde los tornillos con un diámetro >2mm presentaron un riesgo de falla aproximadamente dos veces menor que los mini-implantes con un diámetro <1.2 mm, Miyawaki *et al.*¹² refieren que los mini-implantes con un diámetro de 1.0mm o menos tienden a presentar mayor rango al fracaso, en cuanto a la carga del mini-implante sugieren una fuerza menor a 2N. Luzi *et al.*¹³ señalan que estos dispositivos pueden ser cargados de forma inmediata después de su implantación siempre y cuando la carga se limite a fuerzas ligeras. De acuerdo con diversos estudios no existe una diferencia significativa entre la carga inmediata y el período de cicatrización antes de la aplicación de la fuerza por lo que no es considerado un factor de riesgo potencial de falla. Otro elemento para tomar en cuenta es el ángulo de inserción del TAD. En su estudio *in vitro*, Iniestra *et al.*¹⁴ mostraron que los mini-implantes colocados a 90° presentan una mayor resistencia a las fuerzas de tracción comparados con mini-implantes con una inserción a 60°, y así concuerdan con los resultados obtenidos en el estudio de Pickard *et al.*¹⁵ En el tiempo de uso del mini-implante durante el tratamiento no se observaron cambios en su posición o desalojo. Algunos factores que pueden contribuir al fracaso están relacionados con la ubicación anatómica del implante caracterizada por la diferencia en la calidad y cantidad ósea, características de los tejidos blandos (mayor propensión en zonas no queratinizadas) e infección bacteriana periimplantaria¹⁶.

El uso de tomografía para la detección de caninos retenidos y posibles reabsorciones es importante para determinar la localización precisa del diente con las estructuras anatómicas vecinas antes de realizar cualquier procedimiento. El uso de ortopantomografías tiene un diagnóstico limitado porque no pueden evaluarse las superficies bucales o palatinas. Ericson y Kurol¹⁷ encontraron que el 48% de caninos con erupción ectópica causan reabsorciones radiculares de gravedad variable. La reabsorción radicular puede ser difícil de diagnosticar porque su evolución es rápida y asintomática; la presencia o ausencia de reabsorción radicular y posición del diente impactado determina la estrategia óptima de tratamiento^{7,18}. En el caso presentado anteriormente se solicitó únicamente el estudio tomográfico al final del tratamiento para valorar el estado periodontal de los dientes afectados. Al inicio del tratamiento no fue posible contar con los estudios de tomografía por cuestiones personales de la paciente, por lo que basados en la ortopantomografía en donde se observaba continuidad radicular del diente 22 y ausencia de movilidad a la exploración clínica se decidió realizar la mecánica de tracción del canino. Sin embargo, es ideal tener presente el estudio tomográfico tanto al inicio del tratamiento como al final para una completa evaluación de las superficies dentales y óseas.

CONCLUSIÓN

Los mini-implantes son una excelente opción para los casos de ortodoncia donde se requiera tener un mayor control de los movimientos dentales; al ser dispositivos que se colocan sobre la superficie ósea proveen un anclaje absoluto, eliminando el efecto de fuerzas reactivas, evitando movimientos no deseados de los dientes adyacentes a los afectados, y manteniendo la integridad periodontal de los dientes. Se requiere contar con la mayor cantidad de métodos diagnósticos y una valoración minuciosa del caso para obtener un correcto diagnóstico y brindar un óptimo tratamiento para el paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dalessandri D, Parrini S, Rubiano R, Gallone D, Migliorati M. Impacted and transmigrant mandibular canines incidence, aetiology, and treatment: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2017; 39(2): 161-169. DOI: 10.1093/ejo/cjw027
2. Torres-Lagares D, Flores-Ruiz R, Infante-Cossío P, García-Calderón M, Gutiérrez-Pérez JL. Transmigration of impacted lower canine. Case report and review of literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006; 11(2): E171-E174. Disponible en: https://www.medicinaoral.com/pubmed/medoralv11_i2_pE171.pdf
3. Camilleri S, Scerri E. Transmigration of mandibular canines. A review of the literature and a report of five cases. *Angle Orthod*. 2003; 73(6): 753-762. Disponible en <https://angle-orthodontist.kglmeridian.com/downloadpdf/view/journals/angl/73/6/article-p753.pdf>
4. Javid B. Transmigration of impacted mandibular cuspids. *Int J Oral Surg*. 1985; 14(6): 547-549. DOI: 10.1016/s0300-9785(85)80063-6
5. Ericson S, Kurol J. Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines. *Eur J Orthod*. 1988; 10(4): 283-295. DOI: 10.1093/ejo/10.4.283
6. Bishara SE, Ortho D. Impacted maxillary canines: A review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1992; 101(2): 159-171. DOI: 10.1016/0889-5406(92)70008-X

7. Oberoi S, Knueppel S. Three-dimensional assessment of impacted canines and root resorption using cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012; 113(2): 260-267. DOI: 10.1016/j.tripleo.2011.03.035
8. Migliorati M, Cevitanes L, Sinfonico G, Drago S, Dalessandri D, Isola G, et al. Three-dimensional movement analysis of maxillary impacted canine using TADs: a pilot study. *Head Face Med*. 2021;17(1): an1. DOI: 10.1186/s13005-020-00252-0
9. Molina-Coral A, Población M, Díez-Cascón M. Microtornillos como anclaje en ortodoncia. Revisión de la literatura. *Rev Esp Ortod*. 2004; 34(4): 319-334. Disponible en: https://www.revistadeortodoncia.com/frame_esp.php?id=724
10. Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007; 103(5): e6-15. DOI: 10.1016/j.tripleo.2006.11.022
11. Schätzle M, Männchen R, Zwahlen M, Lang L. Survival and failure rates of orthodontic temporary anchorage devices: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2009; 20(12): 1351-1359. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2009.01754.x
12. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003; 124(4): 373-378. DOI: 10.1016/s0889-5406(03)00565-1
13. Luzi C, Verna C, Melsen B. A prospective clinical investigation of the failure rate of immediately loaded mini-implants used for orthodontic anchorage. *Prog Orthod*. 2007; 8(1): 192-201. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Cesare-Luzi/publication/6257675_A_prospective_clinical_investigation_of_the_failure_rate_of_immediate_loaded_mini-implants_used_for_orthodontic_anchorage/links/59f78f74a6fdcc075ec7bbd0/A-prospective-clinical-investigation-of-the-failure-rate-of-immediate-loaded-mini-implants-used-for-orthodontic-anchorage.pdf
14. Iniestra Iturbe O, Grageda Núñez E, Álvarez Gayosso C, Guerrero Ibarra J. Resistencia a fuerzas de tracción de miniimplantes usados en ortodoncia dependiendo del ángulo de inserción. *Rev Mex Ortodon*. 2014; 2(3): 187-191 DOI: 10.1016/S2395-9215(16)30033-2
15. Pickard MB, Dechow P, Rossouw PE, Buschang PH. Effects of miniscrew orientation on implant stability and resistance to failure. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010; 137(1): 91-99. DOI: 10.1016/j.ajodo.2007.12.034
16. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004; 19(1): 100-106. PMID: 14982362
17. Ericson S, Kurol PJ. Resorption of incisors after ectopic eruption of maxillary canines: a CT study. *Angle Orthod*. 2000; 70(6): 415-423. DOI: 10.1043/0003-3219(2000)070<0415:ROIAEE>2.0.CO;2
18. Cernochova P, Krupa P, Izakovicova-Holla L. Root resorption associated with ectopically erupting maxillary permanent canines: a computed tomography study. *Eur J Orthod*. 2011; 33(5): 483-491. DOI: 10.1093/ejo/cjq085

Caso clínico

Distalización con minitornillo en maloclusión Clase III y mordida abierta anterior: Reporte de caso

David Bautista-Martínez

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología (CIEAO), Facultad de Odontología. Universidad Autónoma de Estado de México, Toluca, México. <https://orcid.org/0000-0002-3216-2368>

Autor de correspondencia:

David Bautista-Martínez

E-mail: dr.david.bautista@gmail.com

Recibido: 19 febrero 2025

Aceptado: 19 septiembre 2025

Citar como:

