



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

FO
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

ROTACIÓN CONTINUA VERSUS RECIPROCANTE
EN ENDODONCIA CONTEMPORÁNEA

ALUMNA: Od. María Paula Boldrini

DIRECTORA: Prof. Esp. Alicia Beatriz Rodríguez

Mendoza, Junio de 2020

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer enormemente y en igual medida a todos los docentes, que hicieron posible alcanzar esta meta brindando generosamente todos sus conocimientos, apoyo y comprensión. A mi tutora de tesis, Dra. Alicia Rodríguez, que me ayudó y guió durante la realización de mi trabajo final.

A Dios, mi familia y seres queridos por su amor y apoyo incondicional.

A mis compañeros y sobre todo a mi compañera de sillón por su ayuda en todos los tratamientos realizados a lo largo de todo el cursado.

A la Facultad de Odontología de la UN Cuyo por brindarnos la posibilidad de especializarnos.

INDICE

Resumen.....	pág.4
Introducción.....	pág.5
Caso clínico 1.....	pág.18
Caso clínico 2.....	pág.26
Discusión.....	pág.34
Conclusión.....	pág.45
Bibliografía.....	pág.46

RESUMEN

El sellado hermético de los conductos permitirá la eliminación de tejido pulpar y microorganismos dentro del sistema de conductos, mediante una preparación químico-mecánica y su posterior obturación. Este procedimiento permitirá evitar reinfecciones en la pieza y proceder a una reconstrucción final con resultados satisfactorios en el tiempo. Se compararon dos casos clínicos que presentaban anatomías diferentes. En ambos casos se evaluó la conformación, limpieza y sellado según la complejidad de cada elemento.

El primer caso clínico, elemento 36 con caries macropenetrante, cuatro conductos radiculares, uno de los cuales se encontraba muy estrecho, por lo que se procedió a utilizar limas Mtwo® (VDW®), ejerciendo movimientos de rotación continua. En el segundo caso se realizó la endodoncia en el elemento 47 con tres conductos radiculares de mayor curvatura que el caso anterior, instrumentado con limas Reciproc Blue® N° 25 (VDW®), ejerciendo movimientos de rotación recíproca. En ambos se evaluó la conformación, limpieza y sellado según la anatomía y complejidad de cada elemento en particular.

El objetivo del presente trabajo fue realizar una comparación entre las distintas limas rotatorias presentes en el mercado actual, cotejando el efecto cinemático de los instrumentos de NiTi, tanto con movimiento recíproco como de rotación continua, identificando su mejor aprovechamiento según los diferentes casos clínicos que se presenten, analizando sus ventajas y desventajas, tipos de movimientos y sección para finalmente lograr óptimos resultados en la práctica endodóntica.

Como conclusión, no se encontraron diferencias significativas entre el uso de los dos sistemas. Existen instrumentos con diferentes aleaciones para resolver los distintos casos, teniendo en cuenta su complejidad, destreza del operador y productos presentes en el mercado, sin limitarnos a un solo sistema. Sea cual sea el caso es recomendado el correcto uso de coadyuvantes, como son los sistemas de irrigantes, aislamiento absoluto y elección de conos y cementos selladores adecuados según la pieza lo amerite.

INTRODUCCIÓN

Mantener la anatomía original de los conductos dentarios durante la instrumentación endodóntica ha sido siempre un desafío en canales angostos y curvos. La incidencia de desviación del conducto original con utilización de limas de acero inoxidable aumenta con el tamaño de las mismas. Durante más de una década en la práctica de endodoncia se han utilizado instrumentos rotativos de níquel-titanio (NiTi). La superelasticidad de una lima rotatoria de NiTi permite preparaciones endodónticas con menor transporte bacteriano y una forma más redondeada y canal cónico. A pesar de estas ventajas, los instrumentos tienen un alto riesgo de separación durante el procedimiento de conformación de canales. (Espósito *et al.*, 1995).

