

Desarrollo de una técnica novedosa con limas rotatorias manuales de níquel-titanio: Reporte de 4 casos

Ana Paula Salas-Nieto,¹ Victor Manuel Ochoa-Rodríguez^{1*}

¹ Departamento de Odontoestomatología – Universidad Católica de Santa María (UCSM), Arequipa, Perú

RESUMEN

La preparación biomecánica de los conductos radiculares es fundamental en el tratamiento endodóntico, ya que elimina el tejido pulpar, bacterias y subproductos, mientras da forma al conducto para un adecuado sellado, preservando su anatomía original. Para optimizar este proceso, se desarrollaron limas de Níquel-Titanio (NiTi), con propiedades mecánicas mejoradas mediante tratamientos termomecánicos. Las limas M[®] (MF), fabricadas por Easy Dental Equipment en Brasil, constituyen un sistema de limas rotatorias manuales activadas en sentido horario. Estas limas cuentan con un tratamiento de memoria controlada (CM), que les confiere una mayor flexibilidad, resistencia a la fatiga cíclica y estrés a la torsión, permitiéndoles deformarse y recuperar su forma original al calentarse. Estos instrumentos ofrecen versatilidad para adaptarse a anatomías de diversa complejidad. Este reporte de casos describe una técnica innovadora, adaptada del concepto de fuerza equilibrada, para la preparación de conductos con el sistema manual MF, mediante un reporte de cuatro casos clínicos. La técnica se enfoca en mejorar la rentabilidad, seguridad y simplicidad del procedimiento endodóntico, con especial utilidad para estudiantes de odontología, clínicos generales y centros de salud pública. Esta metodología minimiza el riesgo de fractura del instrumento al reducir el estrés torsional y de flexión, problemas frecuentemente asociados en técnicas convencionales. En conclusión, la técnica con las limas MF en los casos presentados demuestra potencial para optimizar la rentabilidad y ofrecer beneficios adicionales, especialmente para estudiantes y clínicos generales. La instrumentación con el sistema MF es eficiente, fácil de aprender y práctica para la preparación de conductos radiculares.

Palabras Clave: aleaciones con memoria de forma, limas endodónticas, níquel-titanio, preparación de conductos radiculares, terapia de conductos radiculares.

ABSTRACT

The biomechanical preparation of root canals is essential in endodontic treatment, as it removes pulp tissue, bacteria, and by-products while shaping the

canal for proper sealing and preserving its original anatomy. To optimize this process, Nickel-Titanium (NiTi) files were developed with enhanced mechanical properties through thermomechanical treatments. The M[®] (MF) files, manufactured by Easy Dental Equipment in Brazil, represent a system of manually activated rotary files in a clockwise direction. These files have a controlled memory (CM) treatment, which provides them with greater flexibility, resistance to cyclic fatigue, and torsional stress, allowing them to deform and recover their original shape when heated. These instruments offer versatility to adapt to anatomies of varying complexity. The present case report describes an innovative technique, adapted from the balanced force concept, for canal preparation with the MF manual system, through a report of four clinical case cases. The technique focuses on improving the cost-effectiveness, safety, and simplicity of the endodontic procedure, with particular utility for dental students, general practitioners, and public health centers. This methodology minimizes the risk of instrument fracture by reducing torsional and flexural stress, issues frequently associated with conventional techniques. In conclusion, the technique using MF files in the cases presented demonstrates potential to optimize cost-effectiveness and provide additional benefits, especially for students and general practitioners. Instrumentation with the MF system is efficient, easy to learn, and practical for root canal preparation.

Keywords: endodontic files, nickel-titanium, root canal preparation, root canal therapy, shape memory alloys.

***Correspondencia:** Victor Manuel Ochoa-Rodríguez
Departamento de Odontoestomatología – Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú
Contacto: victoror1991@gmail.com

ORCID:

Ana Paula Salas Nieto: <https://orcid.org/0009-0008-3266-6719>
Victor Manuel Ochoa Rodríguez: <https://orcid.org/0000-0003-0596-6683>

INTRODUCCIÓN

Una de las etapas más importantes del procedimiento de tratamiento endodóntico es la preparación de los conductos radiculares (limpieza y conformación). El objetivo de este procedimiento es eliminar el tejido pulpar, las bacterias y otros productos derivados, proporcionar una forma adecuada para el sellado del conducto radicular (1), respetando al mismo tiempo la anatomía original del conducto (2). Tradicionalmente, la preparación del conducto radicular (conformación) se ha realizado utilizando limas manuales de acero inoxidable. La introducción de las limas de níquel-titanio (NiTi) en la década de 1980 trajo varias ventajas sobre las limas convencionales de acero inoxidable. Estos beneficios incluyen mayor flexibilidad (3), mayor eficiencia de corte (4), reducción en el tiempo de preparación (5), capacidad para mantener mejor la anatomía original del conducto durante la conformación y un menor riesgo de transporte del foramen apical (5, 6). Sin embargo, también presentan desventajas notables, como costos más altos y el riesgo de fractura del instrumento (7, 8).

A lo largo de los años, las propiedades mecánicas de las aleaciones de NiTi se han mejorado significativamente mediante diversos tratamientos termomecánicos (9, 10, 11). En 2010, se introdujo el tratamiento termomecánico de memoria controlada (CM) con el sistema Hyflex CM (HCM; Coltene-Whaledent, Allstatten, Suiza). Las limas de este sistema se fabrican mediante un proceso especializado de calentamiento y enfriamiento aplicado a la aleación de NiTi convencional. El aumento de la proporción de la fase martensítica en la aleación regula la memoria de forma del material, resultando en instrumentos altamente flexibles que pueden deformarse fácilmente y recuperar su forma original al calentarse. En contraste, las limas de NiTi convencionales no presentan esta propiedad. Las limas de NiTi tratadas con CM ofrecen una resistencia a la fatiga cíclica entre un 300% y 800% mayor en comparación con la aleación estándar de NiTi (12-15).