Bautista-Martínez D. Distalization with Miniscrew in Class III Malocclusion and Anterior Open Bite: A Case Report [Distalización con minitornillo en maloclusión Clase III y mordida abierta anterior: Reporte de caso]. *Rev Odontol Mex.* 2025; 29(3): 39-48. DOI: 10.22201/fo.1870199xp.2025.29.3.92046

RESUMEN

Introducción: las maloclusiones de Clase III pueden abordarse mediante diferentes estrategias, dependiendo de su etiología y de los objetivos terapéuticos planteados. El uso de minitornillos para la distalización de la arcada inferior ha sido previamente reportado con resultados favorables. **Objetivo:** corregir una maloclusión Clase III unilateral y mordida abierta anterior mediante la utilización de un minitornillo en el *shelf* mandibular con aplicación de fuerzas asimétricas. **Presentación del caso:** paciente femenina de 23 años de edad, con maloclusión Clase III en el lado izquierdo, Clase II en el derecho, mordida abierta anterior y desviación de la línea media dental hacia la derecha, con antecedente de tratamiento ortodóncico previo. Se colocaron *brackets* metálicos convencionales y se efectuó la distalización del segmento inferior izquierdo mediante un minitornillo en el *shelf* mandibular, *sliding jigs* y cadenas elásticas. El tiempo total de tratamiento

fue de 1 año y 8 meses. **Conclusiones:** la mecánica de distalización resultó eficaz para establecer relaciones molares y caninas Clase I bilaterales, corregir la mordida abierta anterior y centrar las líneas medias. El anclaje unilateral con minitornillo en el *shelf* mandibular constituye una alternativa viable para el tratamiento de la maloclusión Clase III, la mordida abierta anterior y la desviación de la línea media, al disminuir la necesidad de cooperación del paciente y evitar la extracción de dientes adicionales.

Palabras clave: minitornillos, Clase III, *shelf* mandibular, distalización, Ortodoncia

INTRODUCCIÓN

La maloclusión Clase III es relativamente poco frecuente, con una prevalencia que varía entre las diferentes poblaciones y grupos étnicos. A nivel mundial, en la dentición permanente, la maloclusión de Clase III representa aproximadamente el 5.93% de las maloclusiones de Angle¹. Al igual que la mayoría de las maloclusiones y deformidades dentofaciales, la etiología de la maloclusión Clase III es multifactorial, resultado de la interacción entre factores genéticos y ambientales. Entre los factores ambientales que contribuyen a su aparición se encuentran los hábitos bucales prolongados, como la succión o apoyar la lengua contra los dientes, la deglución atípica, la obstrucción de las vías respiratorias nasales, la respiración bucal, los desplazamientos mandibulares funcionales debidos a necesidades respiratorias, el tamaño de la lengua, la alteración del tamaño y la forma de las vías respiratorias faríngeas, los desequilibrios hormonales, trastornos como el gigantismo o los adenomas hipofisarios, los traumatismos, la pérdida prematura de los dientes primarios, las anomalías congénitas como el labio y paladar hendido, y la disfunción muscular².

La prevalencia reportada de mordida abierta anterior oscila entre el 1.5% y el 11%, dependiendo del grupo de edad y la población estudiada³. Esta tendencia se asocia con patrones de crecimiento hiperdivergentes, aumento del ángulo goníaco, reducción de la proyección mandibular, exceso vertical posterior del maxilar y la mandíbula, y aumento de la altura facial. Cuando la maloclusión de Clase III se combina con una mordida abierta anterior y un patrón de crecimiento hiperdivergente, lograr resultados ortodónticos óptimos se vuelve cada vez más difícil.

En el contexto de la estética dental, la simetría es uno de los objetivos principales del tratamiento ortodóntico. Diversas asimetrías en las relaciones dentales y esqueléticas, especialmente aquellas que provocan desviaciones de la línea media, pueden comprometer tanto la estética facial y la sonrisa como la función oclusal. Para las relaciones molares asimétricas, se han propuesto varias estrategias de tratamiento, entre las que se incluyen extracciones asimétricas, aparatos intraorales y extraorales, y elásticos. Aunque estos enfoques pueden dar buenos resultados, muchos dependen en gran medida del cumplimiento del paciente, que tiende a disminuir con el tiempo, lo que hace que los resultados del tratamiento sean menos predecibles.

Las opciones de tratamiento para la maloclusión de Clase III en adultos dependen de factores como la discrepancia esquelética, el perfil facial y la queja principal, por el contexto médico de la paciente. El camuflaje ortodóntico puede ser adecuado para discrepancias leves, mientras que los casos graves suelen requerir enfoques combinados de ortodoncia y cirugía. La extracción de los premolares inferiores ha sido tradicionalmente la estrategia de camuflaje más común. Sin embargo, la pérdida de anclaje es una complicación frecuente en estos casos, lo que conduce a

una mesialización no deseada de los dientes posteriores. En el presente caso, se utilizó un anclaje unilateral con minitornillos para distalizar la dentición mandibular, establecer una relación molar bilateral de Clase I, corregir la mordida abierta anterior y centrar la línea media.

PRESENTACIÓN DEL CASO CLÍNICO

Una paciente de 23 años, con buen estado de salud general, se presentó para una consulta de ortodoncia, siendo el motivo principal una mordida abierta anterior. Informó de un tratamiento ortodóntico previo. La historia médica y el examen clínico no revelaron ninguna afección sistémica que contraindicara el tratamiento ortodóntico ni evidencia de trastornos de la articulación temporomandibular.

La evaluación clínica mostró una forma facial ovalada, biotipo mesofacial y un perfil facial recto (ángulo Gl-Sn-Pg de 172°), con desviación de la línea media dental respecto a la línea media facial. El análisis de la mini-estética reveló una exposición asimétrica y reducida de los incisivos maxilares, una adecuada anchura de sonrisa, un soporte labial apropiado, un arco de sonrisa no consonante, mordida abierta y una exposición gingival nula (Figura 1).



Figura 1. Fotografías faciales pre-tratamiento.

La evaluación intraoral mostró tejidos gingivales sanos y frenillos en posición normal. Se observó una relación molar de Clase I en el lado derecho y una relación de clase III en el izquierdo. Las relaciones caninas eran de Clase II en el lado derecho y de Clase III en el izquierdo. Las curvas de Spee no estaban acentuadas. La línea media superior se desviaba aproximadamente 1 mm hacia la izquierda y la línea media inferior 2.5 mm hacia la derecha. La sobremordida horizontal era de 0 mm, la sobremordida vertical de -1 mm, asociada a una mordida abierta anterior, y un leve apiñamiento en el arco inferior (-1 mm). Ambos arcos eran ovalados y asimétricos (Figura 2).

La ortopantomografía reveló una calidad ósea adecuada, 32 dientes, varias restauraciones y una relación corona-raíz de 1:2, excepto en el incisivo central superior derecho (11), que presentaba una raíz acortada sin lesión aparente (Figura 3).



Figura 2. Fotografías intraorales pre-tratamiento.



Figura 3. Radiografías pre-tratamiento.

El análisis cefalométrico de Steiner indicó una relación esquelética de Clase I (ANB 1.5°) con posiciones maxilares y mandibulares adecuadas en relación con la base craneal (SNA 80.3°, SNB 78.8°). La paciente presentaba un patrón de crecimiento hiperdivergente con un ángulo mandibular elevado (36.1°), incisivos maxilares proinclinados e incisivos mandibulares correctamente posicionados (U1-SN 113°, L1-GoGn 89°). La posición de los labios era armoniosa, ya que ambos labios pasaban por la línea S de Steiner (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de las mediciones cefalométricas antes y después del tratamiento.

Medida ^a	Pre-tratamiento	Post-tratamiento	Norma
SNA	80.3°	80.1°	82°
SNB	78.8°	78.8°	80°
ANB	1.5°	1.3°	2°
GoGn-SN	36.1°	35.2°	32°
FMA	25°	25°	25°
U1-SN	113°	111°	103°
L1-GoGn	89°	94°	90°
LS	0 mm	0 mm	0 mm
LI	0 mm	0 mm	0 mm

^aS se refiere a la silla turca; N: nasion; A: punto A; B: punto B; Go: gonion; Gn: gnathion; FMA: ángulo del plano de Frankfurt con el plano mandibular; U1: incisivo superior; L1: incisivo inferior; LS: línea S del labio superior; LI: línea S del labio inferior.

