



**MANEJO DE CONDUCTOS CALCIFICADOS UTILIZANDO SISTEMA DE  
LIMAS RECIPROCANTES FKG R-MOTION: REPORTE DE TRES CASOS.**

**POR: GABRIEL ALEJANDRO MERCADO VIVALLOS**

**Tesina presentada a la Facultad de las Ciencias de la Salud de la  
Universidad Del Desarrollo para optar por el Título de Especialista en  
Endodoncia.**

**PROFESOR GUIA:**

**Dr. JORGE EDUARDO GONZALEZ BUSTOS**

**Junio, 2022  
CONCEPCIÓN**

© Se autoriza la reproducción de fragmentos de esta obra para fines académicos o de investigación, siempre que se incluya la referencia bibliográfica.

## TABLA DE CONTENIDOS

|  | <b>Páginas</b> |
|--|----------------|
| <b>RESUMEN.....</b>  | <b>iv</b>      |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>1</b>       |
| <b>OBJETIVO.....</b>   | <b>8</b>       |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>   | <b>8</b>       |
| <b>REPORTE DE CASO 1.....</b>  | <b>10</b>      |
| <b>REPORTE DE CASO 2.....</b>  | <b>16</b>      |
| <b>REPORTE DE CASO 3.....</b>  | <b>21</b>      |
| <b>DISCUSIÓN.....</b>  | <b>26</b>      |
| <b>RECOMENDACIONES EN TRATAMIENTO DE DIENTES CON<br/>CÁMARAS Y CONDUCTOS RADICULARES<br/>PARCIALMENTE CALCIFICADOS UTILIZANDO EL SISTEMA<br/>R-MOTION.....</b> | <b>40</b>      |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>43</b>      |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>44</b>      |

## RESUMEN

**Introducción:** Uno de los desafíos de la endodoncia es trabajar en dientes que presenten cámaras y conductos parcial o totalmente calcificados. La Obliteración de la cámara pulpar también se le conoce como Metamorfosis Cálctica, Nódulos Cálcticos y son masas de tejidos duros calcificados, que en su presencia puede ser un factor condicionante en el tratamiento endodóntico, tanto en el acceso cameral, localización de conductos y permeabilización de ellos. Las limas R-Motion, estrenadas el año 2020, son el primer sistema recíprocante de la empresa FKG.

**Reporte de Casos:** Estudio observacional de reporte de 3 casos. Pacientes derivados de la Clínica de Pregrado de la UDD al Centro de Especialidades Odontológicas de Endodoncia (CEO) UDD, que radiográficamente presentan molares de anatomía compleja y pronóstico dudoso al tener cámaras y conductos calcificados. Fueron instrumentados con el sistema de limas recíprocantes R-Motion.

**Conclusión:** La aleación de NiTi Blue de las limas R-Motion, puede afrontar los casos de anatomía radicular compleja, como los conductos calcificados, de manera eficiente y segura.

**Palabras Claves:** R-Motion, Recíprocante, conductos calcificados, metamorfosis cálctica, obliteración conductos radiculares.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los desafíos de la endodoncia es trabajar en dientes que presenten cámaras y conductos parcial o totalmente calcificados. La Obliteración de la cámara pulpar también se le conoce como Calcificación Pulpar, Cálculos Pulpares, Metamorfosis Cálctica, Nódulos Cálcticos y son masas de tejidos duros calcificados, que en su presencia puede ser un factor condicionante en el tratamiento endodóntico, tanto en el acceso cameral, localización de conductos y permeabilización de ellos. (Guerrero (2015), Montiel (2018))

Estas calcificaciones pulpaes se pueden encontrar en dientes temporales, permanentes de todas las edades, en dientes sanos, enfermos o incluso impactados y no erupcionados (Chaini, 2016)

Dentro de las causas de la calcificación de la pulpa están: caries dental, restauraciones extensas, lesiones cervicales no cariogénicas, como la abrasión dental, trauma y edad. (Zilinskaite, 2021)

El envejecimiento, ha sido relacionado como un aumento en la formación de pulpolitos y calcificaciones pulpaes, aumenta el tejido fibrótico y disminuye la irrigación. (Zilinskaite, 2021)

En la actualidad se está estudiando la correlación de las calcificaciones pulpaes y enfermedades cardiovasculares (Nachiappan, 2021), diabetes mellitus (Srivastava, 2020), además de los cálculos biliares (Virk, 2018) y renales. (Movahhedian, 2018)

La morfología y la estructura de las calcificaciones pulpaes es muy heterogénea. Las propiedades químicas y cristalinas son similares a la dentina. La zona superficial de las calcificaciones pulpaes tiene una mayor cantidad de elementos químicos, que las zonas más profundas, posiblemente por el contacto con el tejido orgánico pulpar a lo largo de la vida. (Milcent, 2019)

La relación entre caries dental y calcificaciones pulpaes es significativa, pero su histopatología y su mecanismo de desarrollo, aún son poco entendidos y su composición precisa aún no está del todo establecida. Se identificó una fase de apatita y se pudo encontrar elementos químicos como Zn y Cu en altas concentraciones, que no se encuentran en la dentina fisiológica. Esto puede estar relacionado con el aumento de la actividad enzimática del superóxido dismutasa, y que debido a que los cálculos pulpaes aparecen en contextos de inflamación pulpar, en condiciones de estrés oxidativo, se aumentaría la inhibición de la mineralización en las células pulpaes, lo que llevaría a la calcificación de la pulpa. (Berès, 2016)

En 1963, la aleación de Níquel-Titanio (NiTi) se desarrolló generalmente para el programa espacial de EE. UU. en el Laboratorio de Artillería Naval y se denominó "Nitinol". Andreasen y Hilleman la utilizaron por primera vez en 1971 en la fabricación de alambres de ortodoncia. Más tarde, en 1988, Walia, Brantley y Gerstein introdujeron el primer NiTi manual fabricado con alambre de ortodoncia combinado. En 2001 se introdujo un nuevo concepto en el diseño de limas, el sistema ProTaper (Dentsply, Sirona). (Gupta, 2021)

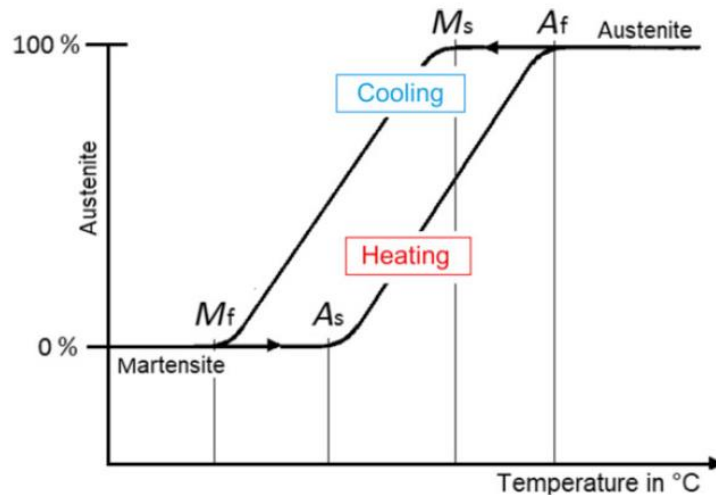
Con las novedosas limas endodónticas de NiTi que se están desarrollando sucesivamente y comercializados por diferentes fabricantes, se ha vuelto imperativo para el dentista comprender la naturaleza de las materias primas utilizadas para fabricar estos instrumentos y sus propiedades mecánicas relevantes. (Zhou, 2012)

La composición de la aleación de NiTi, especialmente el contenido de níquel, tiene una gran influencia en las temperaturas de transformación. Se ha informado que la temperatura de transformación de fase cambia 12 °C hacia una temperatura más baja cuando el contenido de átomos de níquel de una aleación de NiTi rica en níquel aumenta en un 0,1 %. (Zhou, 2012)