El sistema Prodesign Logic® (PDL; Easy Dental Equipment, Belo Horizonte, MG, Brasil) (16) es un sistema rotatorio fabricado utilizando una aleación de NiTi tratada termomecánicamente, lo cual le otorga propiedades de memoria de forma. Según el fabricante, el sistema PDL está diseñado para facilitar preparaciones conservadoras de conductos radiculares utilizando un sistema de lima única. El sistema PDL incluye instrumentos de glide path en tamaños 25, 30, 35, 40, 45 y 50 (con un conicidad de .01), y en el tamaño 15 (con un conicidad de .03). Además, ofrece instrumentos de conformación/ acabado en tamaños 25, 30, 35 y 40 (con conicidad de .03), y en tamaños 25, 30, 35 y 40 (con conicidad de .05). El sistema también incluye instrumentos adicionales,

como el tamaño 15 (con conicidad de .05) y el tamaño 25 (con conicidades de .04 y .06). Estos instrumentos están disponibles en longitudes de 21 y 25 mm, y presentan una variedad de secciones transversales: hélice cuádruple (.01 de conicidad), hélice doble (.03, .05 y .06 de conicidad), hélice triple (tamaño 25.04), y sección cuadrangular (tamaño 15.03 y tamaño 15.05) (PDL; Easy Dental Equipment, Belo Horizonte, MG, Brasil) (16).

El sistema de limas rotatorias manuales Prodesign M® (PDM, Easy Dental Equipment) (16) está fabricado utilizando una aleación de níquel-titanio tratada térmicamente (memoria controlada), excepto el instrumento 25.01, que está hecho de una aleación de níquel-titanio no tratada térmicamente. El sistema consta de nueve instrumentos, divididos en cuatro kits. Un kit incluye los instrumentos 15.05, 25.01 y 25.06, mientras que otro contiene los instrumentos 35.01 y 35.05. Un tercer kit comprende los instrumentos 40.01 y 40.05, y el kit final, diseñado para conductos más amplios, incluye los instrumentos 55.05 y 60.01. Los instrumentos 15.05, 25.01, 35.01 y 40.01 presentan secciones transversales cuadrangulares, mientras que los demás instrumentos tienen una sección en "S". Solo el instrumento 15.05 tiene una guía de penetración activa; el resto posee guías de penetración inactivas (Easy Dental Equipment, Belo Horizonte, MG, Brasil) (16). El sistema está diseñado para odontólogos generales y estudiantes de odontología, ofreciendo ventajas como rentabilidad, mayor seguridad durante la preparación de conductos, una curva de aprendizaje baja debido a su activación rotatoria simple, y la ausencia de necesidad de un motor endodóntico.

La evolución de estas limas rotatorias manuales ha llevado al desarrollo de las limas M® (MF, Easy-Bassi, Belo Horizonte, MG, Brasil) (16), las cuales también están fabricadas con níquel-titanio tratado térmicamente. Estos instrumentos están diseñados cuidadosamente con una sección transversal y guía que permiten rotaciones completas, aumentando la seguridad durante la preparación del conducto y facilitando su avance hacia la porción apical del conducto radicular. Los instrumentos tienen un diseño de sección transversal de hélice cuádruple con cuatro bordes de corte, y sus puntas carecen de ángulo de transición, lo cual evita que se atasquen dentro del conducto y permite una rotación suave. La identificación del tamaño y la conicidad del instrumento es simple: la franja de color en el mango representa el diámetro, mientras que la conicidad está claramente indicada en la parte superior del mango. Disponibles en longitudes de 21, 25 y 31 milímetros, en tamaños que van del 15 al 40 con conicidades de .03 y .05, y en tamaños 50, 60 y 70 con las mismas opciones de conicidad. Estos instrumentos ofrecen flexibilidad para adaptarse a perfiles anatómicos diversos.

Además, dos conformadores de orificios (tamaños 15.10 a 17 mm y 15.08 a 19 mm) amplían la gama de técnicas disponibles, permitiendo personalizar el tratamiento según la anatomía y el diámetro del conducto (Bassi-Easy Dental Equipment, Belo Horizonte, MG, Brasil)(16).

La literatura sobre el uso de estas limas manuales es limitada. En un caso reportado por Dos Santos et al. (17), se trataron dos incisivos superiores (dientes 11 y 12) con necrosis pulpar y periodontitis apical asintomática. El estudio concluyó que el uso de limas M® para la preparación biomecánica resultó en una conformación bien centrada del conducto, con diámetros consistentes y resultados clínicos favorables. Las limas también se destacaron por su eficiencia, velocidad y seguridad, contribuyendo significativamente a la recuperación de los tejidos periapicales.

El comportamiento y la efectividad del sistema MF cuando se activa manualmente difieren significativamente de las limas de NiTi accionadas por un motor endodóntico. Se puede hacer una comparación con el Protaper Universal (PTU, Tulsa Dentsply, Tulsa, OK, EE.UU.) y su contraparte manual, el Protaper Universal Hand (PTUH, Tulsa Dentsply). La literatura indica que el sistema PTUH mostró una mayor incidencia de defectos durante la preparación del conducto en comparación con los instrumentos rotatorios activados por motor (18). Sin embargo, según de Oliveira et al. (19), el sistema PTUH no causó microfisuras apicales, independientemente de la longitud de trabajo. Otro ejemplo de un sistema de limas rotatorias de NiTi activado manualmente es el Profile GT Hand Files (GT-Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK), que está fabricado con aleación de NiTi no tratada térmicamente. En un estudio piloto, Arias et al. (20) compararon la incidencia de formación de microfisuras entre el sistema GT Hand Files (GT Profile Hand Files; Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) y las limas WaveOne Primary Files (WaveOne; Dentsply Tulsa Dental). Los autores no encontraron diferencias significativas entre las dos técnicas de instrumentación en términos de formación de microfisuras.