Con base en estos hallazgos, se diagnosticó a la paciente con Clase I esquelética, patrón de crecimiento vertical, mordida abierta anterior, molares de Clase I en el lado derecho y de Clase III en el izquierdo, e incisivos superiores proinclinados. Los objetivos del tratamiento eran cerrar la mordida abierta anterior, lograr relaciones molares y caninas bilaterales de Clase I y centrar las líneas medias. Se propusieron tres opciones de tratamiento: (1) extracción de cuatro premolares; (2) colocación de cuatro minitornillos (dos infracigomáticos y dos en *shelf* mandibular) con extracción de los cuatro terceros molares; o (3) colocación de un minitornillo en el *shelf* mandibular izquierdo con extracción del tercer molar mandibular izquierdo (38). La paciente eligió la tercera opción.

Antes del tratamiento de ortodoncia, el dentista remitente restauró las lesiones cariosas y sustituyó las restauraciones metálicas de los dientes 36, 37, 46 y 47. Se extrajo el tercer molar inferior izquierdo (38). Se colocó aparatología fija (*brackets* Roth 0.022", TD, Monterrey, México) en ambas arcadas. La alineación y la nivelación se realizaron con arcos de níquel-titanio (0.014", 0.016", 0.016" × 0.022", 0.017" × 0.025"). Durante esta fase, la mordida abierta anterior aumentó y se desarrolló una mordida cruzada anterior debido a la descompensación (Figura 4. A). A continuación, se introdujeron arcos de acero inoxidable para continuar con la nivelación y la estabilización.

Una vez estabilizados los arcos, se colocó un dispositivo de anclaje temporal (2 × 12 mm, TD) en el *shelf* mandibular izquierdo. La distalización se realizó con arcos 0.017" × 0.025" de acero inoxidable, utilizando *sliding jigs* para el movimiento molar (36, 37) y cadenas elásticas aplicadas secuencialmente a los premolares (34, 35) y al canino (33), con una fuerza aproximada de 50 g por diente (Figura 4. B). Después de la distalización, se retrajo el segmento anterior para corregir la sobremordida vertical, horizontal y la desviación de la línea media utilizando un gancho crimpable entre los dientes 32 y 33, inicialmente anclado al minitornillo y, posteriormente, al segundo molar (37) tras el retiro del minitornillo (Figura 4. C). El cierre de espacios se consolidó con topes en forma de omega y ligadura continua en ambas arcadas. Se añadieron mecanismos adicionales, como la extrusión de los dientes 33 y 34 mediante dobles de segundo orden y elásticos bilaterales en forma de caja (13,14-43,44; 23,24-33,34) para optimizar el asentamiento de la mordida.



Figura 4. Progreso del tratamiento. **A.** Fase de alineación y nivelación, que muestra un aumento de la mordida abierta como resultado de la descompensación. **B.** Mecánica de distalización utilizando un minitornillo en el *shelf* mandibular con un *sliding jig* y cadenas elásticas. **C.** Retracción del segmento anterior para corregir la mordida abierta y la desviación de la línea media.

Después de 20 meses, se retiró la aparatología fija y se colocaron retenedores fijos de canino a canino en ambas arcadas. La paciente mantuvo un perfil facial recto, con los labios ligeramente retraídos, lo que dio como resultado una apariencia más armoniosa. Los dientes superiores quedaron más simétricos y adecuadamente expuestos, lo que contribuyó a aumentar la anchura de la sonrisa y a que el arco de la sonrisa estuviera en consonancia con el labio inferior. Las comisuras se elevaron simétricamente y se conservó el soporte labial adecuado (Figura 5).



Figura 5. Fotografías faciales post-tratamiento.

Ambas arcadas dentales se transformaron en formas ovaladas y simétricas, logrando una alineación y nivelación adecuadas. Se establecieron relaciones molares y caninas bilaterales de Clase I, con una sobremordida horizontal y vertical de aproximadamente 1 mm, y líneas medias coincidentes (Figura 6). La ortopantomografía final confirmó el éxito de la distalización de la dentición mandibular, el posicionamiento adecuado de los dientes involucrados, la ausencia del tercer molar inferior izquierdo (38) y la presencia de retenedores fijos en ambas arcadas (Figura 7).



Figura 6. Fotografías intraorales post-tratamiento.



Figura 7. Radiografías post-tratamiento.

La sobreimposición cefalométrica (Figura 8) mostró una distalización del primer molar inferior, una ligera retroinclinación de los incisivos maxilares y una verticalización de los primeros molares superiores. Se mantuvo la relación esquelética de Clase I (ANB 1.3°), con una posición adecuada del maxilar y la mandíbula en relación con la base craneal (SNA 80.1° , SNB 78.8°). Persistió el patrón hiperdivergente, con un ángulo del plano mandibular elevado (35.2°). La inclinación de los incisivos maxilares disminuyó ligeramente (U1-SN 111°), pero siguió siendo proinclinada, mientras que la proinclinación de los incisivos mandibulares aumentó (L1-GoGn 94°). La posición de los labios siguió siendo tangencial a la línea S de Steiner, lo que preservó la armonía facial (Tabla 1). En general, la paciente se mostró satisfecha con los resultados estéticos y funcionales.

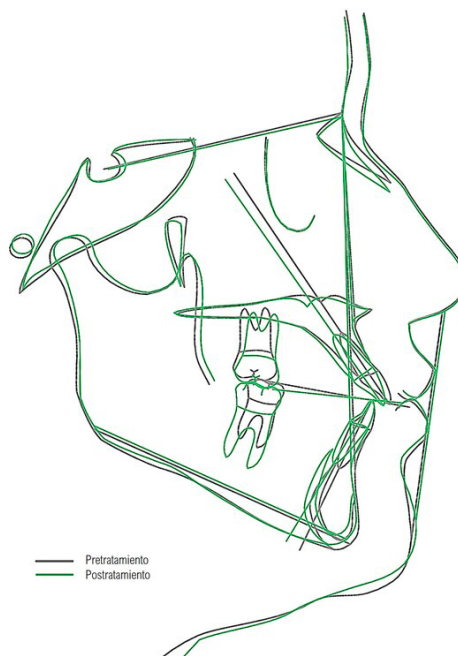


Figura 8. Sobreimposición cefalométrica.

DISCUSIÓN

En el presente caso, la mordida abierta anterior y la desviación de la línea media se debían principalmente a un aumento de la dimensión vertical posterior en el lado izquierdo, a la posición anterior de la dentición posterior inferior izquierda y a un patrón de crecimiento hiperdivergente, a pesar de que la relación esquelética entre el maxilar y la mandíbula era adecuada. Los cambios correctivos se lograron principalmente mediante la compensación dentoalveolar a través del movimiento distal de la dentición mandibular izquierda y la rotación en sentido antihorario del plano oclusal.

La simetría de la línea media facial y dental es un factor crítico para lograr una estética armoniosa, aunque una ligera asimetría es común en la mayoría de las personas⁴. Estudios previos han sugerido que las discrepancias de la línea media dental de hasta 4 mm pueden ser imperceptibles^{5,6}, mientras que otros proponen que las desviaciones superiores a 2 mm son

estéticamente inaceptables⁷. En esta paciente, la línea media dental se corrigió por completo y la línea media facial mejoró, pero no se alineó por completo. No obstante, el resultado estético final se encontró dentro de los parámetros aceptables. Las discrepancias en la línea media pueden deberse a factores dentales aislados, asimetrías esqueléticas o desplazamientos funcionales de la mandíbula, lo que a menudo requiere intervenciones complejas. Las modalidades de tratamiento para corregir estas asimetrías incluyen extracciones simétricas y asimétricas, aparatos intraorales y extraorales y elásticos intermaxilares. Sin embargo, incluso con una aplicación adecuada y la cooperación suficiente del paciente, pueden producirse efectos no deseados, como la proinclinación de los incisivos maxilares, la extrusión de los molares maxilares, el aumento de la dimensión vertical y la rotación en sentido horario de la mandíbula, lo que puede comprometer tanto la estética como la estabilidad a largo plazo.