La aleación de NiTi utilizada en endodoncia contiene aproximadamente un 56 % en peso de níquel y un 44 % en peso de titanio, lo que da como resultado una relación atómica de casi uno es a uno. La aleación equiatómica de NiTi puede existir en 2 estructuras cristalinas diferentes dependientes de la temperatura denominadas austenita (fase principal con estructura cristalina cúbica B2) y fase martensita (fase de baja temperatura con estructura cristalina monoclinica B19) y posee características típicas que son superelasticidad y efecto de memoria de forma. Estas propiedades ocurren como resultado de la transición de austenita a martensita (transformación martensítica), que puede ser introducida por tensión o temperatura. (Gupta, 2021)

La principal ventaja de utilizar aleaciones de NiTi en los instrumentos de conformación de conductos radiculares es la gran flexibilidad de la aleación. La

transformación martensítica puede ser inducida por tensión desde la fase austenítica en un rango estrecho de temperaturas. La superelasticidad se produce cuando se produce una gran deformación reversible y la tensión parece ser constante (meseta). Ocurre de la siguiente manera: las aleaciones de NiTi convencionales se encuentran en la fase austenita a temperatura corporal/ambiente. La activación del NiTi austenítico produce una deformación elástica que sigue una función lineal de tensión/deformación (la pendiente de la curva que representa el módulo elástico). Si la deformación (esfuerzo) aumenta, aparece la deformación super elástica, mientras que la deformación permanece constante. Este comportamiento super elástico es consecuencia directa de la transformación martensítica que se produce a nivel cristalográfico. La deformación permanecerá constante hasta que la totalidad de la masa de NiTi se haya desplazado hacia la martensítica, lo que a su vez marcará el final del dominio super elástico. Continuar la activación más allá de ese punto revelará una deformación martensítica convencional con una relación lineal clásica de tensión/deformación, ya que se agota el potencial de la deformación cristalográfica para absorber la deformación. Por lo tanto, si la carga se libera antes de alcanzar el límite de deformación plástica, la deformación será reversible. (Ounsi, 2017) (Figura 1).



**Figura 1.** Diagrama de histéresis de las aleaciones de NiTi. ( $M_s$ ) temperatura de inicio de martensita, ( $M_f$ ) temperatura final de martensita, ( $A_s$ ) temperatura inicial de austenita, ( $A_f$ ) temperatura final de austenita. (Zupanc, 2018)

Las limas endodónticas de NiTi manuales y mecanizadas han estado disponible para los dentistas desde hace casi 30 años. Se ha descubierto que los cambios en el comportamiento de transformación como resultado del tratamiento térmico afectan las características mecánicas, lo que mejora el rendimiento clínico en comparación con limas de diseño y tamaño similares fabricadas con una aleación de NiTi convencional. Hoy en día, los dentistas emplean con frecuencia instrumentos tratados térmicamente y NiTi con control de memoria, para el tratamiento de endodoncia. (Kwak, 2021)

Los procesos térmicos son secretos comerciales celosamente guardados y se sabe muy poco acerca de ellos. Algunos instrumentos tratados térmicamente

también muestran un color azul debido a procesos de fabricación patentados que conducen a una capa superficial de óxido de titanio duro (TiO). Esta capa de TiO compensa la pérdida de dureza resultante del tratamiento térmico, mejorando así la resistencia al desgaste y la eficiencia de corte. (Ounsi,2017)

Las limas R-Motion son un sistema de limas reciprocantes, lanzadas al mercado en julio del año 2020 junto con el sistema de limas de giro continuo Race Evo, de aleación níquel-titanio con tratamiento térmico blue, que combina flexibilidad y resistencia a la fatiga con un enfoque mínimamente invasivo.

Este es el primer sistema reciprocante de FKG, ellos recogieron las experiencias de otros sistemas reciprocantes que existen en el mercado, para así no tener necesariamente una configuración establecida, si no poder adaptarse a las configuraciones que ya existen en otros sistemas. Entonces para poder configurar el motor, el fabricante da la libertad de poder utilizarlo con una configuración de otros sistemas reciprocantes clásicos que ya existen en el mercado, como WaveOne Gold (Dentsply, EE. UU) o Reciproc (VDW, Alemania), siendo el más usado 150° antihorario y 30° horario, teniendo en cuenta que el ángulo de corte es el anti horario, y que idealmente se puede tener 120° de diferencia entre los movimientos horarios y anti horarios. Así de acuerdo a las investigaciones realizadas por el fabricante, la adaptación a este nuevo sistema de limas debería ser sencilla para el endodoncista, sintiendo menos efecto en enroscamiento. (FKG Dentaire. Dr Oscar Von Stetten [Live]. (2020) (Workshop Online - Novos instrumentos RACE EVO e R-Motion by FKG,2021)

La gama de limas R-Motion está conformado por 5 limas, una de preensanchamiento (R-Motion Glider) y 4 de conformación (R-Motion 25, 30, 40 y 50) (Figura 2).

En este trabajo se reportarán 3 manejo de casos de conductos calcificados utilizando principalmente el sistema de limas R-Motion de FKG.

## Gama de productos R-Motion®:

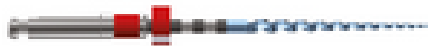
### LIMA DE PREENSANCHAMIENTO

R-Motion Glider



### LIMAS DE CONFORMACIÓN

R-Motion 25



R-Motion 30



R-Motion 40



R-Motion 50



**Figura 2.** Gama de limas R-Motion.

## **OBJETIVO**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la efectividad del uso del sistema de limas reciprocante R-Motion (FKG Dentaire, Suiza) en el tratamiento de dientes parcialmente calcificados.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño.**

Estudio observacional de reporte de 3 casos, pacientes de la clínica de pregrado de la UDD derivados al Centro de Especialidades Odontológicas de Endodoncia (CEO Endodoncia UDD) para tratamiento de endodoncia en molares con cámara y conductos calcificados.

### **Estrategia.**

Utilizar el nuevo sistema de limas R-Motion (FKG Dentaire, Suiza), lanzados al mercado el año 2020, en molares de pacientes del CEO Endodoncia UDD, con conductos parcialmente calcificados. Para realizar el reporte de cada caso se utilizará la guía "CARE guidelines for case reports: explanation and elaboration document". (Riley y cols, 2017)

**Criterios de Inclusión.**

- Pacientes derivados de clínica de pregrado UDD al CEO Endodoncia UDD entre los años 2021 y 2022.
- Molares con anatomía compleja, cámaras y conductos parcialmente calcificados.

**Criterios de Exclusión.**

- Incisivos, caninos y premolares.
- Dientes con cámara y conductos que no presenten calcificaciones.

**Aspectos Éticos.**

Este estudio cuenta con el consentimiento informado de los pacientes, no se revelarán datos personales, ni el uso de su información e imágenes, están protegidos por la ley 20.584 (Ley de Derechos y Deberes del paciente).

## REPORTE DE CASO 1

**Información del paciente:** paciente de sexo femenino, de 65 años edad, sin antecedentes mórbidos de relevancia, derivada del pregrado de Rehabilitación Oral de UDD (ROA-UDD), relatando que: “me derivaron porque tengo una caries y se necesita una endodoncia para continuar con el tratamiento, a veces me duele”.

**Hallazgos Clínicos:** Pieza 2.7 al examen clínico presenta restauración de amalgama oclusal, caries disto cervical, retracción gingival por vestibular y palatino, paciente relata dolor leve de hace semanas, de tipo agudo que dura solo algunos segundos, relacionado con los cambios térmicos al comer o ingerir alimentos fríos. Dentro de los síntomas objetivos ante el test de sensibilidad al frío con Endo Ice (Coltène, Francia), presenta una respuesta aumentada. No presenta dolor a la percusión, ni tiene tejidos blandos sensibles a la palpación. Estado Periodontal Sano.

**Evaluación Diagnóstica:** Al examen radiográfico inicial (Figura 3) se observa en diente 2.7 caries dentinaria profunda, cámara parcialmente calcificada y conductos parcialmente calcificados. El espacio del ligamento periodontal está normal al igual que el hueso alveolar está sano.