Una desventaja de los instrumentos rotatorios manuales es su susceptibilidad al estrés torsional (21). El estrés torsional, y la subsecuente fractura, ocurre cuando una parte del instrumento, típicamente la punta, se atasca en el conducto radicular mientras el eje continúa rotando. Esta acción excede el límite elástico, lo que lleva a la fractura (7). Esto puede suceder tanto en conductos rectos (7) como en conductos curvos (22). El riesgo de fractura torsional puede mitigarse aplicando la técnica de fuerza equilibrada (23, 24), que se basa en la ley física que establece que para cada acción, existe una reacción igual y opuesta (23). Para el uso de limas rotatorias manuales como las del

sistema MF, que se activan en rotación en el sentido de las agujas del reloj (para cortar dentina), se aplica una versión modificada del concepto de fuerza equilibrada. Esta modificación se detalla en la descripción de la técnica. Otra desventaja de los instrumentos rotatorios manuales es el tiempo necesario para la instrumentación del conducto. Pasqualini et al. (21) informaron que se tardó casi cinco veces más en instrumentar un conducto con el sistema PTH en comparación con el sistema de limas PTU, aunque se necesitaron menos rotaciones para instrumentar los conductos radiculares simulados.

Dado este contexto, el presente reporte de casos múltiples tiene como propósito presentar una técnica innovadora de preparación de conductos utilizando el sistema MF. Los objetivos principales de esta técnica son (1) mejorar la rentabilidad y los beneficios clínicos del tratamiento en comparación con otros sistemas de memoria controlada (CM) de NiTi, especialmente para los odontólogos generales y estudiantes de odontología que pueden no tener acceso a un motor endodóntico, y (2) demostrar su seguridad durante la preparación del conducto.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

La técnica cinemática es simple y directa, e involucra el uso de una lima K de tamaño 10 y el sistema MF.

Negociación Inicial del Conducto

La negociación del conducto se realiza hasta alcanzar la longitud de trabajo provisional utilizando una lima K de acero inoxidable de tamaño 10. Se recomienda una radiografía de prueba. En conductos severamente curvados, se aconseja negociar el conducto con una lima K de acero inoxidable de tamaño 8 o 10. Para conductos atrésicos, la negociación inicial debe comenzar con una lima manual de acero inoxidable o tipo C de tamaño 6 o 8. Durante este paso, es esencial una lubricación intracanal continua con hipoclorito de sodio.

Preparación del Conducto

La ampliación preliminar del tercio cervical se lleva a cabo utilizando las limas conformadoras de orificio - Orifice Shapers (tamaños 15.10 y 15.08) en una rotación en sentido de las agujas del reloj. Si se encuentra resistencia, la lima debe girarse en sentido contrario a las agujas del reloj y retirarse suavemente antes de reintroducirla para reanudar la rotación en sentido horario. Este proceso debe repetirse hasta que el tercio cervical esté completamente ampliado. Esta maniobra, adaptada del concepto de fuerzas balanceadas (23, 24), ayuda a gestionar la resistencia del conducto y reduce el riesgo de estrés torsional y fractura de la lima. Durante todo el procedimiento, es fundamental una lubricación constante del conducto.

Una vez que se ha preparado la porción coronal del conducto, se determina la longitud de trabajo usando un localizador de ápice electrónico y se confirma con una radiografía de prueba. Para la preparación de glide path, primero se utiliza una lima K de tamaño 10, seguida de una lima 15.03 o 15.05, dependiendo de la anatomía del conducto. La lima se activa en dirección de las agujas del reloj, y si se encuentra resistencia, se aplica el concepto modificado de fuerza equilibrada. Para conductos más amplios, se recomienda utilizar limas de conicidad .05, finalizando con limas 30.05, 35.05 o 40.05. Para conductos atrésicos y/o curvos, se recomiendan limas de conicidad .03, con tamaños finales de 35.03 o 40.03. Si la anatomía, la pulpa o la patología periodontal lo requieren, se puede realizar un acabado apical con tamaños 50.03, 60.03 o 70.03. La elección de las limas de acabado depende de los hallazgos diagnósticos y el juicio clínico. La lubricación constante es esencial durante todo el proceso.

Protocolo de Irrigación

El hipoclorito de sodio es la solución de irrigación principal y debe renovarse con cada cambio de lima. Se aplica una solución de EDTA al 17% para eliminar los desechos y la capa de barrillo dentinario, seguido de una irrigación final con hipoclorito de sodio o solución salina estéril para asegurar una limpieza completa. Entre los pasos de irrigación, se debe utilizar solución salina fisiológica o agua destilada esterilizada para enjuagar el conducto y como irrigante final para eliminar cualquier residuo de hipoclorito de sodio. Es recomendable activar las soluciones con diversos mecanismos como irrigación ultrasónica o sónica.

REPORTE DE CASOS

Caso 1

Paciente de sexo femenino de 86 años de edad, fue remitida para tratamiento endodóntico del diente 48. Se realizaron pruebas clínicas, incluyendo palpación, percusión y prueba de sensibilidad pulpar con frío, todas con respuestas negativas. El examen radiográfico reveló conductos radiculares atrésicos, sin evidencia de ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal (Figura 1A). El diagnóstico fue necrosis pulpar con periodontitis apical asintomática. Debido a la limitada apertura oral de la paciente y su incapacidad para mantener la boca abierta durante períodos prolongados, el tratamiento se completó en tres sesiones.

En la primera sesión, se inició la preparación biomecánica de los conductos radiculares distal y mesiobucal. La negociación del conducto se realizó usando limas tipo K (tamaños 06, 08 y 10, de 21 mm de longitud) (Figura 1B-1C). Las limas del sistema MF (Orifice Shapers 15.10 y 15.08) se emplearon para la instrumentación del tercio coronal. La conformación del conducto se completó utilizando las limas MF 15.03, 20.03, 25.03, 25.05, 30.05 y 35.05. La irrigación se realizó con hipoclorito de sodio al 2.5%, EDTA al 17% y solución salina fisiológica para enjuagar las soluciones, las cuales fueron activadas con ultrasonido.