La distalización del arco mandibular mediante minitornillos ha sido ampliamente documentada⁸⁻¹⁰. Las principales ventajas de los minitornillos son una menor duración del tratamiento, su facilidad de colocación y extracción, y la mínima dependencia del cumplimiento por parte del paciente. El *shelf* mandibular se elige con frecuencia para la colocación de minitornillos, ya que permite una mayor distalización que los sitios interradiculares, donde el espacio entre las raíces puede limitar el movimiento. En este caso, la extracción del tercer molar inferior izquierdo (38) creó suficiente espacio para distalizar el segmento mandibular izquierdo, utilizando una fuerza de retracción aplicada a través de un minitornillo en el *shelf* mandibular. El plano oclusal sufrió una rotación en sentido antihorario porque el vector de fuerza se aplicó por encima del centro de resistencia del arco mandibular, lo que favoreció el aumento de la sobremordida vertical y, al mismo tiempo, corrigió la mordida cruzada anterior inducida por la descompensación y abordó la desviación de la línea media mediante la retracción unilateral de los dientes mandibulares. Esta rotación en sentido antihorario concuerda con los hallazgos descritos por He *et al.*¹¹.

La mecánica de distalización empleada consistió en un minitornillo en el *shelf* mandibular en combinación con un *sliding jig* que transmitía la fuerza al primer molar, afectando posteriormente al segundo molar. Se utilizaron cadenas elásticas para transmitir la fuerza al primer premolar y posteriormente al segundo premolar, lo que dio resultados favorables. En la literatura se han descrito enfoques similares: Jing *et al.*¹² lograron una distalización en masa con resortes de níquel-titanio, y Khyati *et al.*¹³ utilizaron cadenas elastoméricas. Otros estudios documentaron resultados eficaces utilizando minitornillos interradiculares en la rama mandibular, minitornillos en forma de C, resortes y *cantilevers*¹⁴⁻¹⁶. En este paciente, se logró una distalización molar de aproximadamente 3 mm, similar a los resultados descritos por Aslan *et al.*¹⁷. Los rangos descritos de distalización molar mandibular en otros estudios varían entre 2 y 6 mm^{12,18,19}.

Dentro de las limitaciones del tratamiento, no se logró el asentamiento completo en el lado derecho, probablemente debido a un contacto prematuro de los primeros molares derechos (16, 46) y a la interrupción temprana del uso de elásticos, ya que la paciente solicitó el retiro de la aparatología antes del parto. La relación cruzada entre los molares 16 y 46 también persistió, lo que se atribuyó a una restauración excesiva en el diente 46 que no se corrigió antes de la colocación de la aparatología. No se indicó la extracción de los terceros molares maxilares y mandibulares 18, 28 y 48, ya que no interferían con la biomecánica del tratamiento. Estos dientes permanecieron desalineados, pero no presentaron problemas funcionales, dada su infraoclusión. Una revisión sistemática reciente²⁰ que evaluaba la posible contribución de los terceros molares al apiñamiento de los incisivos mandibulares después del tratamiento de ortodoncia concluyó que la extracción solo debe considerarse en presencia de lesiones, como afectación nerviosa, inflamación periodontal o un mayor riesgo de caries.

CONCLUSIÓN

Este caso ilustra un enfoque exitoso para el manejo de la maloclusión unilateral de Clase III acompañada de una mordida abierta anterior, empleando la distalización asimétrica de los molares con el apoyo de un minitornillo sin extracciones de premolares. El enfoque dio como resultado un equilibrio facial adecuado, una sonrisa estéticamente agradable y una oclusión ideal. La retracción unilateral del arco mandibular corrigió las relaciones molares y caninas de Clase III, la sobremordida horizontal y vertical anterior y la desviación de la línea media. También se observaron mejoras en el tercio inferior del perfil facial, con una ligera retracción del labio, y en la parte frontal, gracias al aumento de la exposición de los dientes maxilares y a un arco de sonrisa consonante con el labio inferior. La versatilidad de los minitornillos hace que este tratamiento sea una opción eficaz para determinados pacientes, ya que permite obtener resultados predecibles y favorables.

DECLARACIONES

Conflictos de interés: El autor declara no tener ningún conflicto de interés relacionado con este trabajo.

Consentimiento para participar: Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de la paciente para la publicación de los detalles del caso y las imágenes que lo acompañan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, Labib A, El-Saaidi C. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press J Orthod*. 2018; 23(6): 40.e1-40.e10. DOI: 10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl
2. Zere E, Chaudhari PK, Sharan J, Dhingra K, Tiwari N. Developing class III malocclusions: challenges and solutions. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2018; 10: 99-116. DOI: 10.2147/CCIDE.S134303
3. Jung MH, Baik UB, Ahn SJ. Treatment of anterior open bite and multiple missing teeth with lingual fixed appliances, double jaw surgery, and dental implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013; 143(4 Suppl): S125-S136. DOI: 10.1016/j.ajodo.2011.11.022
4. Martins JM, Costa LG, Carvalho AL, Manso MC, Gavinha S, Herrero-Climent M, et al. The impact of dental midline on asymmetric faces: Perspective of laypersons and dentists. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(24): 12904. DOI: 10.3390/ijerph182412904
5. Lum V, Goonewardene MS, Mian A, Eastwood P. Three-dimensional assessment of facial asymmetry using dense correspondence, symmetry, and midline analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2020; 158(1): 134-146. DOI: 10.1016/j.ajodo.2019.12.014
6. Aşık S, Kök H. Perception of dental midline deviation and smile attractiveness by eye-tracking and aesthetic ratings. *Aust Orthod J*. 2021; 37(2): 187-196. DOI: 10.21307/aoj-2021.020
7. Silva BP, Jiménez-Castellanos E, Martínez-de-Fuentes R, Greenberg JR, Chu S. Laypersons' perception of facial and dental asymmetries. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2013; 33(6): e162-e171. DOI: 10.11607/prd.1618
8. Chen K, Cao Y. Class III malocclusion treated with distalization of the mandibular dentition with miniscrew anchorage: A 2-year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015; 148(6): 1043-1053. DOI: 10.1016/j.ajodo.2015.03.034

9. Ferreira FPC, Goulart MS, de Almeida-Pedrin RR, Conti ACCF, Cardoso MA. Treatment of class III malocclusion: Atypical extraction protocol. *Case Rep Dent.* 2017; 2017: 4652685. DOI: 10.1155/2017/4652685
10. Ma QL, Conley RS, Wu T, Li H. Asymmetric molar distalization with miniscrews to correct a severe unilateral Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016; 149(5): 729-739. DOI: 10.1016/j.ajodo.2015.07.042
11. He Y, Wang Y, Wang X, Wang J, Bai D, Guo Y. Nonsurgical treatment of a hyperdivergent skeletal Class III patient with mini-screw-assisted mandibular dentition distalization and flattening of the occlusal plane. *Angle Orthod.* 2022; 92(2): 287-293. DOI: 10.2319/040521-272.1
12. Jing Y, Han X, Guo Y, Li J, Bai D. Nonsurgical correction of a class III malocclusion in an adult by miniscrew-assisted mandibular dentition distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 143(6): 877-887. DOI: 10.1016/j.ajodo.2012.05.021
13. Khyati N, Siddarth S. Dentoalveolar distalisation in class III skeletal base using buccal shelf mini-implants - a case report. *Orthod J Nepal.* 2019; 9(1): 74-78. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/a57e/238e2016c813b3964b2f48e1c11d77399dd3.pdf>
14. Chung K, Kim SH, Kook Y. C-orthodontic microimplant for distalization of mandibular dentition in Class III correction. *Angle Orthod.* 2005; 75(1): 119-128. DOI: 10.1043/0003-3219(2005)075<0119:CMFDOM>2.0.CO;2
15. Farret MM, Farret MMB, Farret AM. Orthodontic camouflage of skeletal class III malocclusion with miniplate: a case report. *Dental Press J Orthod.* 2016; 21(4): 89-98. DOI: 10.1590/2177-6709.21.4.089-098.oar
16. de Lima E, Brum F, Mezomo M, Pasquali CE, Farret M. Orthodontic treatment of class III malocclusion with lower extraction and anchorage with mini implants: case report. *J World Fed Orthod.* 2017; 6(1): 28-34. DOI: 10.1016/j.ejwf.2017.02.003
17. Aslan BI, Küçükkaraca E. Nonextraction treatment of a class III malocclusion case using mini-screw-assisted lower molar distalization. *Turk J Orthod.* 2019; 32(2): 119-124. DOI: 10.5152/TurkJOrthod.2018.18026
18. Sugawara J, Daimaruya T, Umemori M, Nagasaka H, Takahashi I, Kawamura H, et al. Distal movement of mandibular molars in adult patients with the skeletal anchorage system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 125(2): 130-138. DOI: 10.1016/j.ajodo.2003.02.003
19. Poletti L, Silvera AA, Ghislanzoni LTH. Dentoalveolar class III treatment using retromolar miniscrew anchorage. *Prog Orthod.* 2013; 14(1): 7. DOI: 10.1186/2196-1042-14-7
20. Lyros I, Vasoglou G, Lykogeorgos T, Tsolakis IA, Maroulakos MP, Fora E, et al. The effect of third molars on the mandibular anterior crowding relapse-A systematic review. *Dent J (Basel).* 2023; 11(5): 131. DOI: 10.3390/dj11050131