**Figura 3.** Radiografía Inicial diente 2.7.

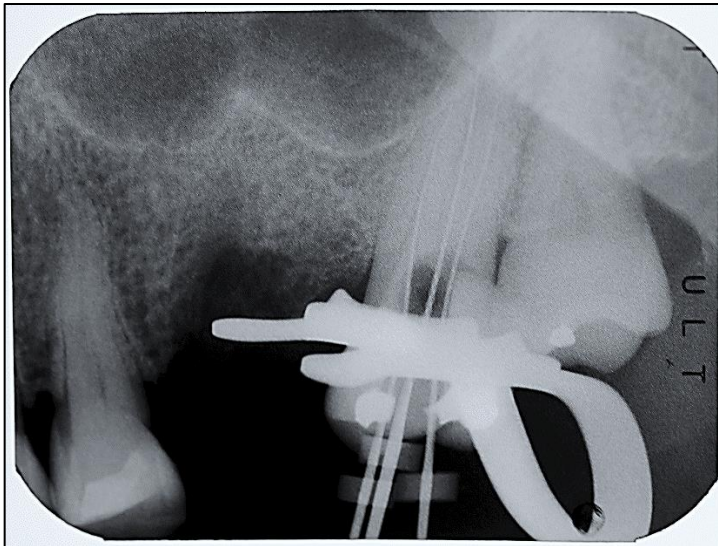
**Diagnóstico:** Pulpitis Irreversible Sintomática, descartando el diagnóstico diferencial de Pulpitis Irreversible Asintomática.

**Pronóstico:** dudoso, ya que presenta cámara y conductos calcificados.

**Intervención Terapéutica:** Tratamiento endodóntico de Biopulpectomía.

En la primera sesión se anestesia de manera infiltrativa con 2 tubos de lidocaína al 2% Lignospan (Septodont, Francia), aislamiento absoluto y eliminación de la caries dental por distal y la restauración de amalgama oclusal. Se realiza acceso a cámara pulpar y pulpotomía. Se medica intracameral con hidróxido de calcio en propilenglicol, obturación provisoria de motita de algodón estéril, Fermín (Detax, Alemania) y vidrio ionómero de autocurado. Se indica Paracetamol 500 mg 1 comprimido cada 8 horas por 3 a 5 días y Clonixinato de lisina 125 mg 1 comprimido cada 8 horas por 3 a 5 días.





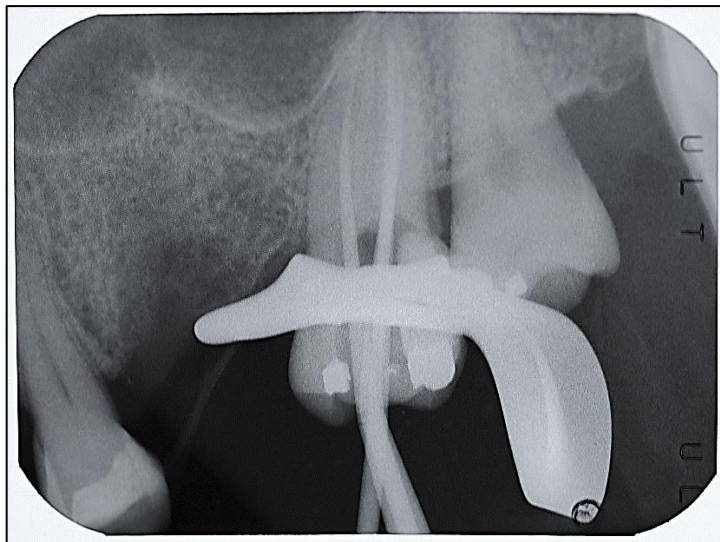
**Figura. 5.** Radiografía de Conductometría diente 2.7



**Figura 6.** Motor y Localizador de Ápice Electrónico Endomatic, DTE.

Se realiza preparación biomecánica con técnica seriada corono apical en conductos MV y DV hasta #25 y P hasta #30. Se deja con medicación intraconducto de hidróxido de calcio en propilenglicol, restauración provisoria de motita de algodón estéril, Fermín (Detax, Alemania) y vidrio ionómero de autocurado.

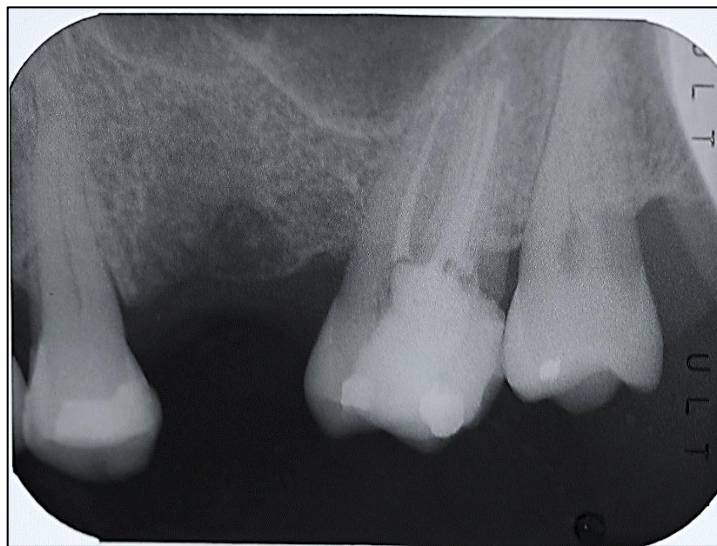
En una tercera sesión, se anestesia de manera infiltrativa con ½ tubo de lidocaína al 2% Lignospan (Septodont, Francia), aislamiento absoluto, se realiza la preparación biomecánica utilizando las limas reciprocantes R-Motion (FKG Dentaire, Suiza), en conducto MV 25/06 a 19 mm, DV 25/06 a 19 mm y P 40/04 a 20 mm. Se toma radiografía de conometría (Figura 7) y se procede a realizar la obturación. Se utiliza técnica de cono único y cemento Tubli Seal (Kerr, EE. UU). Restauración provisoria de Fermín (Detax, Alemania) y vidrio ionómero de autocurado.



**Figura 7.** Radiografía de Conometría diente 2.7.

### **Seguimiento y Resultados:**

Paciente se cita a control clínico y radiográfico (Figura 8) a los 7 días, no relatando molestias. Se da el alta endodóntica y se vuelve a referir a alumno de pregrado para continuar con tratamiento de rehabilitación post endodóntica.



**Figura. 8.** Radiografía de Control diente 2.7.

## REPORTE DE CASO 2

**Información del paciente:** paciente de sexo masculino, de 47 años de edad, sin antecedentes mórbidos de relevancia, derivado del pregrado ROA-UDD, relatando que: “me derivaron porque me estaban tallando el diente para poder hacer una incrustación, pero a los días después me empezó a molestar, y la doctora me derivó acá para hacer una endodoncia y así poder continuar con el tratamiento con la alumna de pregrado”.

**Hallazgos Clínicos:** Pieza 3.6, clínicamente presenta restauración provisoria de acrílico ocluso-distal ferulizado con 3.7 mesio-oclusal. Paciente relata dolor leve a moderado, con una antigüedad de un par de semanas, del tipo agudo con duración de segundos, provocado por estímulos térmicos (frío), localizado. Dentro de los síntomas objetivos, de acuerdo al test de sensibilidad al frío realizado con Endo Ice (Coltène, Francia) presenta una respuesta aumentada. No presenta dolor a la percusión, ni tejidos blandos sensibles a la palpación. Estado Periodontal Sano.

**Evaluación Diagnóstica:** En la radiografía inicial (Figura 9) se observa tallado de la cavidad para futura incrustación, cámara y conductos parcialmente calcificados, la región del ligamento periodontal se encuentra normal y el hueso alveolar está sano.



**Figura 9.** Radiografía inicial de diente 3.6.

**Diagnóstico:** Pulpa Irreversible Sintomática, descartando los diagnósticos diferenciales de Pulpitis Reversible o Pulpitis Irreversible Asintomática.