Durante la segunda sesión, se completó la instrumentación del conducto mesiolingual siguiendo el mismo protocolo (Figura 1D). Se utilizó Calen/PMCC

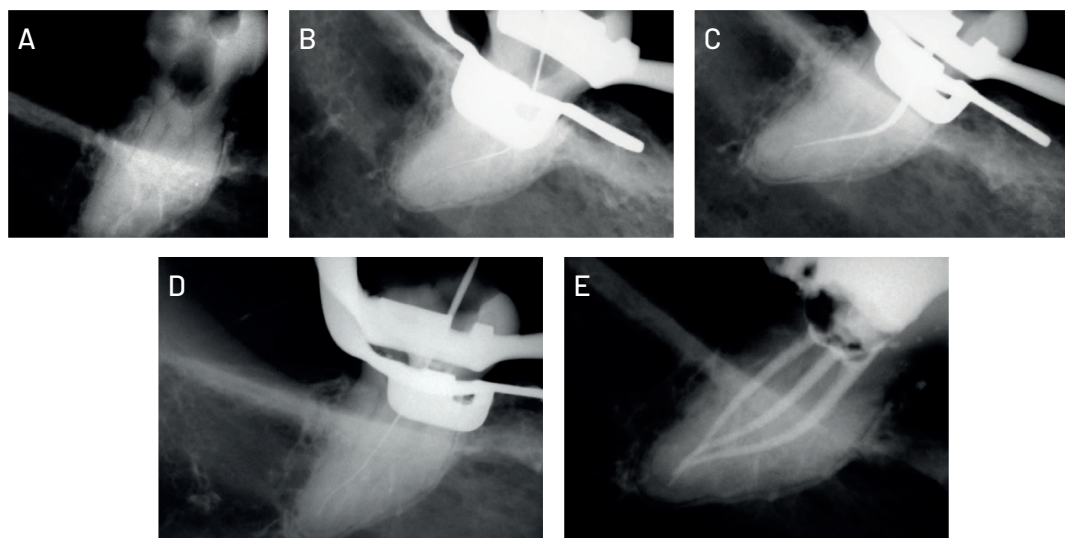


Figura 1. (A) Radiografía de diagnóstico. (B) Negociación del conducto mesio-bucal con una lima manual K de acero inoxidable de tamaño 6. (C) Instrumentación del conducto mesio-bucal con lima MF de tamaño 35.05. (D) Negociación del conducto mesio-lingual con una lima manual K de acero inoxidable de tamaño 8. (E) Obturación final con conos de gutapercha de conicidad 35.04, calibrados.

(S.S. White Artigos Dentários Ltda., Río de Janeiro, RJ, Brasil) como medicación intracanal durante 14 días.

En la tercera sesión, se realizó la obturación (Figura 1E). Los conductos radiculares se rellenaron utilizando la técnica de cono único con conos de gutapercha calibrados a conicidad .04 para cada conducto, junto con el cemento obturador Apexit Plus. Se colocó una restauración provisional con pasta de óxido de zinc y eugenol, utilizando PTFE (politetrafluoroetileno) como espaciador. La paciente fue programada para regresar al día siguiente para la colocación de la restauración permanente.

Caso 2

Paciente de sexo femenino de 45 años de edad, fue remitida para el tratamiento endodóntico del diente 36, presentando dolor e inflamación en el área. Las pruebas clínicas, incluyendo palpación y percusión, dieron respuestas positivas, mientras que la prueba de vitalidad con frío no mostró respuesta. El examen radiográfico reveló conductos radiculares curvos y ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal (Figura 2A). El diagnóstico fue necrosis pulpar con absceso periapical agudo.

El tratamiento se completó en dos sesiones. En la primera sesión, se realizó la neutralización y la preparación biomecánica del conducto. Se usaron limas tipo K de tamaño 10 (21 mm) para la negociación del conducto, seguidas de las limas MF (Orifice Shapers 15.10 y 15.08) para la preparación del tercio coronal. Para mejorar la eficiencia de limpieza, los conductos mesiales se instrumentaron hasta los tamaños de lima MF 35.05 y

40.03 para la limpieza apical. En el conducto distal, se utilizaron las limas MF 40.05 y 60.03 para la preparación apical. La irrigación se realizó con hipoclorito de sodio al 2.5%, EDTA al 17% y solución salina fisiológica activadas con ultrasonido. Se colocó Calen/PMCC como medicación intracanal durante 24 días.

En la segunda sesión, se realizó la obturación utilizando conos de gutapercha calibrados (conicidad .05) con la técnica de cono único y cemento obturador AH Plus (Figura 2B y 2C). Se llevó a cabo un procedimiento de protección con cemento de ionómero de vidrio, y la cavidad se restauró provisionalmente con pasta de óxido de zinc y eugenol. En el control a los tres meses (Figura 2D), se observó que la paciente no había completado la restauración final del diente y solo contaba con la protección de ionómero de vidrio que se colocó al final del tratamiento.

Caso 3

Paciente de sexo femenino de 65 años de edad, fue remitida para el tratamiento endodóntico del diente 37. Se realizaron pruebas semióticas, incluyendo palpación, percusión y prueba de sensibilidad pulpar con frío en el diente 37, todas las cuales arrojaron resultados negativos. El examen radiográfico reveló conductos radiculares amplios y rectos, con un ligero ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal (Figura 3A). El diagnóstico fue necrosis pulpar con periodontitis apical asintomática.