Limpiar y conformar los conductos radiculares es un objetivo primordial de la terapia endodóntica. Esto ha sido tradicionalmente realizado con limas manuales. Hoy en día se han experimentado cambios fundamentales en las últimas décadas, como es la aparición de nuevos instrumentos que permiten una mejor limpieza y conformación del conducto radicular. Al mismo tiempo, éstos permiten que las técnicas de preparación biomecánica sean más sencillas, rápidas y cómodas tanto para el operador como para el paciente (Ferraz *et al.*, 2001)

Moradas Estrada en su publicación de 2017, concluyó que el tratamiento de los conductos radiculares ha llegado en los últimos veinticinco años a un importante desarrollo y mejora de su técnica y procedimiento, permitiendo conseguir mejores resultados con mayor control del trabajo y en menor tiempo. De la mano ha venido un drástico cambio con la aparición de nuevas técnicas, equipos, materiales e instrumental, entre los que destaca el sistema de endodoncia rotatorio. La historia de la endodoncia ha estado siempre marcada por la búsqueda de procedimientos más rápidos, seguros y eficientes que guardaran dos objetivos comunes y que siguen hoy en día siendo el pilar fundamental de cualquier tratamiento odontológico: conformación del conducto y desinfección del mismo. Conductos radiculares estrechos y curvos representan un desafío, aun cuando el profesional acumula una dilatada experiencia, ante la imposibilidad de conseguir los objetivos antes citados con la seguridad de no fracturar el instrumento o generar una iatrogenia en el diente.

Edward Maynard (1838) creó el primer instrumento endodóntico partiendo del muelle de un reloj con el objetivo de limpiar y ensanchar el conducto radicular. Posteriormente, a partir de 1901 las primeras limas endodónticas fueron fabricadas en acero al carbono, cuando la casa Kerr introdujo al mercado las limas K. Muchos de los errores cometidos durante la instrumentación de los conductos radiculares, en especial en conductos curvos, están relacionados con la rigidez de este tipo de aleación de acero. Los fabricantes han intentado solucionar dichos inconvenientes a través de la creación de variaciones en el diseño de las limas, que generalmente requieren modificaciones del área de la sección transversal, del ángulo y la profundidad de las espiras cortantes, y del diseño de la punta.

Hasta hace poco tiempo el empleo de los metales y aleaciones en la fabricación de instrumentos de uso endodóntico merecieron muy poca atención. La innovación del NiTi en la década de los 60 proporcionó a la odontología un novedoso material con una gran utilidad para su uso en el área de la endodoncia.

Civjan (1975), trabajando bajo la dirección del Instituto de Investigación Dental del Ejército de los Estados Unidos de América, sugirió que la aleación de NiTi poseía propiedades que se identificaban con las requeridas para los instrumentos usados en endodoncia. Los resultados arrojados por las pruebas mecánicas realizadas demostraron que las limas de NiTi poseían dos o tres veces mayor flexibilidad elástica que las de acero inoxidable, a la par de una mayor resistencia a la fractura por torsión. Estos datos sugirieron que las limas fabricadas en NiTi resultarían sumamente útiles en la preparación de conductos radiculares con curvatura.

Estos instrumentos tienen la ventaja que son altamente flexibles, no alteran la curva apical, no se fracturan fácilmente y no crean escalones.

Ponce de León *et al.*, (2003) en una primera modificación realizaron cambios favorables de los instrumentos, los cuales son: aristas no cortantes en el extremo, disminución en el ángulo de transición, en el cual las limas permanecen centradas en el canal y realizan un corte de dentina homogéneo dentro del conducto radicular e inactivación de la punta.

En una Segunda modificación, Beer *et al.*, (2000) redujeron la parte activa y mejoraron el vástago para que resultara más fino y no cortante, para lograr así mayor flexibilidad. Stock *et al.*, (1996) hicieron referencia a una modificación en la sección transversal de los instrumentos en cuestión.

Por último, Zelada *et al.*, (2002) hicieron referencia a una cuarta modificación, la cual hace referencia a una mayor flexibilidad consiguiendo un tratamiento más eficaz en menos tiempo de trabajo.

Shen (2013) hace referencia a diferentes tratamientos de la superficie de las limas en los que buscan una mejora en las propiedades de los instrumentos. En este estudio detallaremos cuáles son los sistemas que existen en el mercado y sus propiedades: las limas utilizadas en instrumentación rotatoria en endodoncia han sido siempre fabricadas con Níquel-Titanio. Este material, según en la fase cristalina que se encuentre, es más o menos resistente. En la fase austenítica, a una temperatura alta, tenemos predominio de una estructura de red cúbica centrada en el cuerpo, siendo el material más estable, duro y resistente. Al enfriarse, se produce un cambio en la estructura cristalina, pasando a predominar la fase martensítica, siendo la aleación más fácilmente deformable, más blanda y más frágil.