**Pronóstico:** dudoso por calcificación parcial de cámara y conductos.

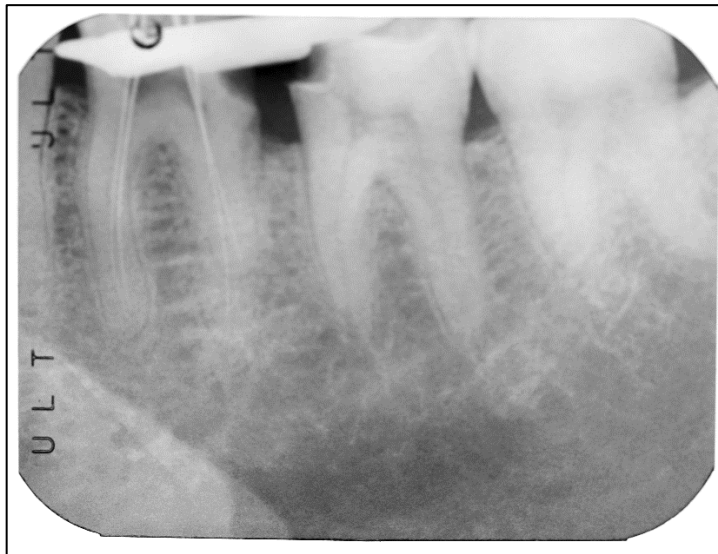
**Intervención Terapéutica:** Tratamiento Endodóntico de Biopulpectomía.

En la primera sesión se anestesia de manera troncular y refuerzo vestibular con 2 tubos de lidocaína al 2% Lignospan (Septodont, Francia), aislamiento absoluto, se remueve provisorio de acrílico y se realiza acceso cameral, irrigación con hipoclorito de sodio al 5% y DiaPrep Pro (DiaDent, Corea). Se detectan 4 conductos (mesio vestibular, mesio lingual (ML), disto vestibular (DV) y disto lingual (DL)) y se inicia la exploración de cada uno de ellos.

Se utiliza una técnica de preparación biomecánica corono apical, partiendo desde limas #10-15, complementándolo con limas mecanizadas de giro continuo

RACE EVO 1 y 2 (FKG Dentaire, Suiza), limas de calibre 15/04 y 25/04 respectivamente para cateterismo y conformación inicial en los conductos MV y ML y Pathfile (Dentsply Maillefer, EE. UU) para conductos DV y DL, para luego poder determinar con LAE Endomatic (DTE, China) las longitudes de trabajo de cada conducto.

Se toma radiografía de conductometría (Figura 10), MV 20 mm con lima #15, ML 20 mm con lima #15, DL 19 mm con lima #15, y DV 19,5 mm con lima #20.

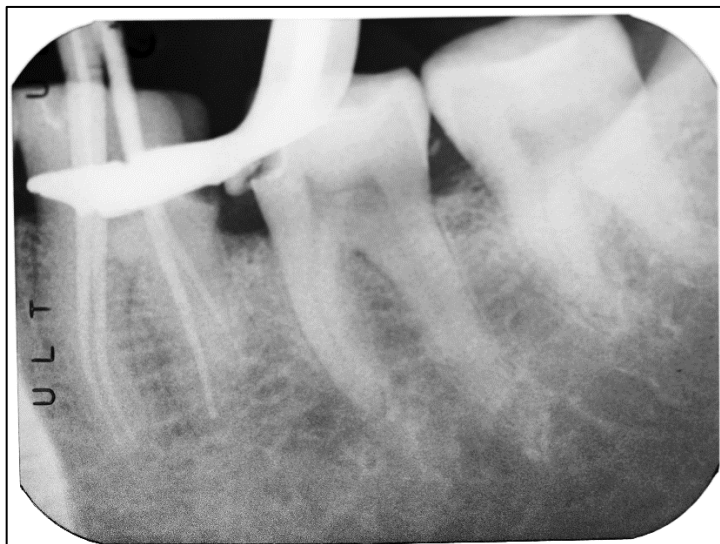


**Figura 10.** Radiografía de Conductometría diente 3.6.

Se preparan de manera manual los conductos hasta la lima #25. Se deja con medicación intraconducto de hidróxido de calcio en propilenglicol, restauración provisoria de motita de algodón estéril, Fermín (Detax, Alemania) y vidrio ionómero de autocurado. Se cementa provisorio de acrílico.

En una segunda sesión se anestesia con 2 tubos de lidocaína al 2% Lignospan (Septodont, Francia), se aísla de manera absoluta, se realiza la preparación biomecánica con limas reciprocantes R-Motion (FKG Dentaire, Suiza) MV 25/06 a 20 mm, ML 25/06 a 20 mm, DL 25/06 a 19 mm y DV 40/04 a 19,5 mm. Se toma la radiografía de conometría (Figura 11), cada conducto preparado con sus conos respectivos.

Se procede a obturar con cemento Tubli Seal (Kerr, EE. UU) MV, ML 25/06 a 20 mm, DL 25/06 a 19 mm y DV 40/04 más 1 cono accesorio a 19,5 mm. Se realiza restauración provisoria de Fermín (Detax, Alemania) y vidrio ionómero de autocurado, se cementa provisorio de acrílico.



**Figura. 11.** Radiografía de Conometría diente 3.6.

**Seguimiento y Resultados:** Paciente se cita a control clínico y radiográfico a los 7 días, se toma radiografía de control (Figura 12) no relatando molestias. Se da el alta endodóntica, para que alumno de pregrado continúe con tratamiento rehabilitador post endodóntico.



**Figura 12.** Radiografía de Control diente 3.6.

### REPORTE DE CASO 3

**Información del paciente:** paciente de sexo femenino, de 71 años de edad, hipertensa controlada, hipotiroidismo controlado, derivada del pregrado de ROA-UDD, inicialmente el año 2019 y por la pandemia no se había podido realizar el tratamiento y luego fue derivada nuevamente el 2021, relatando: “no había podido realizarme la endodoncia por la pandemia, el diente no me molesta, pero para poder hacerme la restauración final, me derivaron primero a una endodoncia”.

**Hallazgos Clínicos:** Pieza 2.6, clínicamente presenta amalgama ocluso-mesio-palatino (OMP), extruida, fuera de plano oclusal. Retracción gingival y abrasión por vestibular. Paciente no relata dolor. Dentro de los síntomas objetivos, ante el test de sensibilidad al frío, Endo Ice (Coltène, Francia), presenta una respuesta normal, no presenta dolor a la percusión, ni tejidos blandos sensibles a la palpación.

**Evaluación Diagnóstica:** En la radiografía inicial (Figura 13) se observa cámara calcificada, ocupada por pulpolito y conductos parcialmente calcificados y calcificado en el tercio apical de la raíz MV. En la región periapical se observa el ligamento periodontal del conducto palatino levemente engrosado y el estado del hueso alveolar es sano.



**Figura 13.** Radiografía Inicial diente 2.6.

**Diagnóstico:** Pulpa Irreversible Asintomática, descartando los diagnósticos diferenciales de Pulpa Irreversible Sintomática, Pulpitis Reversible y Necrosis Pulpar.

**Pronóstico:** dudoso por calcificación de cámara y conductos radiculares.

**Intervención Terapéutica:** Tratamiento Endodóntico de Biopulpectomía.

En la primera sesión se anestesia con 2 tubos de lidocaína al 2% Lignospan (Septodont, Francia), aislamiento absoluto, eliminación parcial de amalgama oclusal, acceso endodóntico. Se irriga con hipoclorito de sodio al 5% y EDTA crema DiaPrep Pro (DiaDent, República de Corea), se solicita microscopio OPMI PICO (Zeiss, Alemania) para poder remover calcificaciones y pulpolito cameral. Se utilizan técnicas combinadas de cucharitas de caries, fresas redondas de tallo y cuello largo de baja velocidad, ultrasonido Suprasson

Newtron (Acteon Satelec, Francia) y Punta ED3 y ED12D (DTE, China). Se logra eliminar calcificaciones y se exploran 3 conductos. Se realiza preparación biomecánica corono apical de manera parcial en conducto MV #25 a 17 mm, DV #25 a 19 mm y P #25 a 20 mm. Se deja con medicación intraconducto con hidróxido de calcio en propilenglicol y se realiza restauración provisoria de motita de algodón estéril, Fermín (Detax, Alemania) y vidrio ionómero de autocurado.

En la segunda sesión, anestesia con 2 tubos de lidocaína al 2% Lignospan (Septodont Francia), aislamiento absoluto, acceso, irrigación con hipoclorito de sodio al 5% y DiaPrep Plus (DiaDent, República de Corea). Se logra llegar a longitud de trabajo, se toma radiografía de Conductometría (Figura 14), conducto MV a 17 con lima #15, DV 19 mm con lima #15 y P 20 mm con lima #20. En conducto MV no se logra permeabilizar más en el tercio apical, ya que este se encuentra calcificado y forzar la lima generaría un riesgo de fractura del instrumental.