Investigación original

Simulación de fractura de minitornillos al insertarlos en el cuerpo mandibular, a través de un análisis de elementos finitos

Camila María Mendoza-Escobar¹, Víctor Manuel Araujo-Monsalvo²,
Ricardo Ondarza-Rovira³, Salvador García-López⁴

¹ Egresada de la Maestría en Ortodoncia. Universidad Intercontinental, Ciudad de México, México.
<https://orcid.org/0009-0003-8093-4515>

² Instituto Nacional de Rehabilitación, Ciudad de México, México. <https://orcid.org/0000-0002-6969-0965>

³ Profesor de estadística. Universidad Intercontinental, Ciudad de México, México. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Estado de México, México. <https://orcid.org/0000-0002-0135-8501>

⁴ Director de tesis, Universidad Intercontinental. Profesor honorario Departamento de Ortodoncia. Hospital General Dr. Manuel Gea González. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México, México.
<https://orcid.org/0000-0003-1391-738X>

Autor de correspondencia:

Salvador García López

E-mail: salvador.garcia@universidad-uic.edu.mx

Recibido: 30 enero 2024

Aceptado: 24 septiembre 2024

Citar como:

Mendoza-Escobar CM, Araujo-Monsalvo VM, Ondarza-Rovira R, García-López S. Simulación de fractura de minitornillos al insertarlos en el cuerpo mandibular, a través de un análisis de elementos finitos [Simulation of Mini-screw Fracture when Inserted into the Mandibular Body, through Finite Element Analysis]. *Rev Odontol Mex.* 2025; 29(3): 49-58. DOI: 10.22201/fo.1870199xp.2025.29.3.94256

RESUMEN

Introducción: el estudio de elementos finitos ayuda a predecir la tensión, la compresión y deformación que sufre un cuerpo sometido a una carga. **Objetivo:** Evaluar el riesgo de fractura de dos minitornillos de acero inoxidable al momento de la inserción al cuerpo mandibular a través de un

análisis de elementos finitos. **Materiales y Métodos:** A partir de un CBTC de un paciente con maloclusión clase III, se obtuvo un modelo mandibular impreso en 3D. Posteriormente se insertaron el minitornillo de acero inoxidable autorroscante y el autoperforante de 2 x 12 mm de longitud en el cuerpo mandibular del modelo para simular en la tomografía la misma dirección; 150 cortes fueron obtenidos de la tomografía volumétrica, los cuales fueron importados al programa InVesalius 3.1.1. Se determinaron los niveles de tensión ejercidos a 10 N/cm² y 14 N/cm² a los 2, 4, 6, 8 y 10 mm de profundidad, tanto en el minitornillo como en la zona de inserción del cuerpo mandibular. **Resultados:** Al insertar el minitornillo, a 2 mm de profundidad, de 10 N/cm² y 14 N/cm², presentó mayor tensión en la punta y borde del hueso circunferencial. Al insertarlo a 10 mm recibió mayor tensión en la parte superior del cuerpo y cuello. En las imágenes, se observó que el minitornillo autorroscante recibió mayor tensión en el cuello y parte superior del cuerpo a comparación del minitornillo autoperforante que recibió la tensión en la punta. Hubo una diferencia estadísticamente significativa mayor tanto a 14 N/cm² comparada con la de 10 N/cm². **Conclusiones:** Se sugiere utilizar minitornillos de acero inoxidable autoperforantes de 2mm de ancho y 12 mm de largo, aplicando una fuerza de 10 a 12 N/cm² para lograr una estabilidad óptima, disminuir la fuerza al insertar completo el minitornillo y así evitar la fractura de la cabeza del mismo.

Palabras clave: minitornillos, tensión, fractura, análisis de elementos finitos, Ortodoncia.

INTRODUCCIÓN

Los minitornillos quirúrgicos para anclaje en ortodoncia fueron introducidos en 1997 por Konomi¹ y, a medida que ha transcurrido el tiempo, han surgido otros dispositivos. Su aplicación en la ortodoncia ha aportado grandes beneficios en diferentes modalidades de tratamientos. Entre las ventajas principales de los minitornillos se cuentan: biocompatibilidad; mínima necesidad de anestesia local; fácil inserción y desinserción; de manera inmediata admiten la carga de fuerzas ortodónticas y mínima incomodidad del paciente. Sin embargo, sobreinsertar el minitornillo puede causar estrés torsional al cuello del dispositivo, lo que lo afloja además de llegar hasta a invaginarse en el tejido gingival^{2,3}. A su vez, la tasa de fracaso de minitornillos es mayor en mandíbula, donde la cortical ósea es más gruesa y densa, por lo general en parte debido al mayor estrés que se concentra alrededor de la región de inserción del minitornillo⁴.

En la actualidad, el uso de minitornillos en el tratamiento de ortodoncia es más frecuente, en tanto que facilita la mecánica en el tratamiento. Hoy en día, existe una amplia variedad de estos dispositivos, cuyos diámetros van desde 1.0 mm hasta 2.3 mm y extensiones desde los 4 mm hasta los 21 mm, además de diferentes materiales siendo los más comunes titanio y acero inoxidable. El de acero inoxidable es la mejor opción por su alta rigidez y calidad de la punta⁵. Cada minitornillo se selecciona según la zona de inserción y la cantidad de hueso disponible. Existen una variedad de minitornillos en dimensiones y composición, que algunos han resultado mejor que otros o inclusive pueden fracturarse debido al diámetro y longitud de éstos. En pacientes con maloclusión clase III y necesidad de retracción del arco mandibular para obtener ligera corrección esquelética y dental, sin extracciones o cirugía ortognática, los minitornillos están indicados en el cuerpo mandibular⁶. Inaba⁷ y Park *et al.*⁸ sugieren colocar los minitornillos en un ángulo tal de la superficie del hueso que incremente el contacto óseo. Los minitornillos deberían de ser colocados lateralmente a las raíces de los molares y lo más perpendicular posible al plano oclusal para que funcionen como un aditamento de anclaje. Durante

la colocación de los minitornillos se genera un estrés torsional en aumento, con lo que pueden doblarse, fracturarse o se produzcan pequeñas fracturas en el hueso periimplantario y afectar su estabilidad^{9,10}.