De Deus (2017) describe un comienzo de aparición en el mercado de la instrumentación rotatoria, distintos tratamientos de la superficie de la lima, buscando mejorar las propiedades del material, reduciendo así los riesgos de fractura del instrumento y deformación del conducto. Mediante estos tratamientos térmicos, puede conseguirse que la aleación de NiTi tenga unas proporciones concretas de austenita/R-phase/martensita, con comportamientos y propiedades mecánicas diferentes.

Las limas fabricadas con estas aleaciones se comportan de manera diferente según estén a temperatura ambiente, sometidas a estrés (rotando en el conducto y a temperatura oral), pues varían las proporciones de cada fase del NiTi, con importantes variaciones en sus propiedades mecánicas.

Fue con la introducción de estos instrumentos rotatorios de níquel-titanio y sus diferentes diseños que la instrumentación de los conductos radiculares, en especial aquellos estrechos y curvos se vuelve de cierta forma un procedimiento menos agotador y estresante para el operador. El avance tecnológico y la asociación de la metalúrgica con la endodoncia permitieron que los instrumentos rotatorios se fabricaran con aleación de níquel-titanio, que les confiere superelasticidad, flexibilidad, resistencia a la deformación plástica y a la fractura. Las aleaciones de níquel-titanio, cuando son sometidas a la deformación de hasta 10% pueden retornar a su forma original mientras que las limas de acero inoxidable solamente retornan a su estado inicial cuando la deformación no es superior a 1%. La

deformación plástica de una aleación se caracteriza por su capacidad de sufrir deformaciones permanentes, sin alcanzar la ruptura. Esta propiedad permite evaluar la capacidad de trabajo mecánico que el material podría soportar, conservando su integridad física. Dichas aleaciones poseen en su composición dos fases cristalinas, cuando se está en reposo se encuentra en fase austenita y cuando está en movimiento rotatorio presenta una deformación, conocida como martensita, propia de las aleaciones superelásticas (Booth *et al.*, 2009). La mayor preocupación con los instrumentos rotatorios es la fractura inesperada de los mismos, la cual puede ocurrir de manera torsional; esto ocurre cuando la punta del instrumento o cualquier parte del mismo se prende en el conducto radicular, mientras su eje continua en rotación (Hülsmann *et al.*, 2005); o por flexión, en la que el instrumento gira libremente en un conducto acentuadamente curvo, pero en la misma longitud de trabajo, de esta manera, en la curva el instrumento se dobla y ocurre la fractura. Así en curvas muy pronunciadas estos instrumentos deben evitarse para reducir el accidente (Parashos; Messer, 2006).

Otro conjunto de factores que pueden favorecer la fractura de los instrumentos son: medidas de desinfección, esterilización y revoluciones del micromotor, como más importantes. En cuanto a la velocidad no se aconseja superar las 350 rpm, ya que ello puede favorecer una degeneración intrínseca del instrumento, aunque en muchas ocasiones es un factor dependiente, en el que entra en juego la destreza del operador y su experiencia con el sistema. Otro factor a tener en cuenta es la potencia de corte: clásicamente se decía que el instrumento manual presenta mayor capacidad de corte frente a una mayor velocidad del rotatorio, siendo nuevamente la experiencia un factor difícil de medir en ningún estudio que pueda comparar ambos aspectos. (Moradas Estrada, 2016).

Actualmente, el diseño de instrumentos y materiales está adaptándose finalmente a los objetivos de limpieza, conformación y desinfección de los conductos para su posterior obturación, siempre teniendo en cuenta comodidad, rapidez y seguridad para profesional y paciente. (Ferraz *et al.*, 2001). Dichas aleaciones, han permitido realizar nuevos diseños de hojas, instrumentos afilados más grandes, sistemas de tamaños alternativos y la introducción de diferentes tipos de movimientos rotatorios para la terminación de los canales radiculares asegurando así una correcta desinfección, hermetismo y sellado apical, que facilite una posterior reconstrucción con pronóstico favorable, con resultados positivos

a largo plazo. Así, la evidencia actual muestra como la instrumentación manual sigue siendo la más utilizada, aunque los inconvenientes en cuanto a ausencia de flexibilidad, poca conicidad y lentitud en el trabajo se hacen presentes y plantean una situación a tener en cuenta a la hora de considerar factores inherentes a la atención odontológica. (Leonardo y Leal, 1994)

Debido a que todavía hay muchas controversias con respecto a la seguridad y la efectividad de la técnica de una sola lima en el movimiento recíproco, el propósito de este estudio fue comparar el efecto cinemático de los instrumentos NiTi con el movimiento recíproco y el movimiento de rotación continua. Se revisaron cuatro aspectos: resistencia a la fatiga cíclica, capacidad de conformación para el transporte del canal, extrusión de escombros apicales y defectos o grietas dentales. (Beurklein *et al.*, 2013).