El tratamiento se completó en dos sesiones. Durante la primera sesión, se realizó la neutralización y la preparación biomecánica de ambos conductos

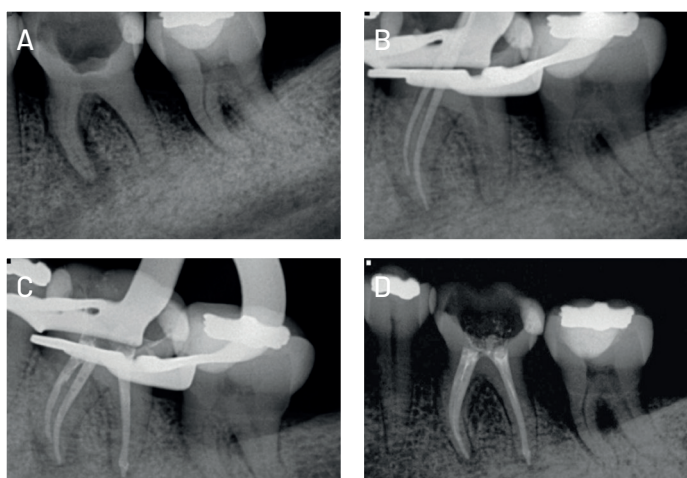


Figura 2. (A) Radiografía de diagnóstico. (B) Prueba de cono de los conductos radiculares mesiales. (C) Obturación final con conos de gutapercha, calibrados, 35.05 en los conductos radiculares mesiales y cono de gutapercha, calibrado, 40.05 en el conducto radicular distal. (D) Preservación a los tres meses.

radiculares (mesial y distal). Se utilizó una lima tipo K de tamaño 10 (21 mm) para la negociación del conducto (Figura 3B), seguida de las limas MF (Orifice Shapers 15.10 y 15.08) para la instrumentación del tercio coronal. Para la conformación del conducto, se emplearon las limas MF en la siguiente secuencia: 15.03, 15.05, 20.05, 25.05, 30.05, 35.05 y 40.05. La irrigación se realizó con hipoclorito de sodio al 2.5%, EDTA al 17% y solución salina fisiológica. Se aplicó Calen/PMCC como medicación intracanal durante 22 días.

En la segunda sesión, se completó la obturación utilizando conos de gutapercha calibrados (conicidad 0.04) con la técnica de cono único y cemento obturador AH Plus (Figura 3C). Finalmente, el diente se protegió con una capa de ionómero de vidrio, y se colocó una restauración provisional utilizando pasta de óxido de zinc y eugenol.

Caso 4

Paciente de sexo femenino de 37 años de edad, fue remitida para el tratamiento endodóntico del diente 36. Se realizaron pruebas semióticas, incluyendo palpación, percusión y prueba de sensibilidad pulpar con frío en el diente 36, todas arrojando resultados negativos. Los exámenes radiográficos y clínicos revelaron conductos radiculares curvos, una lesión osteolítica en el área periapical, enfermedad periodontal y una caries extensa que afectaba las paredes oclusal y vestibular de la corona (Figura 4A). El diagnóstico fue necrosis pulpar con periodontitis apical sintomática.

El tratamiento se completó en dos sesiones. Durante la primera sesión, se realizó la neutralización y la preparación biomecánica de los cuatro conductos radiculares. La negociación del conducto se llevó a cabo utilizando una lima tipo K de tamaño 10 (21 mm), seguida de las limas conformadoras de orificio MF (15.10 y 15.08) para el tercio coronal. Para la conformación del conducto, se utilizó la siguiente secuencia de limas MF: 15.03, 15.05, 20.05, 25.05, 30.05, 35.05 y 40.05.

Los conductos distales se prepararon hasta el tamaño 40.05 y los conductos mesiales hasta el tamaño 35.05. La irrigación se realizó con hipoclorito de sodio al 2.5%, EDTA al 17% y solución salina fisiológica activadas con ultrasonido. Se aplicó Calen/PMCC como medicación intracanal durante 22 días.

En la segunda sesión, se completó la obturación utilizando conos de gutapercha calibrados (conicidad 40.04 para los conductos distales y 35.04 para los conductos mesiales) con la técnica de cono único y sellador AH Plus (Figuras 4, B-C). El tratamiento se finalizó con una capa protectora de ionómero de vidrio y una restauración provisional usando pasta de óxido de zinc y eugenol.

DISCUSIÓN

En los últimos años, el campo de la Endodoncia ha sido significativamente influenciado por los avances tecnológicos continuos en los sistemas de instrumentación. Estas innovaciones han ayudado a mejorar la calidad de los tratamientos, proporcionar mayor comodidad a los pacientes, reducir el tiempo de procedimiento clínico y lograr una mejor conformación de los conductos radiculares y sus paredes (9, 10, 11, 25). El tratamiento termomecánico de las aleaciones de NiTi varía entre los fabricantes (9, 10, 11), resultando en diferentes composiciones de fases cristalográficas. La mayoría busca lograr una fase martensítica predominante con proporciones variables de austenita y fase-R (10). Uno de estos sistemas es la lima rotatoria manual MF, que pasa por este tratamiento especializado.

La aleación de NiTi utilizada en este sistema pasa por un tratamiento termomecánico especializado (tratamiento CM) que mejora sus propiedades mecánicas, produciendo instrumentos que son altamente flexibles y poseen una mayor resistencia tanto al estrés cíclico como al torsional (12-15,18). Este tratamiento modifica las fases cristalográficas de la aleación, optimizando el contenido de la fase martensítica para mejorar la capacidad de la lima

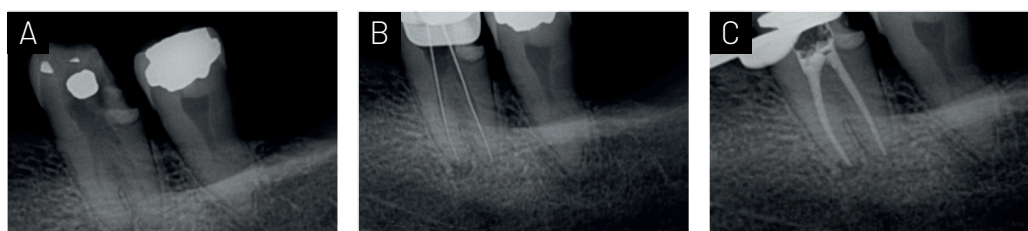


Figura 3. Radiografía de diagnóstico (A), Conductometría de los conductos radiculares mesial y distal (B) y obturación final con conos de gutapercha de conicidad 40.04, calibrados (C).