Persiste la necesidad de conocer más sobre el riesgo de fractura de un minitornillo al momento de insertarlo en el cuerpo mandibular, así como de las complicaciones durante su colocación y las posteriores a la activación de la mecánica ortodóncica, relacionadas todas ellas con la estabilidad y seguridad del paciente. Se necesita un entendimiento completo de la correcta técnica de inserción, densidad ósea, tejido duro y blando alrededor de la zona de inserción, estructuras anatómicas regionales y las indicaciones poscolocación para asegurar el éxito y seguridad de los minitornillos. Para evitar estrés en el minitornillo, se debe insertar lentamente, con mínima presión para asegurar el máximo contacto óseo. Al introducirlo en una cortical ósea densa, el clínico debería considerar, a medida que se va haciendo la inserción, desenroscar una o dos vueltas para reducir el estrés del minitornillo y el hueso. En hueso denso, utilizar minitornillos de longitudes largas puede generar fuerzas de torsión significativas y dar como resultado falla mecánica, generalmente en el área subyacente a la cabeza del minitornillo¹¹. Además, pueden ser tornillos autoperforantes o autorroscantes, los autoperforantes, perforan el tejido óseo sin necesidad de una perforación previa mientras que los autorroscantes sí requieren de una perforación previa.

Los estudios de elementos finitos de minitornillos analizan el comportamiento mecánico y ayudan a optimizar su diseño, ya que incluye la evaluación de tensiones, deformaciones y la capacidad de carga bajo diferentes condiciones, por lo que puede simular el rendimiento del minitornillo en situaciones reales, como la torsión o la carga axial, para prevenir fallos y mejorar la eficiencia. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue analizar el riesgo de fractura de los minitornillos de grosor de 2 mm que se colocan en el cuerpo mandibular a través de un análisis de elementos finitos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de simulación y modelo virtual mediante una tomografía de CBCT de un paciente masculino con crecimiento esquelético Clase III para generar cortes con separación de 0.625 mm entre ellos en formato DICOM, que sirvió de modelo para este estudio.

El Análisis de Elementos Finitos (AEF), es un *software* utilizado para realizar análisis en distintas ramas de la ingeniería; una de ellas, la biomecánica. Permite estudiar estructuras complejas con alta precisión como lo son los órganos y tejidos humanos. El AEF, se basa en dividir un modelo (medio continuo) en una serie de subdominios no intersectantes entre sí denominados elementos finitos. La creación del AEF requirió de dos etapas: **Pre-procesamiento**, consistió en la descripción de la geometría de un modelo con elementos finitos, además de determinar las condiciones del material (homogéneo, no homogéneo, isotrópico o anisotrópico y las condiciones de carga) y **Pos-procesamiento**, etapa donde se efectuó la simulación del modelo con las diversas condiciones aplicadas para obtener la solución del estudio. Por lo tanto, el AEF permite a médicos e ingenieros estudiar la biomecánica de estructuras del cuerpo humano con la utilización de modelos virtuales basados en estudios tomográficos o de resonancia magnética.

El estudio se realizó con un tomógrafo Carestream CS 9500 3D System (Carestream Health, Inc. Rochester, NY), para la tomografía volumétrica de un paciente con maloclusión clase III. Se utilizaron los programas computacionales; Mimics 17.0™ (Materialise Inc., Leuven, Belgium); 3-Matic 10.0™ (Materialise Inc., Leuven, Belgium); Autodesk Fusion 360; ANSYS 14.5™ (Ansys

Inc., Canonsburg, PA, EE. UU.). Se eligieron dos minitornillos de acero inoxidable de 2 mm de diámetro y 12 mm de longitud, uno autorroscante y otro autoperforante.

Posteriormente se obtuvieron cortes en formato DICOM y se exportaron al programa Mimics 17.0. A ello continuó realizar la segmentación, lo que consistió en utilizar las unidades Hounsfield de las imágenes para delimitar las diferentes estructuras presentes, a efectos de permitir la asignación y demarcación de límites entre cada diente con su ligamento respecto al hueso circundante y establecer el grosor de la cortical ósea. En este paso, se eliminaron los elementos de ruido y artefactos ajenos a las estructuras anatómicas deseadas.

Se establecieron coordenadas múltiples en los tres planos del espacio a partir de los cortes obtenidos en el formato DICOM bidimensional. La relación entre esas coordenadas permitió ensamblar la estructura tridimensional. Esta operación se consiguió con el programa 3-Matic 10.0. El programa Autodesk Fusion 360 se utilizó para el diseño de los tornillos, tomando como referencia cada minitornillo. Posteriormente, el modelo y el minitornillo se exportaron al software ANSYS con el cual se consiguió la reconstrucción volumétrica y se desglosaron varias operaciones realizadas a través del propio ANSYS.

Se imprimió el modelo de la mandíbula en 3D (Ender 3 pro creality, Shenzhen Creality 3D Technology Co., Ltd, China) obtenido de la tomografía utilizada para este estudio mediante estereolitografía la cual determinó previamente la zona y técnica de inserción de los minitornillos. Una vez seleccionada la posición exacta de inserción a evaluar, se procedió a introducir cada minitornillo, guiados paso a paso por la técnica de inserción recomendada por Inaba⁷ y Park *et al.*,⁸ quienes sugieren colocar los minitornillos en un ángulo de 30° a la superficie del hueso para incrementar el contacto óseo. En la Figura 1 se puede observar el modelo estereolitográfico con la presencia del cuerpo o repisa mandibular donde se seleccionó la zona de inserción del minitornillo. Por medio de las operaciones booleanas de sustracción del programa Autocad se permitió eliminar la cantidad de hueso alveolar necesario para la adaptación íntima del minitornillo insertado en hueso como método de anclaje dental.

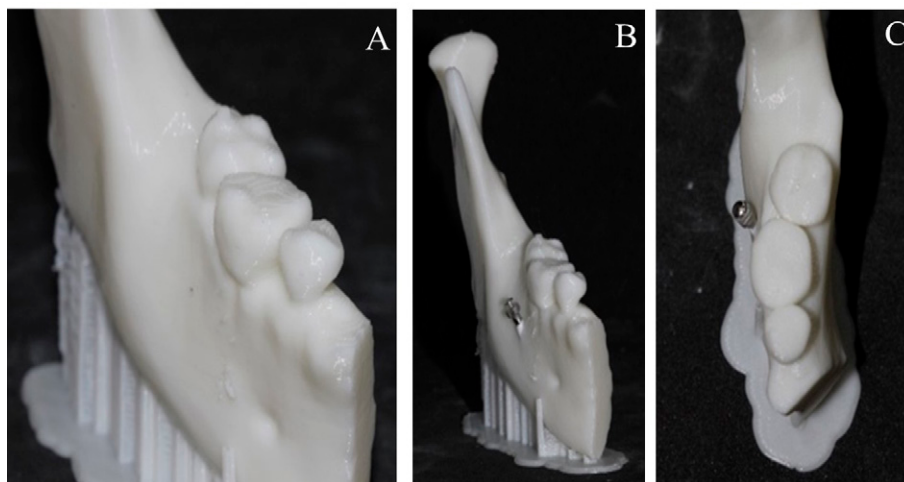


Figura 1. Estereolitografía impresa en 3D en la que se muestra la secuencia de colocación de un minitornillo en el cuerpo mandibular. A. Modelo inicial. B. Vista sagital con minitornillo insertado. C. Vista oclusal.

Las propiedades biomecánicas se asignaron a cada una de las estructuras que conformaron el modelo (Tabla 1) calculadas por el programa. El mallado del modelo se realizó mediante la elección de los elementos, que consistieron en tetraedros de diez nodos. Las condiciones de frontera fueron asignadas en la zona distal del hueso mandibular. Los vectores de fuerza fueron puntos simples de carga partiendo del minitornillo y se utilizaron cargas de 10 N/cm² y 14 N/cm². Se analizaron cinco escenarios de acuerdo con la tensión generada a los 2, 4, 6, 8 y 10 mm de profundidad obteniendo la tensión de Von Mises, así como las deformaciones en el hueso mandibular. Se analizaron las pruebas, se cuantificaron los resultados y fueron vaciados en una hoja de Microsoft® Excel para su análisis estadístico. Los datos se expresaron como media y desviación estándar (DE). Las diferencias entre los minitornillos de 10 N/cm² comparados con los de 14 N/cm² tanto de acero inoxidable se determinaron mediante la prueba U Mann-Whitney utilizando el *software* GraphPad Prism 10 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, Estados Unidos). El nivel de significancia se estableció en $p < 0.05$.

Tabla 1. Módulo elástico y relación Poisson de cada uno de los componentes utilizados en el modelo de elementos finitos.