La mayoría de los estudios mostraron que el movimiento alternativo tenía una mayor resistencia a la fatiga cíclica. Solo un estudio estableció que no hubo diferencias estadísticamente significativas en los ciclos de fractura entre el movimiento recíproco y la rotación continua (Kim *et al.*, 2012).

Entre los estudios revisados sobre la capacidad de conformación, Berutti *et al.*, (2012), Dhingra *et al.*, (2014), Franco *et al.*, (2011), Giuliani *et al.*, (2014) y Hwang *et al.*, (2014) concluyeron que existe menor capacidad de transporte del canal al usar movimiento alternativo que la rotación continua. Siete estudios no mostraron diferencias significativas entre los dos movimientos, los cuales fueron realizados por Capar *et al.*, (2014), Beurklein *et al.*, (2012), Junaid *et al.*, (2014), Paque *et al.*, (2011), Stern *et al.*, (2012), You *et al.*, (2011) y Kim *et al.*, (2013). Tres estudios de Zhao *et al.*, (2014), Marceliano-Alves *et al.*, (2015) y de Marzouk y Ghoneim (2013) mostraron un mayor transporte del canal utilizando limas reciprocantes en comparación con las de rotación continua. Los cinco estudios realizados por Berutti *et al.*, (2012), Giuliani *et al.*, (2014) Saleh *et al.*, (2015), Dhingra *et al.*, (2014) y Franco *et al.*, (2011) *in vitro* obtuvieron menor porcentaje de transporte de detritus del canal utilizando movimiento recíproco. Sin embargo, en estudios *ex vivo*, siete estudios no mostraron diferencias significativas Capar *et al.*, (2014), Beurklein *et al.*, (2012), Junaid *et al.*, (2014), Paque *et al.*, (2011), Stern *et al.*, (2012), You *et al.*, (2011) y Kim *et al.*, (2013). Menor transporte del canal por reciprocidad se mostró en los cuatro estudios realizados por Hwang *et al.*, (2014), Saber *et al.*, (2015), Tambe *et al.*, (2014), Wu

y Zhu (2014). Finalmente, en los tres estudios realizados por Kim *et al.*, (2013), Marceliano-Alves *et al.*, (2015), Marzouk y Ghoneim (2013), evidenciaron menor cantidad de transporte del canal por rotación continua.

Con el objetivo de recolectar datos acerca de la extrusión de desechos apicales fueron seleccionados trece estudios de laboratorio y un artículo de revisión sobre los desechos apicales. Cuatro artículos, incluido un artículo de revisión, mostraban canales preparados con movimiento alternativo que extruían más desechos apicales que los canales preparados con movimiento de rotación continua realizados por Caviedes-Bucheli *et al.*, (2016), Beurklein *et al.*, (2014), Beurklein *et al.*,(2012), Nayak *et al.*, (2014), Kirchhoff *et al.*,(2015) y Karatas *et al.*,(2016). Cuatro artículos realizados por Beurklein *et al.*,(2014), Beurklein *et al.*, (2012), Nayak *et al.*, (2014) y Karatas *et al.*, (2016) establecieron que el movimiento de rotación continua extruyó más restos de dentina; y seis de los artículos que fueron realizados por Kirchhoff *et al.*, (2015), Kocak *et al.*, (2013), Kucukyilmaz *et al.*, (2013), Ozsu *et al.*,(2014), Silva *et al.*, (2015) y Surakanti *et al.*, (2014), no mostraron diferencias significativas.