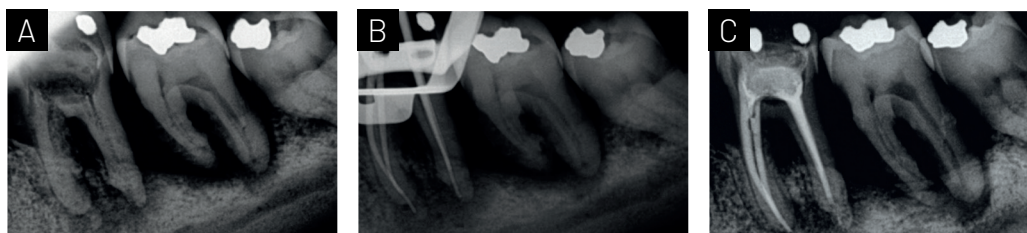


Figura 4. (A) Radiografía de diagnóstico. (B) Prueba de cono de los conductos radiculares mesiales y distales. (C) Obturación final con conos de gutapercha de conicidad 40.04 para los conductos radiculares distales y 35.04, calibrados, para los conductos radiculares mesiales.

de adaptarse a las curvaturas de los conductos radiculares mientras minimiza el riesgo de fractura. Esta flexibilidad mejorada es crucial para la negociación de conductos curvos, permitiendo una mejor conformación del conducto y reduciendo la probabilidad de errores durante el procedimiento, como el transporte del conducto o la separación del instrumento (13-15, 26, 27).

Una dificultad significativa con los sistemas de limas rotatorias manuales es su susceptibilidad al estrés torsional, una causa común de fallos del instrumento (21). A diferencia de las limas rotatorias motorizadas, que ya están en rotación antes de entrar en el conducto radicular, las limas manuales comienzan a rotar solo después de ser insertadas en el conducto. Esta diferencia significa que las limas manuales deben superar la fricción estática, que es inherentemente más difícil de vencer que la fricción cinética (21, 28). La fricción estática genera una mayor resistencia cuando la lima se encuentra con las paredes del conducto, aumentando el potencial de estrés torsional y, en consecuencia, la fractura de la lima.

Además, el aumento de la fricción que experimentan las limas rotatorias manuales puede comprometer la eficiencia de corte y prolongar el tiempo total del tratamiento. El riesgo de fractura de la lima es particularmente preocupante en casos de conductos radiculares estrechos o severamente curvados, donde el estrés sobre el instrumento es mayor. Para abordar este problema, varios sistemas de limas tratados termomecánicamente, como el sistema MF, han sido diseñados para mejorar tanto la flexibilidad como la durabilidad, permitiendo a los clínicos realizar preparaciones de conductos radiculares de manera más segura y eficiente, mientras minimizan los riesgos asociados con el estrés torsional.

En todos los casos clínicos presentados, no se produjeron fracturas de las limas MF, lo que destaca la efectividad de la técnica empleada en este estudio. Este

éxito puede atribuirse a la aplicación modificada del concepto de fuerza equilibrada, inicialmente propuesto por Roane et al. (23) y posteriormente perfeccionado por Charles et al. (24). La técnica de fuerza equilibrada fue desarrollada originalmente para el tratamiento de conductos moderadamente a severamente curvados, los cuales suelen ser desafiantes debido al mayor riesgo de fractura del instrumento y complicaciones en el procedimiento. Esta técnica utiliza un movimiento cinemático controlado, donde el instrumento endodóntico se avanza más profundamente en el conducto mediante una rotación en sentido de las agujas del reloj, lo que facilita la navegación a través de anatomías de conductos complejas (23, 24). Luego, se emplea una rotación en sentido contrario para un corte preciso, minimizando el riesgo de rectificar / enderezar el conducto. El diseño de sección triangular de la lima tipo K es ideal para esta técnica, ya que su forma triangular reduce la fuerza de restauración contra las paredes del conducto, ofreciendo así una mayor flexibilidad y adaptabilidad para trabajar en conductos curvos. Comparado con las limas tipo K tradicionales, este diseño contiene menos metal en su núcleo, lo cual contribuye a una flexibilidad superior.

Además, la capacidad de corte bidireccional de la lima le permite funcionar de manera eficiente tanto en rotación en sentido horario como antihorario. El método implica posicionar la lima con una rotación en sentido de las agujas del reloj, seguido de un corte en sentido antihorario para evitar que el instrumento se aloje demasiado profundamente. Esta secuencia proporciona al operador una retroalimentación táctil con cada corte, asegurando un control en la aplicación de la fuerza y centralizando la preparación del conducto (23, 24).

Contrario a la técnica recomendada por el fabricante, que implica rotación en sentido horario y tracción, el presente estudio introduce una modificación crucial en el método de instrumentación tradicional mediante la incorporación de una rotación en sentido

antihorario de las limas MF cuando se encuentra resistencia durante la preparación del conducto. Este movimiento, combinado con una retirada suave de la lima, permite continuar el corte en sentido horario de la dentina con mínima interrupción. Esta adaptación proporciona un enfoque más receptivo a las condiciones variables dentro del conducto, liberando efectivamente el estrés que podría acumularse en el instrumento. Al retirar periódicamente la lima para limpiar los desechos de las ranuras y luego reintroducirla, este método minimiza el riesgo de fractura del instrumento al reducir el estrés torsional y de flexión comúnmente observado en técnicas convencionales. La aplicación de una rotación en sentido antihorario permite que la lima se desenganche momentáneamente de las paredes del conducto, liberando la carga torsional y permitiendo que el instrumento se desenrosque de manera segura. Esta técnica no solo extiende la vida útil de los instrumentos, sino que también mejora la seguridad del procedimiento, lo que resulta en mejores resultados clínicos. Además, las propiedades mejoradas de la aleación de NiTi tratada con CM juegan un papel significativo en el soporte de la ejecución fluida de la técnica. El éxito de esta técnica en la prevención de fracturas de los instrumentos subraya la importancia de adaptar metodologías establecidas para mejorar su eficacia en la práctica clínica.