Material	Módulo Elástico (MPa)	Relación de Poisson
Hueso cortical	14.7	0.30
Diente	20.7	0.30
Mini- tornillo	114	0.34
Ligamento periodontal	6.89×10^{-5}	0.45
Aleación de titanio	110	0.30
Acero inoxidable	230	0.30

Pie de tabla: Se comparó la inserción de mini-tornillos 2 mm x 12 mm, autorroscantes y autopercutantes sobre el esfuerzo sobre la mandíbula de minitornillos de acero inoxidable de 2 a 10 mm de profundidad a 10 y 14 N/cm², evaluado en megapascals (MPa).

RESULTADOS

En la Tabla 2 se puede observar que el mayor esfuerzo del minitornillo autorroscante de acero inoxidable se presentó a los 2 mm de inserción. Sin embargo, hubo una diferencia estadísticamente significativa al comparar el esfuerzo de 10 N/cm² en comparación con el de 14 N/cm².

Tabla 2. Esfuerzo del minitornillo de acero inoxidable autorroscante.

Profundidad	Acero autorroscante 10 N/cm ²	Acero autorroscante 14 N/cm ²
2 mm	44.07	61.70
4 mm	28.14	39.39
6 mm	31.01	43.41
8 mm	27.46	38.44
10 mm	31.87	44.62
Promedio con desviación estándar	32.51± 6.72	45.51± 9.42**

Pie de tabla: Hubo una diferencia estadísticamente significativamente mayor en el minitornillo autorroscante a los 14 N/cm² de fuerza, comparado con el de 10 N/cm² ** $p < 0.001$. La mayor tensión fue a los 2mm (color azul).

El esfuerzo de tensión del minitornillo de acero inoxidable autoperforante al momento de su inserción a los 2, 4, 6 y 10 mm se puede identificar en la Tabla 3, que hubo una diferencia estadísticamente significativamente mayor en el minitornillo autoperforante a los 14 N/cm². Por medio del Análisis de Elementos Finitos se observan los resultados expresados con imágenes a través de la Tensión de Von Mises, la cual expresa la magnitud física proporcional a la energía de distorsión y fue representada por medio de colorimetría.

Tabla 3. Esfuerzo del minitornillo de acero inoxidable autoperforante.

Profundidad	Acero Autoperforante 10 N/cm ²	Acero Autoperforante 14 N/cm ²
2 mm	51.12	71.57
4 mm	36.06	50.48
6 mm	39.17	54.84
8 mm	25.59	35.82
10 mm	26.94	37.71
Promedio con desviación estándar	35.77 ±10.36	50.08 ±14.50**

Pie de tabla: Hubo una diferencia estadísticamente significativamente mayor en el minitornillo autoperforante a los 14 N/cm² de fuerza comparado con el de 10. N/cm² La mayor tensión fue a los 2mm (color azul) ** p<0.001.

En la figura 2 se observan los resultados del análisis de elementos finitos, en donde los minitornillos de acero inoxidable son introducidos en el cuerpo mandibular, uno a 10 N/cm² y otro a 14 N/cm². Al quedar insertados a los 2 mm, la punta de ambos se muestra con colores aqua, verde, amarillo, naranja y rojo, lo que indica una mayor tensión en esa zona.

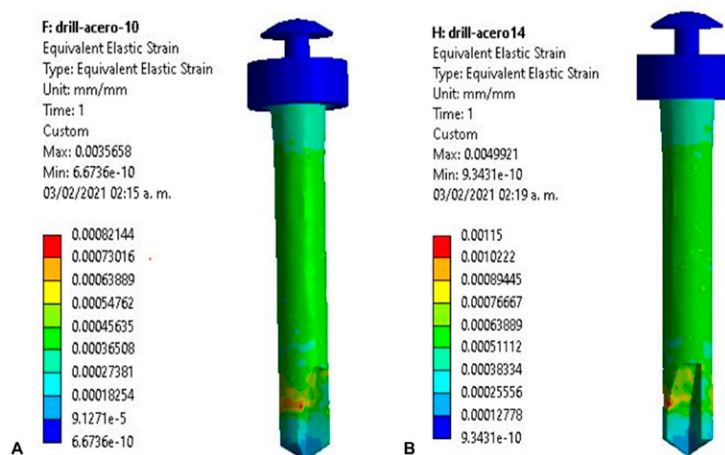


Figura 2. Imágenes colorimétricas de elementos finitos. A. 10 N/cm². B. 14 N/cm². Se muestran las zonas de mayor tensión en la punta del minitornillo al insertarlo en el cuerpo mandibular. El color azul muestra la mayor tensión en la punta.

Por otro lado, en la figura 3 se observan los resultados del análisis de elementos finitos la comparación de un minitornillo de acero inoxidable autorroscante y un minitornillo de acero inoxidable autoperforante al ser insertados 2 mm en el cuerpo mandibular. El minitornillo de acero inoxidable autorroscante muestra colores verdes, amarillo y naranja, indicadores de presión generalizada en todo el cuerpo del minitornillo. En el caso del minitornillo de acero inoxidable autoperforante muestra tonos localizados naranja y rojo, indicadores de mayor tensión en la punta. Finalmente en la Figura 4 muestra resultados del análisis de elementos finitos, donde se compara un minitornillo de acero inoxidable autorroscante con uno autoperforante al ser insertado a 10 mm en el cuerpo mandibular. Se observa que en ambos minitornillos la mayor tensión se presenta de la parte media del cuerpo hacia el cuello de los minitornillos.

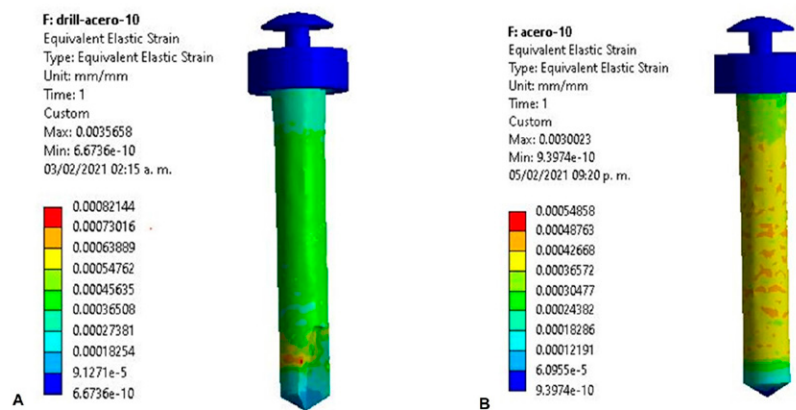


Figura 3. Comparación de imágenes colorimétricas de minitornillos autorroscantes y autoperforantes de las zonas de tensión a 2 mm de inserción. A. Autorroscantes reciben mayor tensión generalizada en el cuerpo del minitornillo (color verde). B. Autoperforantes reciben mayor tensión en la punta del minitornillo (color azul) y en menor grado en el cuerpo (color amarillo).

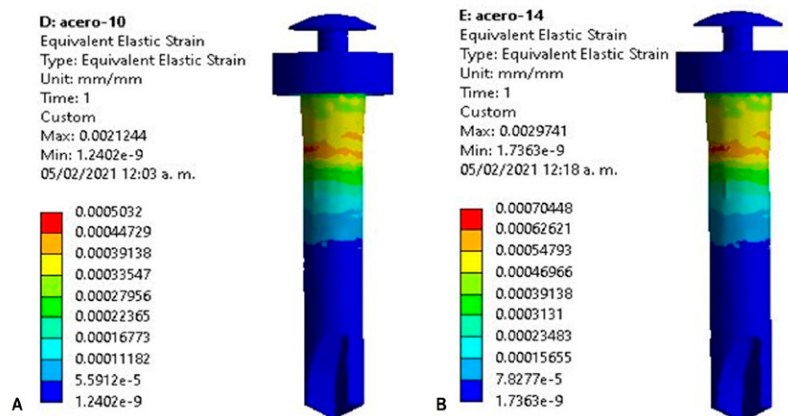


Figura 4. Comparación colorimétricas de minitornillos autoperforantes A. 10 N/cm². B. 14 N/cm². Ambos mostraron mayor tensión en la punta del minitornillo (color azul) insertados a 10 mm, la tensión incrementa en la zona del cuello (color verde).