Con respecto de las características de los estudios sobre defectos o grietas dentales, fueron revisados trece estudios. Solo dos de ellos afirmaron que el movimiento recíproco produjo más defectos dentales que el movimiento rotatorio continuo realizados por Beurklein *et al.*, (2012) y Karatas *et al.*, (2016). Seis estudios mostraron que el uso del movimiento alternativo resultó en menos defectos dentales, los cuales fueron descritos por Ashwinkumar *et al.*, (2014), Jamleh *et al.*, (2015), Kansal *et al.*,(2014), Karatas *et al.*, (2015), Priya *et al.*,(2014) y Liu *et al.*, (2015), y otros cinco estudios realizados por Abou *et al.*,(2014), Cicek *et al.*, (2015), De Deus *et al.*, (2014), Pop *et al.*, (2015) y Ustun *et al.*, (2015) concluyeron que no había una diferencia significativa entre movimiento recíprocante y movimiento rotatorio continuo.

En cuanto a resistencia a la fatiga cíclica, la mayoría de los artículos abordaron que el movimiento recíprocante proporcionaba una mayor resistencia que la rotación continua. Ésta, en los instrumentos rotatorios estuvo influenciada por varios factores, como velocidad de rotación, ángulo de curvatura del conducto radicular, torque, diseño del instrumento, aleación y tipo de cinemática utilizada. Debido a que, en cada estudio, se utilizó canales

artificiales diseñados para minimizar la influencia de otras variables, solo el diseño del instrumento, aleación y tipo de cinemática fueron diferentes en los estudios revisados. Gambarini *et al.*, (2012), Lee *et al.*, (2013), Pedulla *et al.*, (2013), Pérez-Higueras *et al.*, (2013), Rubini *et al.*, (2013), Kiefner *et al.*, (2014) y Vadhana *et al.*, (2014) utilizaron el mismo sistema de limas con diferentes cinemáticas para evaluar únicamente el efecto de la cinemática. Al usar las mismas limas para ambas cinemáticas, la influencia de la misma podría compararse sin otras variables. Según los estudios mencionados anteriormente, el movimiento recíproco tuvo una mejor resistencia a la fatiga cíclica, a excepción del caso de Lee *et al.*, (2013), que también mostró que el movimiento recíproco tuvo mejor resistencia a la fatiga cíclica que la rotación continua, pero no hubo significancia estadística. A partir de estos estudios, se podría concluir que la cinemática influyó en la fatiga cíclica y que el movimiento recíproco tuvo mejor resistencia a la fatiga cíclica que su contraparte.

Kim *et al.*, (2012), Castello-Escriva *et al.*, (2012), Lopes *et al.*, (2012), Da Frota *et al.*, (2014) y Pedulla *et al.*, (2013) utilizaron cada uno de los instrumentos en movimiento de acuerdo con la recomendación del fabricante. Todos los estudios, excepto el de Pedulla *et al.*, (2013) obtuvieron una mejor resistencia a la fatiga cíclica utilizando movimiento recíprocante en comparación con los sistemas de limas de rotación continua. Pedulla *et al.*, (2013) no mostraron diferencias significativas al usar los sistemas continuos y recíprocantes, pero mostraron una resistencia a la fatiga cíclica significativamente menor con el Sistema de limas WaveOne®. La razón del resultado con WaveOne® en comparación con los demás se explica por la diferencia en el diseño instrumental (es decir, el área de sección transversal más grande) Pedulla *et al.*, (2013) y Liu *et al.*, (2015). A partir de estos resultados, se puede suponer que los sistemas Reciproc® y WaveOne® tienen una mejor resistencia a la fatiga cíclica que otros sistemas de limas rotatorias.

En cuanto a capacidad de conformación para el transporte por canales, entre los artículos revisados, cada estudio *in vitro* que utilizaba canales de resina simulados mostró más transporte en canales con rotación continua que con movimiento recíprocante. Sin embargo, en estudios *ex vivo* con dientes naturales extraídos, los resultados no fueron consistentes. La razón de la diferencia entre los estudios *in vitro* y los estudios *ex vivo* puede radicar en el hecho de que los bloques de resina no pueden representar la variabilidad anatómica del sistema de conductos radiculares. Los canales de los dientes humanos extraídos tienen más

irregularidades en comparación con las de los bloques de resina. Debido a que los instrumentos rotativos continuos usan limas en una secuencia gradual mientras que los aquellos de movimiento recíproco usan solo una lima para preparar un canal, los instrumentos continuos pueden mostrar una mejor capacidad de centrado que los de movimiento recíproco en estudios *ex vivo* (Giuliani *et al.*, 2014).