**Figura 14.** Radiografía de Conductimetría 2.6.

Se utiliza lima R-Motion Glider (FKG Dentaire, Suiza), de calibre 15/03, instrumento recíprocante de pre ensanchamiento a longitud de trabajo. Luego en los conductos MV y DV se trabaja con lima R-Motion 30/04 a 17 y 19 mm respectivamente y P con R-Motion 40/04 a 20 mm. Se medica con hidróxido de calcio en propilenglicol, se restaura de manera provisoria con motita de algodón estéril, Fermín (Detax, Alemania) y vidrio ionómero de autocurado.

En la tercera sesión, se anestesia con  $\frac{1}{2}$  tubo de lidocaína al 2% Lignospan (Septodont, Francia), aislamiento absoluto, acceso, remoción de medicación con hipoclorito de sodio al 5%. Se toma radiografía de Conometría y se procede a obturar con cemento Tubli Seal (Kerr, EE. UU) mediante técnica de cono único, MV 30/04 a 17 mm, DV 30/04 a 19 mm y P 40/04 a 20 mm.

**Seguimiento y Resultados:** control clínico y radiográfico (Figura 15) una semana después, paciente no relata molestias. Alta Endodóntica.



**Figura 15.** Radiografía de Control diente 2.6.

## DISCUSIÓN

### CÁMARAS Y CONDUCTOS CALCIFICADOS.

La Asociación Americana de Endodoncia (AAE) define así los siguientes conceptos:

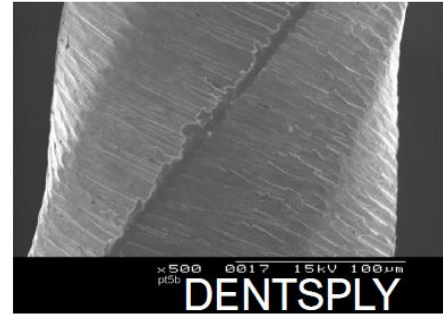
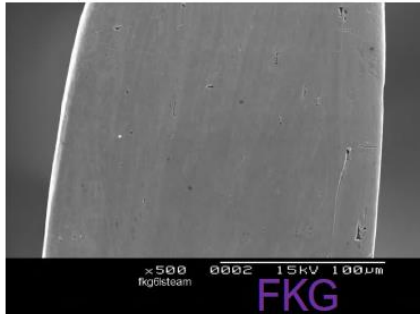
- **Metamorfosis Cálctica:** es la respuesta pulpar a un trauma, caracterizado por una rápida deposición de tejidos duros dentro del espacio del conducto radicular. Este espacio se podría ver obliterado radiográficamente debido a la deposición excesiva, aunque algunas porciones histológicas podrían permanecer de la pulpa. (AAE, 2020)
- **Obliteración del canal pulpar:** evidencia radiográfica de aumento de la producción de dentina principalmente en respuesta a un traumatismo. El resultado final de este proceso es un canal calcificado y no es necesariamente indicativo de una pulpa enferma. El término calcificación del canal pulpar también se puede usar para hacer referencia a esta condición. (AAE, 2020)
- **Cálculo pulpar (dentículo):** una masa calcificada que se encuentra dentro de la pulpa o adherida a las paredes del espacio pulpar; clasificados en dentículos verdaderos o falsos, según su composición y morfología, y dentículos libres, adherentes o intersticiales, según su ubicación en relación con las paredes del espacio pulpar. (AAE, 2020)

Se desconoce el mecanismo exacto de la obliteración del canal, pero se cree que está relacionado con el daño al suministro neurovascular de la pulpa en el momento de la lesión y puede ser una obliteración parcial o total de los espacios pulpaes. Estos dientes representan un desafío para el tratamiento de endodoncia; la decisión de manejo crítica es si tratar estos dientes con endodoncia inmediatamente después de la detección de la obliteración pulpar o esperar hasta que se presenten síntomas o signos de enfermedad pulpar o periapical. (McCabe, 2012)

#### **DESCRIPCIÓN DE SISTEMA R-MOTION.**

La metalurgia del instrumento consiste en una aleación de NiTi de grado médico. La parte activa del instrumento se somete a un tratamiento térmico exclusivo que desencadena una fase de transición (de martensita a austenita) justo por debajo de la temperatura corporal (entre 32 y 35°C), además la lima está sometida a un tratamiento de pulido electroquímico. (Figura 16).

➤ **PULIDO ELECTROQUÍMICO**



➤ **TRATAMIENTO TÉRMICO (Blue)**

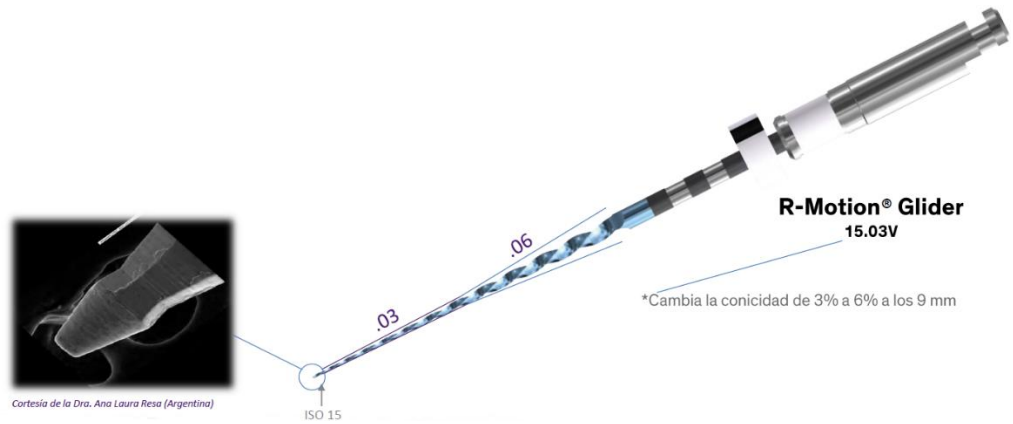


**Figura 16.** Pulido Electroquimico y Tratamiento térmico.

Arriba: Comparación de las superficies de una lima R-Motion de FGK (izquierda) vs una Dentsply(Derecha).

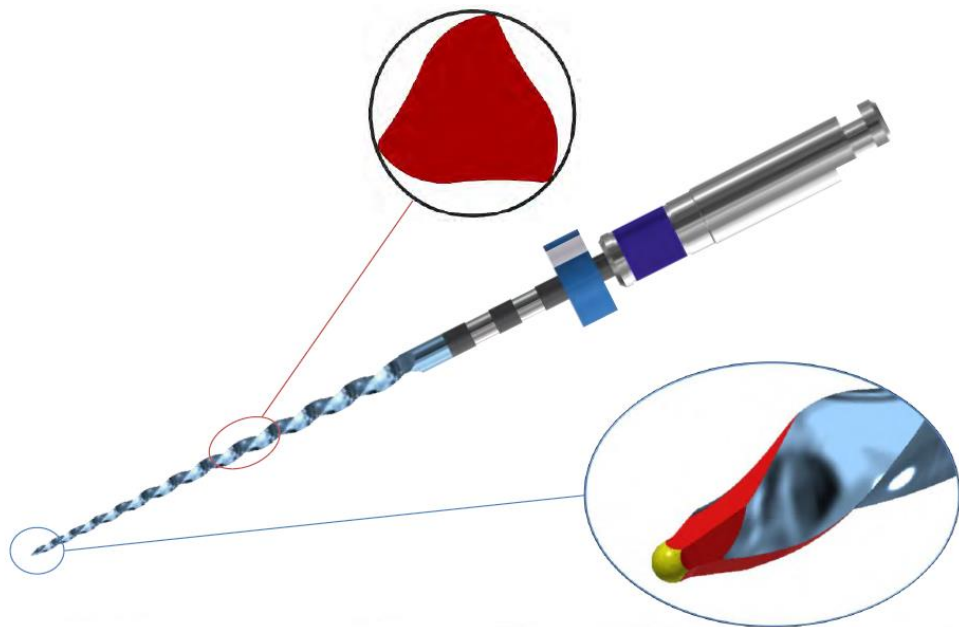
Abajo: color azul característico de la lima, al ser NiTi con tratamiento térmico blue.