DISCUSIÓN

Los minitornillos son una alternativa muy útil para realizar diferentes movimientos requeridos en la práctica de la ortodoncia, ya sea para anclaje o para ejercer una mecánica en especial de movimientos imposibles de lograr con la ortodoncia convencional. Por otro lado, colocar un minitornillo en el hueso mandibular, el cual se considera uno de los más compactos del esqueleto, puede llevar a la fractura del minitornillo al insertarlo, ya que el torque óptimo recomendable para evitar una fractura de un minitornillo es de 5 a 10 N/cm² en diámetro de 1.5 mm¹².

Considerando que el diámetro de un minitornillo de anclaje ortodóntico para insertarse en la cresta mandibular debe ser de 2 mm¹³, se evaluaron minitornillos de 2 mm de diámetro x 12 mm de largo, de acero inoxidable, con el propósito de determinar el riesgo de fractura a través de un análisis de elementos finitos. Este estudio demostró que el minitornillo de acero inoxidable al insertarse en los primeros 2 mm, así como a 10 N/cm² y 14 N/cm², presentó mayor tensión en la punta. Esto coincide con un estudio realizado por Buschang y col.¹⁴ donde demostró el riesgo de fractura en la punta al momento de la inserción. Por otro lado, hubo una mayor diferencia estadísticamente significativa en la tensión de 14 N/cm² comparada con la de 10 N/cm² en los minitornillos autorroscantes. Al considerar lo anterior, es recomendable usar minitornillos de acero inoxidable a 10 N/cm² de fuerza para huesos de baja densidad, como es el caso del maxilar que oscila alrededor de 9.6 N/cm². Sin embargo, los resultados encontrados en el estudio son aplicables a las necesidades clínicas, ya que el torque de inserción para huesos de alta densidad como es el caso de la mandíbula oscila entre 12.6 y 23.2 N/cm^{2,15-17} por lo que se puede utilizar una fuerza promedio de 12 N/cm².

Los estudios realizados por Heidemann y col.⁹, así como los de Phillips y Rahn¹⁰, demostraron que durante la colocación de los minitornillos se genera un estrés torsional en aumento, el cual puede llevar al minitornillo a doblarse, fracturarse o producir pequeñas fracturas en el hueso periimplantado y afectar la estabilidad del minitornillo. Sin embargo, en los resultados obtenidos en este estudio, conforme el minitornillo autorroscante se iba insertando se observó un aumento de tensión a diferentes distancias, siendo las de 2, 6 y 10 mm donde aumenta, y disminuye a los 4 y 8 mm, variaciones que demostraron que el estrés torsional generado no se presenta en forma gradual, contrario a lo propuesto por Heidemann *et al.*⁹. Al revisar los resultados del presente estudio, se demostró que el minitornillo de acero autorroscante o autoperforante, cuando es insertado a 10 mm ya sea a 10 N/cm² o a 14 N/cm², la tensión se aproximó a la zona del cuello, lo que puede ocasionar el riesgo de estrés y pérdida de la estabilidad del minitornillo, lo cual coincide con el estudio realizado por Kravitz², que en su momento demostró que sobreinsertar el minitornillo puede causar estrés en el cuello del dispositivo al generar tensión torsional, lo que conlleva a que el tornillo se afloje e invagine en el tejido gingival. Durante la evaluación de la tensión del minitornillo de acero inoxidable, tanto autoperforantes como autorroscantes, se observó la tensión recibida en la zona de inserción en el cuerpo mandibular. Hay que destacar que los minitornillos de acero inoxidable ejercen mayor presión alrededor de la zona de inserción⁴. Esto tiene un aspecto clínico importante, ya que la fractura de su punta durante la inserción es parte de una complicación que involucra la remoción quirúrgica de éste. Además, debe considerarse que al insertar por completo el minitornillo, aumenta la tensión en el cuerpo y el cuello de éste, lo cual también puede ocasionar fractura de la cabeza del mini tornillo.

CONCLUSIONES

Considerando que el cuerpo mandibular presenta un hueso compacto, se sugiere utilizar mini-tornillos de acero inoxidable autoperforantes de 2 mm de ancho y 12 mm de largo de primera instancia por motivos prácticos, aplicando una fuerza de 10 a 12 N/cm² para lograr una estabilidad óptima, disminuir la fuerza al insertar completo el mini tornillo para evitar la fractura de la cabeza del mismo.

Los minitornillos autorroscantes de 2 mm de ancho y 12 mm de largo presentan mayor tensión en el cuerpo y cabeza del minitornillo, por lo que se recomienda también utilizar la misma fuerza sugerida del minitornillo autoperforante.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no tienen conflicto de interés relacionado con este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod.* 1997; 31(11): 763-767. PMID: 9511584
2. Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(4, Suppl): S43-S51. DOI: 10.1016/j.ajodo.2006.04.027
3. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004; 19(1): 100-106. PMID: 14982362
4. Lin TS, Tsai FD, Chen CY, Lin LW. Factorial analysis of variables affecting bone stress adjacent to the orthodontic anchorage mini-implant with finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 143(2): 182-189. DOI: 10.1016/j.ajodo.2012.09.012
5. Chen CH, Chang CS, Hsieh CH, Tseng YC, Shen YS, Huang IY, et al. The use of microimplants in orthodontic anchorage. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006; 64(8): 1209-1213. DOI: 10.1016/j.joms.2006.04.016
6. Lin JJJ. The most effective and simplest ways of treating severe class III, without extraction or surgery. *IJOI. Int J Orthod Implantol.* 2014; 33: 4-18. Disponible en: https://iaoi.pro/asset/files/ijoi_33_pdf_article/004_018_new.pdf
7. Inaba M. Evaluation of primary stability of inclined orthodontic mini-implants. *J Oral Sci.* 2009; 51(3): 347-353. DOI: 10.2334/josnusd.51.347
8. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130(1): 18-25. DOI: 10.1016/j.ajodo.2004.11.032
9. Heidemann W, Gerlach KL, Gröbel KH, Köllner HG. Influence of different pilot hole sizes on torque measurements and pullout analysis of osteosynthesis screws. *J Craniomaxillofac Surg.* 1998; 26(1): 50-55. DOI: 10.1016/s1010-5182(98)80035-8
10. Phillips JH, Rahn BA. Comparison of compression and torque measurements of self-tapping and pre-tapped screws. *Plast Reconstr Surg.* 1989; 83(3): 447-456. DOI: 10.1097/00006534-198903000-00007
11. Campbell JH. Titanium screw failure: a case report. *J Oral Maxillofac Surg.* 1993; 51(5): 603-605. DOI: 10.1016/s0278-2391(10)80526-9
12. Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. *Clin Oral Implants Res.* 2006; 17(1): 109-114. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2005.01211.x

13. Tseng LLY, Chang CH, Roberts WE. Diagnosis and conservative treatment of skeletal class III malocclusion with anterior crossbite and asymmetric maxillary crowding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016; 149(4): 555-566. DOI: 10.1016/j.ajodo.2015.04.042
14. Buschang PH, Carrillo R, Ozenbaugh B, Rossouw PE. 2008 survey of AAO members on miniscrew usage. *J Clin Orthod.* 2008; 42(9): 513-518. PMID: 18974458
15. Cattaneo PM, Dalstra M, Melsen B. Moment-to-force ratio, center of rotation, and force level: a finite element study predicting their interdependency for simulated orthodontic loading regimens. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133(5): 681-689. DOI: 10.1016/j.ajodo.2006.05.038
16. Farah JW, Craig RG, Sikarskie DL. Photoelastic and finite element stress analysis of a restored axisymmetric first molar. *J Biomech.* 1973; 6(5): 511-520. DOI: 10.1016/0021-9290(73)90009-2
17. Brown RN, Sexton BE, Chu TMG, Katona TR, Stewart KT, Kyung HM et al. Comparison of stainless steel and titanium alloy orthodontic miniscrew implants: a mechanical and histologic analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014; 145(4): 496-504. DOI: 10.1016/j.ajodo.2013.12.022