Solo tres estudios de Marzouk y Ghoneim (2013), Zhao *et al.*, (2014) y Marceliano-Alves *et al.*, (2015), indicaron que el movimiento recíproco resultó en un mayor transporte del canal. En el estudio de Zhao *et al.*, (2014), ProTaper® Universal (Dentsply® Maillefer) y WaveOne® realizaron cambios similares en la curvatura del canal, mientras que ProTaperNext® (Dentsply® Maillefer) hubo un cambio significativamente menor. Esta diferencia puede explicarse porque la conicidad de ProTaperNext® es menor que ProTaper® Universal y WaveOne®. Marceliano-Alves *et al.*, (2015), también mostraron menor transición de anatomía del canal con rotación continua en comparación con el movimiento recíproco. Sin embargo, la diferencia estaba presente sólo en fotografías bidimensionales, mientras que no se observó en imágenes tomográficas microcomputadoras tridimensionales.

Por último, con respecto a extrusión de detritus apicales generados por la preparación del canal que contienen dentina, tejido pulpar necrótico y bacterias, los desechos son la principal causa de inflamación del ligamento periodontal (Siqueira *et al.*, 2003). Según los artículos revisados, es controvertido si el movimiento recíproco produce más extrusión de residuos apicales que la rotación continua. Cuatro estudios abordaron que el movimiento recíproco produjo más desechos apicales que el movimiento continuo descritos por Caviedes-Bucheli *et al.*, (2016), Aslan *et al.*, (2016), De Deus *et al.*, (2015) y Abou *et al.*, (2014). Por otro lado, otros cuatro estudios abordaron resultados opuestos Beurklein *et al.*,

(2014), Beurklein *et al.*, (2012), Karatas *et al.*, (2016) y Nayak *et al.*, (2014); y otros seis estudios no mostraron diferencias significativas entre los ambos movimientos Kirchhoff *et al.*, (2015), Kucukyilmaz *et al.*, (2015), Ozsu *et al.*, (2014) y Surakanti *et al.*, (2014). Aunque la rotación en sentido horario (dirección no cortante) durante el movimiento recíproco tenía un riesgo potencial de extrusión de escombros, en los artículos que mostraron menos extrusión de escombros con movimiento alternativo, la reducción en el

número de limas podría haber llevado a una disminución de la extrusión apical de detritus (You *et al.*, 2010 y De Deus *et al.*, 2010). Los artículos con resultados opuestos afirmaban que la rotación continua mejoraba el transporte coronal de los restos de dentina Beurklein *et al.*, (2012).

Arslan *et al.*, (2016) y Karatas *et al.*, (2016) usaron un mismo tipo de instrumento en ambas cinemáticas, por lo que podrían excluir con seguridad la influencia del diseño del instrumento. Sin embargo, estos estudios indicaron diferentes resultados. Arslan *et al.*, (2016), quienes usaron limas reciprocantes, concluyeron que la rotación continua extruía más escombros que el movimiento recíproco. Por el contrario, Karatas *et al.*, (2016) informaron que el movimiento recíproco extruía más detritus.

Dos estudios de laboratorio y un artículo de revisión utilizaron diferentes sistemas de instrumentos con diseños similares. Caviedes-Bucheli *et al.*, (2016) revisaron la extrusión apical de escombros en dos sistemas reciprocantes (WaveOne® y Reciproc®) y dos sistemas de limas rotatorias (ProTaper® Universal y Mtwo®). Aunque eran sistemas diferentes, la influencia de los diseños de los instrumentos podría minimizarse porque WaveOne® y ProTaper® Universal tienen diseños de sección transversal similares, y Reciproc® y Mtwo® tienen casi la misma sección transversal. En el artículo de revisión que consultamos, se revisaron once artículos, incluidos los artículos de Beurklein *et al.*, (2014), Beurklein *et al.*, (2012), Kocak *et al.*, (2013), Surakanti *et al.*, (2014) y De-Deus *et al.*, (2015). Caviedes Bucheli *et al.*, (2016), concluyeron que los sistemas alternativos extruían mayores cantidades de escombros en comparación con los sistemas rotativos continuos. Ozsu *et al.*, (2014), y Silva *et al.*, (2015) también compararon WaveOne® y ProTaper® Universal, pero obtuvieron resultados que estaban en conflicto con los resultados de Caviedes Bucheli *et al.*, (2016) los cuales mostraron que los instrumentos de rotación continua creaban más desechos apicales. Debido a que el número de estudios revisados fue limitado y muchos de ellos mostraron resultados controvertidos, se necesitan más estudios. En particular, los estudios in vivo serían valiosos porque la ausencia de tejidos periapicales en los estudios in vitro puede tener implicaciones clínicas limitadas. Los tejidos periapicales pueden servir como una barrera natural que proporciona una contrapresión física, lo que limita la extrusión apical de escombros e irrigantes (Bonaccorso *et al.*, 2009). Defectos o grietas dentales con uso de