La conicidad de los instrumentos de conformación es constante, (25/06, 30/04, 40/04 y 50/04), mientras que para R-Motion Glider (Figura 17) es del 3% desde la punta hasta los 9 mm y luego del 6%.



**Figura 17.** R-Motion Glider.

La sección transversal es simétrica, en forma de triángulo redondeado con bordes afilados y su nueva punta optimizada de seguridad es redondeada (Figura 18).



**Figura 18.** Sección transversal triangular con bordes redondeados y afilados, y punta tipo Booster Tip.

Para facilitar la lectura y la identificación del instrumento, tiene un único anillo de color en el mango y en el tope, además de presentar marcas de profundidad en milímetros. (Figura 19)

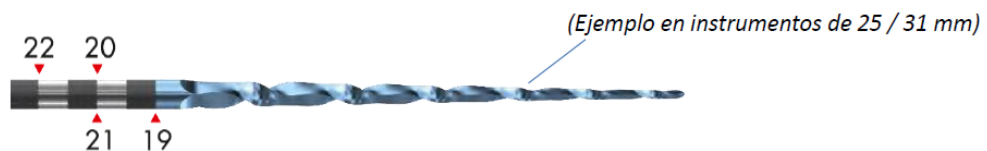
### ► IDENTIFICACIÓN DEL DIÁMETRO ISO (1)

(1) Identificación diámetro ISO en el anillo del mango y en el tope



### ► MARCAS DE PROFUNDIDAD (EN MILLIMETROS)

Disponibles en los instrumentos de 19 / 21 / 25 / 31 mm



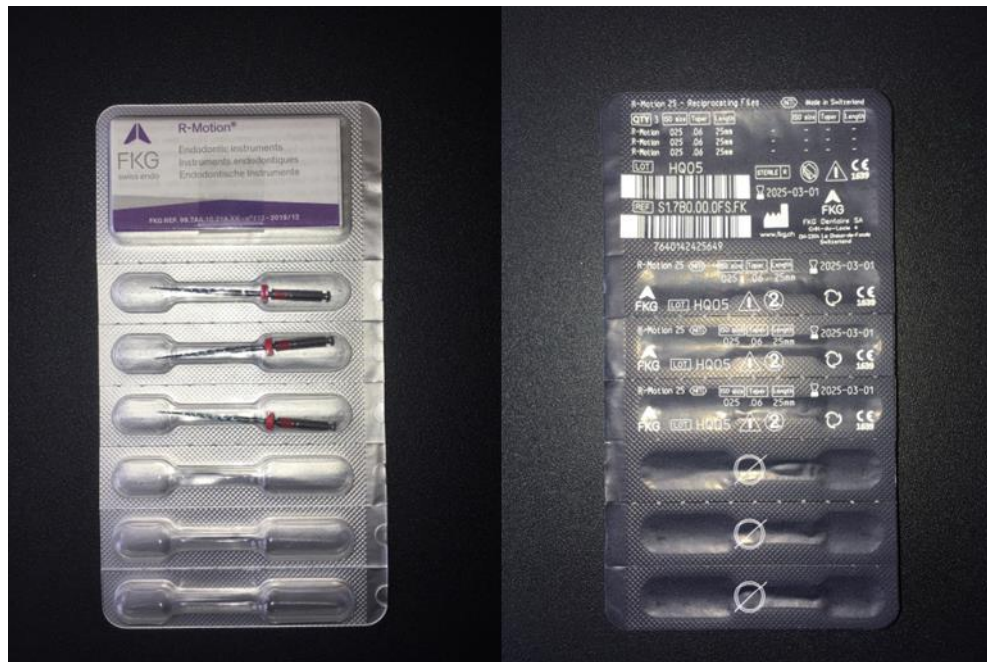
**Figura 19.** Identificación y marcas de profundidad.

Arriba: identificación del diámetro. Abajo: marcas de profundidad.

De acuerdo al fabricante, el nuevo diseño de las limas R-Motion proporciona una mayor resistencia a la fatiga cíclica gracias al exclusivo tratamiento térmico al cual se somete, asegurando menor riesgo de fractura del instrumento y seguridad para el paciente. Además, reduce el efecto de atornillamiento, mejorando el control y seguridad durante el tratamiento endodóntico. Su núcleo interno es más fino, lo cual reduce el estrés sobre la

dentina a tratar. Todo esto para mejorar el avance por el canal, aumentar la seguridad para el paciente y dentista, mejora su eficiencia en tratamiento de todo tipo de anatomías de conductos radiculares, con un enfoque mínimamente invasivo.

Los lotes utilizados de las limas R-Motion 25, 30 y 40 corresponden a HQ05, HQ23 y HT26 respectivamente. (Figura 20,21 y 22). Los blísteres contienen 3 limas R-Motion de un mismo calibre, conicidad y longitud (25 mm), además vienen listas para usar, ya que están esterilizadas y se recomienda descartar luego de su uso (uso único).



**Figura 20.** R-Motion 25, lote HQ05.



Figura 21. R-Motion 30, lote HQ23.



Figura 22. R-Motion 40, lote HT26.

El modo de trabajo utilizado para el abordaje de estos casos de conductos calcificados fue: se optó por ir explorando y conformando de manera manual con limas de calibre #10-15 de manera corono-apical hasta poder lograr la longitud de trabajo apropiada, irrigando de manera constante con hipoclorito de sodio al 5% y DiaPrep Pro (DiaDent, República de Corea). Así no se corre el riesgo de fractura del instrumento manual, ni el empaquetamiento de limalla dentinaria. Una vez que se pudo llegar a la longitud de trabajo, corroborada con localizador de ápice electrónico, se procede a tomar la radiografía de conductometría.

Para disminuir el estrés de trabajo en las limas mecanizadas de conformación, se opta por realizar la preparación biomecánica con limas manuales hasta calibre #25 en el caso de conductos mesiales o vestibulares y #30 en el caso de palatinos o distales, o se puede utilizar las limas mecanizadas de pre ensanchamiento para Glide Path como la R-Motion Glide (FKG Dentaire, Suiza).

Las limas R-Motion 25, 30 o 40 se utilizaron en un motor de endodoncia Endomatic (DTE, China) con función integrada de localizador de ápice electrónico, con parámetros de giro horario de 30°, Antihorario de 150° a 400 RPM. Esta es una opción alternativa a la que recomienda el fabricante, ya que tiene motores propios, como el Rooter Universal (FKG, Suiza) (Figura 23) o el Rooter X3000 (FKG, Suiza) (Figura 24), este último lanzado al mercado el año 2021, ambos vienen precargado de serie con los sistemas de limas FKG, como Race Evo, R-Motion y XP-Endo.



**Figura 23.** Rooter Universal.



**Figura 24.** Rooter X3000.

El sistema R-Motion no requiere de un sistema específico de obturación (ISO/taper estándar). Se utilizaron conos de gutapercha de diversas marcas, como los FKG (fabricados por Meta Biomed en República de Corea) en calibre 25/06, Diadent (República de Corea) en calibre 40/04, y Gapadent (China) en calibre 30/04, todos ajustaron sin mayores problemas. (Figura 25)



**Figura 25.** Conos de Gutapercha utilizados y lotes.

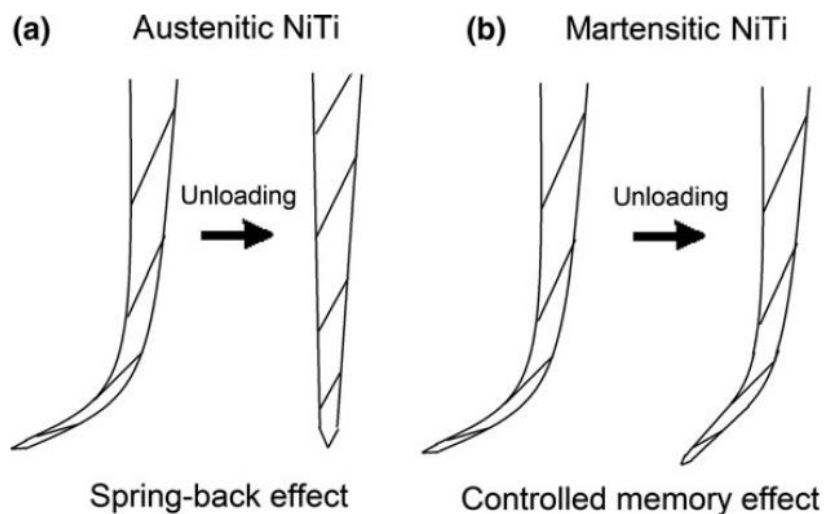
Arriba a la izquierda conos FKG 25/06 lote GE2106E090, Arriba a la derecha conos DiaDent 40/04 lote 011021 y abajo conos Gapadent 30/04 lote 010119.