Una limitación notable de los instrumentos rotatorios de NiTi activados manualmente es el tiempo prolongado de trabajo en comparación con sus contrapartes motorizadas. Este tiempo de trabajo extendido puede ser percibido como una desventaja en ciertas situaciones clínicas donde la eficiencia es prioritaria. Pascualini et al. (21) informaron que el tiempo de trabajo por conducto con limas rotatorias manuales de NiTi fue casi cinco veces mayor que con instrumentos motorizados, aunque se necesitaban menos rotaciones para preparar los conductos. Esto sugiere que, a pesar de la mayor duración, los instrumentos manuales pueden imponer menos estrés rotacional en las paredes dentinarias, lo cual podría reducir el riesgo de microfisuras o fracturas en la estructura radicular.

Curiosamente, Pascualini et al. (21) también señalaron que el tiempo de trabajo prolongado no extendió significativamente la duración total de la atención clínica, lo que significa que no impactó negativamente en la experiencia del paciente ni en el flujo de trabajo en el entorno clínico. En nuestra evaluación, este tiempo de trabajo adicional tiene un efecto mínimo en la duración total de la sesión de tratamiento. Por el contrario, puede ofrecer algunos beneficios, ya que el tiempo adicional permite una limpieza y una

irrigación más exhaustiva del sistema de conductos radiculares. Esta participación prolongada con el conducto potencialmente mejora la remoción de desechos y facilita la acción de los irrigantes.

Como lo demuestran Del Carpio-Perochena et al. (29), al menos treinta minutos de exposición al hipoclorito de sodio (NaOCl) son esenciales para optimizar la disolución del biofilm dentro del sistema de conductos. Este efecto es particularmente pronunciado en concentraciones de NaOCl del 1% y 2.5%, ya que estas concentraciones penetran y disgregan efectivamente las estructuras de biofilm, logrando una limpieza más completa de la superficie dentinaria. Por lo tanto, el tiempo de trabajo prolongado asociado con los instrumentos rotatorios manuales puede ofrecer una ventaja clínica, al permitir que el NaOCl permanezca en contacto con el sistema de conductos durante un período más largo, potenciando sus efectos antibacterianos y de disolución de tejidos. Este tiempo de exposición aumentado podría contribuir a mejores resultados clínicos al reducir la carga microbiana y mejorar la limpieza general del conducto antes de la obturación.

La técnica *crown-down* es ampliamente reconocida por sus múltiples ventajas en los procedimientos endodónticos. Un beneficio significativo es la remoción temprana de desechos orgánicos del conducto, lo que reduce la probabilidad de obstrucción apical y mejora la eficiencia de la limpieza. Además, este enfoque crea un reservorio más grande para las soluciones de irrigación, facilitando una desinfección más efectiva a lo largo de todo el sistema de conductos radiculares. Al ampliar gradualmente el conducto desde la región coronal hasta la apical, la técnica también permite un camino más recto hacia la porción apical de los conductos curvos, reduciendo el estrés sobre el instrumento y la posibilidad de desviación (30). Asimismo, el preensanchado en el enfoque *crown-down* mejora la precisión de los localizadores de ápice electrónicos, permitiendo una determinación más exacta de la longitud de trabajo. Estudios han demostrado que el preensanchado puede duplicar la tasa de mediciones precisas cuando se utilizan localizadores de ápice electrónicos, contribuyendo significativamente al éxito del tratamiento (30, 31). Todo este proceso se realiza de manera efectiva utilizando los conformadores de orificio del sistema MF, específicamente los tamaños 15.10 y 15.08.

La investigación ha destacado la importancia de establecer un glide path cuando se usan limas de NiTi (32, 33). Un glide path adecuado permite que las limas de mayor conicidad avancen con menor tensión y mayor facilidad, mejorando la eficiencia del proceso de instrumentación (34) y reduciendo el estrés torsional (27). El sistema MF incluye una lima de glide path 15.03

o 15.05, que, gracias a su tratamiento termomecánico CM, demuestra una resistencia torsional y durabilidad excepcionales (26), garantizando así un trayecto de glide path estable y efectivo. Aunque estos hallazgos iniciales son prometedores, se necesitan estudios adicionales sobre el uso de estas limas rotatorias activadas manualmente para obtener una comprensión más completa de sus propiedades mecánicas, efectividad clínica y posible impacto en los resultados clínicos de los pacientes.

CONCLUSIÓN

La técnica demostrada en estos casos utilizando las limas del sistema MF ofrece un potencial para una mayor rentabilidad y beneficios significativos, especialmente para estudiantes de odontología y clínicos generales. El sistema es altamente eficiente, fácil de usar y sencillo de aprender, lo que lo convierte en una opción ideal para la preparación de conductos radiculares.