## **ALEACIONES NITI BLUE**

Las aleaciones con tratamiento térmico memoria controlada (CM), fueron introducidas en 2010. Por lo general, tienen un contenido de níquel más bajo (52% en peso) y se someten a procesos termomecánicos especiales diseñados para mantener la flexibilidad extrema de las limas y eliminar la característica de memoria presente en las aleaciones anteriores. Clínicamente, esto permitiría realizar un predoblado de las limas antes de colocarlas en el canal, superando así una importante limitación de los instrumentos de NiTi que no podían predoblarse para ajustarse a los cambios bruscos de dirección del canal radicular. Los estudios de calorimetría diferencial de barrido revelaron que las aleaciones de CM tenían temperaturas de transición de Af por encima de los 37 °C, mientras que las aleaciones de NiTi convencionales mostraban temperaturas de transición de Af por debajo de la temperatura corporal. Tales resultados concuerdan con estudios previos que encontraron que la lima de NiTi superelástica convencional tenía una estructura austenítica y las aleaciones de control de memoria con procesamiento térmicos, estarían mayoritariamente o totalmente en la estructura martensítica a temperatura corporal. (Ounsi, 2017)

Debido a una mayor cantidad de la fase martensita, los instrumentos martensíticos son más flexibles, con una mayor resistencia a la fatiga cíclica y revelan un mayor ángulo de rotación, pero con un menor par de torsión en la

fractura. Se sabe que la fatiga cíclica puede ocurrir en anatomías complejas de conductos radiculares, como curvaturas severas o calcificaciones. Por lo tanto, los instrumentos martensíticos deben preferirse en casos de conductos radiculares severamente curvados o con doble curvatura. Además, los instrumentos martensíticos son predoblables, lo que puede ser útil cuando se trata de sortear casos complejos. (Zupanc, 2018) (Figura 26)



**Figura 26.** Efecto de memoria y control de memoria de los instrumentos austeníticos y martensíticos. A la izquierda un instrumento Austenítico que al dejar de ser doblado vuelve a su forma original, a la derecha un instrumento martensítico, el cual tiene el efecto de control de memoria. (Zupanc, 2018)

Para los instrumentos Blue, estos tienen una capa visible de óxido de titanio, que es responsable del distintivo color azul que permanece en la

superficie como un resultado del tratamiento térmico posterior al mecanizado. La temperatura de acabado de austenita se encontró que los instrumentos con tratamiento térmico blue estaba alrededor de la temperatura corporal (38,5 °C), mientras que la temperatura de inicio de la martensita es aproximadamente 31 °C. Los instrumentos con tratamiento térmico blue exhibieron menos dureza superficial Vickers que los instrumentos M-Wire. Teniendo en cuenta el comportamiento de memoria controlada de la lima con tratamiento térmico blue, se puede suponer que, a pesar de las temperaturas de transformación más bajas, estos instrumentos contienen una mayor cantidad de martensita estable que M-Wire, lo que conduce a una aleación de NiTi más dúctil. Se muestran todas las limas con tratamiento térmico gold y blue, mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga en comparación con instrumentos convencionales NiTi y M-Wire, que podría atribuirse a su estado martensítico. (Zupanc, 2018)

El electropulido es un proceso electroquímico que reduce las irregularidades de la superficie (en contraste con la galvanoplastia donde se utiliza una corriente eléctrica para depositar iones metálicos en uno de los electrodos). El instrumento se coloca en un baño electrolítico de temperatura controlada y es conectado al terminal positivo. Cuando pasa la corriente directa a través del ánodo, el metal en la superficie se oxida y es disuelto en el electrolito. Para realizar un electropulido en una superficie metálica, las áreas de extrusión en la superficie deben eliminarse más rápido que las depresiones y las

imperfecciones de la superficie, debido a la orientación de los cristales en un policristalino, el material debe suprimirse sin picaduras. Este suele realizarse con soluciones iónicas específicas y bajo una fabricación rigurosa (y generalmente patentada). Se supone que este proceso mejora el material, específicamente en las propiedades de resistencia a la fatiga y a la corrosión. (Ounsi, 2017)

Los recientes avances en el proceso de fabricación de aleaciones de NiTi mejorarán la calidad del tratamiento endodóntico mediante el desarrollo de nuevos instrumentos endodónticos con propiedades mecánicas superiores. El tratamiento térmico posterior al mecanizado aumentará la durabilidad del instrumento, ya que aumenta la resistencia a la fatiga por flexión y cíclica. La superelasticidad y el efecto de control de memoria de los instrumentos NiTi, se lograrán mediante la transformación de fase durante el tratamiento térmico, y esto mejora la resistencia a la fatiga durante la preparación del conducto radicular en conductos curvos complicados. En el futuro, se necesitará más investigaciones sobre el tratamiento térmico de los sistemas de limas, para así mejorar la eficiencia, la seguridad y la calidad de los instrumentos de endodoncia. (Gupta, 2021).

## **RECOMENDACIONES EN TRATAMIENTO DE DIENTES CON CÁMARAS Y CONDUCTOS RADICULARES PARCIALMENTE CALCIFICADOS UTILIZANDO EL SISTEMA R-MOTION.**

### **Evaluación Clínica e Imagenológica.**

Consiste en realizar un buen diagnóstico inicial, realizar buenas tomas de radiografías y si se requiere solicitar Cone Beam de la pieza dental. Aprovechar las herramientas tecnológicas para poder determinar longitud aparente del diente y cambios en el contraste de la imagen para visualizar los conductos radiculares.

### **Fase Pre Endodóntica.**

Evaluar uso de anestésicos, aislamiento del campo absoluto, remoción de caries y restauraciones defectuosas, reconstitución de paredes.

### **Fase Endodóntica**

#### **Acceso**

Dentro del kit de fresas se debe contar con fresas de alta velocidad, como redonda de diamante (010-012-014), Endo Z, Endo Access y Transmetal, y de baja velocidad como redonda de carbide (7), redondas de carbide de tallo largo (010-012-014). Además, dentro de las fresas opcionales que se podría contar son las fresas redondas de cuello largo de carbide de baja velocidad.

Otros elementos importantes a considerar en el acceso de un diente con calcificación cameral es el uso de magnificación con iluminación adecuada, al igual que el uso de puntas de ultrasonido con indicaciones de remover calcificaciones camerales.

### **Preparación Biomecánica**

Dentro del kit de limas se debe contar siempre de manera manual, limas de preserie calibre #06, #08 y #10 en longitudes de 21 mm para poder tener un mejor control en la exploración inicial del tercio cervical y luego utilizar limas de primera serie (#15-#20).

El sistema R-Motion no cuenta con limas del tipo de acceso al tercio cervical, se puede complementar con las limas PreRace (FKG, Suiza) o XA de ProTaper Next (Dentsply, EE. UU).

El uso del localizador apical electrónico es indispensable.

La irrigación debe ser hipoclorito de sodio al 5% idealmente, para poder desinfectar y eliminar toda limalla dentinaria. También se puede complementar con EDTA al 17% o cremas, geles que contengan EDTA y Peróxido de Urea, para permitir una permeabilización y remoción de calcificaciones de manera más suave y sin forzar los instrumentos manuales, como la utilizada en esta tesina, Diaprep Pro (DiaDent, República de Corea) o Glyde (Dentsply, EE. UU).