La experiencia con el sistema de limas MF y la técnica fue satisfactoria, además de alentadora. Sin embargo, se requieren más evaluaciones en laboratorio y clínicas para analizar diversos parámetros, tales como la incidencia de fracturas, el transporte del conducto y la extrusión de debris apical.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial para el Prof. Dr. Mario Tanomaru-Filho, a la Profa. Dra. Gisele Faria y a la Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Campus Araraquara.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974;18(2):269-96.
- Burroughs JR, Bergeron BE, Roberts MD, Hagan JL, Himel VT. Shaping ability of three nickel-titanium endodontic file systems in simulated S-shaped root canals. *J Endod.* 2012;38(12):1618-21.
- Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988;14(7):346-51.
- Kazemi RB, Stenman E, Spångberg LS. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996;81(5):596-602.
- Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2001;34(5):354-8.
- Pettiette MT, Delano EO, Trope M. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. *J Endod.* 2001;27(2):124-7.
- Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod.* 2000;26(3):161-5.
- Shen Y, Cheung GS, Peng B, Haapasalo M. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 2: Fractographic analysis of fractured surface in a cohort study. *J Endod.* 2009;35(1):133-6.
- Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. *Int Endod J.* 2018;51(10):1088-1103.
- Zanza A, D'Angelo M, Reda R, Gambarini G, Testarelli L, Di Nardo D. An update on nickel-titanium rotary instruments in endodontics: Mechanical characteristics, testing and future perspective-An overview. *Bioengineering (Basel).* 2021;8(12):218.
- Chan WS, Gulati K, Peters OA. Advancing Nitinol: From heat treatment to surface functionalization for nickel-titanium (NiTi) instruments in endodontics. *Bioact Mater.* 2022;27(22):91-111.
- Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2011;37(7):997-1001.
- Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2013;39(2):163-72.
- Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Mechanical properties of controlled memory and superelastic nickel-titanium wires used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2012;38(11):1535-40.
- Saber SE, Nagy MM, Schäfer E. Comparative evaluation of the shaping ability of ProTaper Next, iRaCe and Hyflex CM rotary NiTi files in severely curved root canals. *Int Endod J.* 2015;48(2):131-6.
- Bassi-EASY, equipamentos. Limas Manuais: M. 2021. [accedido 10 junio 2024] Disponible en: <https://easybassi.com.br/wp-content/uploads/2023/12/IFU-M-E-PJ-698.pdf>
- Dos Santos LK, Dos Reis ERL, Furtado TRP. Endodontic treatment in teeth with asymptomatic apical periodontitis – Biomechanical preparation system file M: clinical report. *BJSC.* 2023;42(3):20-7.
- Asthana G, Kapadwala MI, Parmar GJ. Stereomicroscopic evaluation of defects caused by torsional fatigue in used hand and rotary nickel-titanium instruments. *J Conserv Dent.* 2016;19(2):120-4.
- de Oliveira BP, Câmara AC, Duarte DA, Heck RJ, Antonino ACD, Aguiar CM. Micro-computed tomographic analysis of apical microcracks before and after root canal preparation by hand, rotary, and reciprocating instruments at different working lengths. *J Endod.* 2017;43(7):1143-7.
- Arias A, Lee YH, Peters CI, Gluskin AH, Peters OA. Comparison of 2 canal preparation techniques in the induction of microcracks: a pilot study with cadaver mandibles. *J Endod.* 2014;40(7):982-5.
- Pasqualini D, Scotti N, Tamagnone L, Ellena F, Berutti E. Hand-operated and rotary ProTaper instruments: a comparison of working time and number of rotations in simulated root canals. *J Endod.* 2008;34(3):314-7.
- Peters OA, Barbakow F. Dynamic torque and apical forces of ProFile.04 rotary instruments during preparation of curved canals. *Int Endod J.* 2002;35(4):379-89.
- Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG Jr. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endod.* 1985;11(5):203-11.
- Charles TJ, Charles JE. The 'balanced force' concept for instrumentation of curved canals revisited. *Int Endod J.* 1998;31(3):166-72.
- Pinheiro SR, Alcalde MP, Vivacqua-Gomes N, Bramante CM, Vivan RR, Duarte MAH, Vasconcelos BC. Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *Int Endod J.* 2018;51(6):705-13.
- Alcalde MP, Tanomaru-Filho M, Bramante CM, Duarte MAH,

- Guerreiro-Tanomaru JM, Camilo-Pinto J, Só MVR, Vivan RR. Cyclic and torsional fatigue resistance of reciprocating single files manufactured by different nickel-titanium alloys. *J Endod*. 2017;43(7):1186-91.
27. Alcalde MP, Duarte MAH, Bramante CM, Tanomaru-Filho M, Vasconcelos BC, Só MVR, Vivan RR. Torsional fatigue resistance of pathfinding instruments manufactured from several nickel-titanium alloys. *Int Endod J*. 2018;51(6):697-704.
 28. Cheung GS, Bian Z, Shen Y, Peng B, Darvell BW. Comparison of defects in ProTaper hand-operated and engine-driven instruments after clinical use. *Int Endod J*. 2007;40(3):169-78.
 29. Del Carpio-Perochena AE, Bramante CM, Duarte MA, Cavenago BC, Villas-Boas MH, Graeff MS, Bernardineli N, de Andrade FB, Ordinola-Zapata R. Biofilm dissolution and cleaning ability of different irrigant solutions on intraorally infected dentin. *J Endod*. 2011;37(8):1134-8.
 30. Tortini D, Colombo M, Gagliani M. Apical crown technique to model canal roots. A review of the literature. *Minerva Stomatol*. 2007;56(9):445-59.
 31. León-López M, Cabanillas-Balsera D, Areal-Quecuty V, Martín-González J, Jiménez-Sánchez MC, Saúco-Márquez JJ, Sánchez-Domínguez B, Segura-Egea JJ. Influence of coronal preflaring on the accuracy of electronic working length determination: Systematic review and meta-analysis. *J Clin Med*. 2021;10(13):2760.
 32. Berutti E, Cantatore G, Castellucci A, Chiandussi G, Pera F, Migliaretti G, Pasqualini D. Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path: comparison with manual preflaring in simulated root canals. *J Endod*. 2009;35(3):408-12.
 33. Pasqualini D, Bianchi CC, Paolino DS, Mancini L, Cemenasco A, Cantatore G, Castellucci A, Berutti E. Computed microtomographic evaluation of glide path with nickel-titanium rotary PathFile in maxillary first molars curved canals. *J Endod*. 2012;38(3):389-93.
 34. de Menezes SEAC, Batista SM, Lira JOP, de Melo Monteiro GQ. Cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold, ProDesign R and ProDesign Logic files in curved canals in vitro. *Iran Endod J*. 2017;12(4):468-73.

CITAR ESTE ARTÍCULO COMO: Salas-Nieto AP, Ochoa-Rodríguez VM. Desarrollo de una técnica novedosa con limas rotatorias manuales de níquel-titanio: Reporte de 4 casos. *Rev Endod Per*. 2024;1(2): 29-38. doi: 10.67257/90.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES:

Ejecución del caso clínico: *Ochoa-Rodríguez AP, Salas-Nieto VM*. Supervisión: *Ochoa-Rodríguez AP, Salas-Nieto VM*. Escritura del borrador: *Ochoa-Rodríguez AP, Salas-Nieto VM*. Escritura, revisión y edición del manuscrito final: *Ochoa-Rodríguez AP, Salas-Nieto VM*.

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 setiembre 2024

FECHA DE ACEPTACIÓN: 14 noviembre 2024



© Los autores 2024. Este artículo de acceso abierto se ha distribuido bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).