La exploración del conducto radicular se debe realizar de manera pausada, para entender dónde están las calcificaciones y así no trabar los instrumentos o

realizar un tapón de dentina. Se sugiere explorar por tercios, no llegar a longitud de trabajo en primera instancia, con instrumentos manuales de 21 o 25 mm dependiendo del caso, Confirmar longitud de trabajo con localizador de ápice electrónico y luego con radiografía.

Una vez que se haya determinado la longitud de trabajo se puede optar por iniciar un Glide Path de manera manual con limas #15 - #20 - #25, con abundante irrigación o utilizar después de la lima #15 la lima R-Motion Glide a longitud de trabajo.

Para realizar la conformación de los conductos radiculares, el fabricante recomienda para la mayoría de los casos las limas R-Motion 25/06 y 30/04, para conductos medianos se puede utilizar la 40/04 y para conductos grandes la 50/04. Se sugiere utilizar en conductos parcialmente calcificados mesiales y vestibulares las limas 25/06 o 30/04 y para conductos distales o palatinos la lima 40/04.

Las limas R-Motion pueden predoblarse para así tener un mejor acceso.

### **Obturación Radicular**

El sistema R-Motion no presenta un sistema específico de obturación (ISO/Taper estándar) y una vez conformado los conductos parcialmente calcificados se deben tener las mismas consideraciones que un conducto normal.

## CONCLUSIONES

- La aleación de NiTi Blue de las limas R-Motion, puede afrontar los casos de anatomía radicular compleja, como conductos parcialmente calcificados, de manera eficiente y segura. En conductos parcialmente calcificado nunca se debe utilizar de manera acelerada e imprudente los instrumentos endodónticos tanto manuales como rotatorios. El protocolo que se utilizó para poder afrontar estos casos fue corono apical, trabajando por tercios y avanzando sin forzar los instrumentos.
- Se debe tener una planificación adecuada, limas rotatorias nuevas y manejar de excelente manera los protocolos de irrigación, son factores que complementan al éxito del tratamiento. Además, es bueno contar con magnificación de apoyo y ultrasonido para poder detectar conductos radiculares con calcificaciones en su acceso en el tercio cervical y así no perforar o generar falsas vías.
- Al ser un sistema de limas reciente aún faltan estudios comparativos vs otros sistemas de limas, como WaveOne Gold (Dentsply, EE. UU) o Reciproc Blue (VDW, Alemania), tanto in vitro como in vivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- American Association of Endodontists. (2020). Glossary of Endodontic Terms. <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms/>.
- Berès, F., Isaac, J., Mouton, L., Rouzière, S., Berdal, A., Simon, S., & Dessombz, A. (2016). Comparative Physicochemical Analysis of Pulp Stone and Dentin. *Journal of endodontics*, 42(3), 432–438. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.11.007>.
- Chaini, K. (2016). General pulp calcification: Literature review and case report. *ENDO (Lond Engl)*, 10(2), 69–75. [http://www.quintpub.com/userhome/endo/endo-ept\\_10\\_2\\_chaini\\_p69.pdf](http://www.quintpub.com/userhome/endo/endo-ept_10_2_chaini_p69.pdf).
- FKG Dentaire. Dr Oscar Von Stetten [Facebook Live]. (2020). *Introduction of FKG Dentaire R-Motion* [Video]. Facebook. [https://www.facebook.com/unsupportedbrowser?ref=watch\\_permalink&v=704031753713137](https://www.facebook.com/unsupportedbrowser?ref=watch_permalink&v=704031753713137).
- Guerrero, J. (2016). MANEJO DE CONDUCTOS CALCIFICADOS. *reportaendo*, 1(3). <https://doi.org/10.36332/reportaendo.v1i3.22>.
- Gupta, S., & Gandhi, C. (2021). Niti: A Savior in Endodontics. *International Journal of Scientific Study*, 8(11). <http://www.galaxyjeevandhara.com/index.php/ijss/article/view/1264>.
- Handa, A., Virk, R., Khanna, R., Kaur, H., & Handa, R. (2018). Correlation between pulp stones and gall bladder stones: A radiographic retrospective case–control study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 9(5), 107. [https://doi.org/10.4103/ccd.ccd\\_110\\_18](https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_110_18).
- Kwak, S. W., Shen, Y., Liu, H., Wang, Z., Kim, H. C., & Haapasalo, M. (2021). Heat Treatment and Surface Treatment of Nickel–Titanium Endodontic Instruments. *Frontiers in Dental Medicine*, 2. <https://doi.org/10.3389/fdmed.2021.769977>.

- Milcent, C., da Silva, T. G., Baika, L. M., Grassi, M. T., Carneiro, E., Franco, A., & de Lima, A. (2019). Morphologic, Structural, and Chemical Properties of Pulp Stones in Extracted Human Teeth. *Journal of endodontics*, 45(12), 1504–1512. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.09.009>.
- Montiel, N. (2018). *Tratamiento Endodóntico en Piezas Dentarias con Cálculos Pulpares*. Revista Canal Abierto. <https://www.canalabierto.cl/numero-38/tratamiento-endodontico-en-piezas-dentarias-con-calculos-pulpares>.
- Movahhedian, N., Haghnegahdar, A., & Owji, F. (2018). How the Prevalence of Pulp Stone in a Population Predicts the Risk for Kidney Stone. *Iranian endodontic journal*, 13(2), 246–250. <https://doi.org/10.22037/iej.v13i2.18181>.
- Nachiappan, S., Chandran, A., Muddebihal, F., & Nayyar, A. S. (2021). Pulp Stones: Diagnostic Significance in Early Diagnosis and Radiographic Correlation with Ischemic Heart Diseases. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, 31(02), 277–283. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731829>.
- Ounsi HF, Nassif W, Grandini S, Salameh Z, Neelakantan P, Anil S. (2017). Evolution of Nickel–titanium Alloys in Endodontics. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(11), 1090–1096. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2181>.
- Riley, D. S., Barber, M. S., Kienle, G. S., Aronson, J. K., von Schoen-Angerer, T., Tugwell, P., Kiene, H., Helfand, M., Altman, D. G., Sox, H., Werthmann, P. G., Moher, D., Rison, R. A., Shamseer, L., Koch, C. A., Sun, G. H., Hanaway, P., Sudak, N. L., Kaszkin-Bettag, M., . . . Gagnier, J. J. (2017). CARE guidelines for case reports: explanation and elaboration document. *Journal of Clinical Epidemiology*, 89, 218–235. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.04.026>.
- Schäfer, E., Bürklein, S., & Donnermeyer, D. (2021). A critical analysis of research methods and experimental models to study the physical

properties of NiTi instruments and their fracture characteristics. *International Endodontic Journal*, 55(S1), 72–94. <https://doi.org/10.1111/iej.13673>.

- Srivastava, K. C., Shrivastava, D., Nagarajappa, A. K., Khan, Z. A., Alzoubi, I. A., Mousa, M. A., Hamza, M., David, A. P., Al-Johani, K., Sghaireen, M. G., & Alam, M. K. (2020). Assessing the Prevalence and Association of Pulp Stones with Cardiovascular Diseases and Diabetes Mellitus in the Saudi Arabian Population—A CBCT Based Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 9293. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249293>
- Petrauskiene, I., & Haug, S. R. (2021). A Comparison of Endodontic Treatment Factors, Operator Difficulties, and Perceived Oral Health-related Quality of Life between Elderly and Young Patients. *Journal of Endodontics*, 47(12), 1844–1853. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.08.017>.
- *Workshop Online - Novos instrumentos RACE EVO e R-Motion by FKG.* (2021). [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=DAQImOG6BOA>.
- Zhou, H. M., Shen, Y., Zheng, W., Li, L., Zheng, Y. F., & Haapasalo, M. (2012). Mechanical properties of controlled memory and superelastic nickel-titanium wires used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *Journal of endodontics*, 38(11), 1535–1540. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.07.006>.
- Zupanc, J., Vahdat-Pajouh, N., & Schäfer, E. (2018). New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *International Endodontic Journal*, 51(10), 1088–1103. <https://doi.org/10.1111/iej.12924>.