instrumentación rotatoria tendieron a crear menos defectos que con los instrumentos de rotación continua. Durante la preparación del canal, el contacto entre los instrumentos y la pared del conducto crea concentraciones de estrés momentáneo en la dentina. Dichas concentraciones de estrés pueden dejar defectos de la dentina, lo que puede resultar en una fractura de raíz vertical (Lertchirakarn *et al.*, 2009). Se informó que el movimiento alternativo reduce la tensión de torsión al invertir periódicamente la dirección de rotación del instrumento. Esto puede ayudar a reducir la magnitud de las fuerzas generadas en la dentina radicular y prevenir grietas y fracturas radiculares (Jamleh *et al.*, 2015). Sin embargo, debido a que hay algunos estudios que informan resultados opuesto como los de Beurklein *et al.*, (2012) y Karatas *et al.*, (2015); pero los de Cicek *et al.*, (2015), De Deus *et al.*, (2014), Pop *et al.*, (2015), Priya *et al.*, (2014); Ustun *et al.*, (2015) no informaron diferencias significativas entre los movimientos. Aún es controvertido qué movimiento es mejor con respecto a los defectos o grietas dentales. Esta controversia podría deberse a las diferencias entre los diseños instrumentales. Se informó que el riesgo de defectos dentales se relacionaba con la sección transversal, el tamaño, forma cónica, método de fabricación y materiales o aleaciones utilizados en los instrumentos junto con la técnica de preparación (Kim *et al.*, 2015 y Gao *et al.*, (2015). Algunos estudios discutieron que la naturaleza del material de fabricación de los instrumentos tiene más influencia que el movimiento del instrumento en el defecto dentinal o la formación de grietas (Gao *et al.*, 2015 y Kim *et al.*, 2010). Además, no se pudieron establecer conclusiones definitivas con respecto a la implicación clínica de estos defectos destinatorios. No está claro si todas las microfisuras conducen a fracturas verticales de la raíz (Beurklein *et al.*, (2014). Clínicamente, la tasa de fracaso informada del tratamiento endodóntico debido a la fractura de raíz vertical es baja (Friedman *et al.*, 2003).

Además, las fracturas de raíz verticales pueden ser el resultado de una combinación de los siguientes factores: lesión traumática física, carga oclusal, hábito parafuncional, fracturas de raíz patológicas inducidas por resorción (Hargreaves *et al.*, 2012), procedimientos de obturación del conducto radicular o preparación posterior al espacio (Wilcox *et al.*, 1997). Teniendo en cuenta estos factores, más estudios clínicos son necesarios para evaluar el impacto de la cinemática de la instrumentación en los resultados del tratamiento.

Teniendo en cuenta las cuatro categorías revisadas (resistencia a la fatiga cíclica, capacidad de conformación, extrusión de desechos apicales y defectos o grietas dentales) para la comparación de sistemas reciprocantes y sistemas rotatorios, el primero tiene una ventaja en cuanto a resistencia a la fractura, pero en cuanto a las otras tres propiedades aún son polémicos. Otras revisiones de la literatura también tienen conclusiones contradictorias sobre las diversas propiedades de los dos sistemas cinemáticos (Plotino *et al.*, 2015; Capar, Arslan 2016). Se cree que las controversias entre los estudios están relacionadas con las diferentes características instrumentales (diseños, aleaciones, etc.). Para investigar el efecto de la cinemática exclusivamente, los instrumentos estandarizados deben diseñarse para ambas cinemáticas (Capar, Arslan, 2016). Además, debido a que solo hay estudios limitados que comparan la cinemática de rotación recíproca y continua y debido a que solo se revisaron los estudios de laboratorio en este artículo, se necesitan estudios in vivo.

El resultado exitoso de la terapia endodóntica se basa en combinar la instrumentación apropiada, con una adecuada irrigación y obturación de los conductos radiculares; determinando así la salud de los tejidos periapicales (Kandaswamy, Venkateshbabu, 2007) ya que se remueve el remanente de tejido pulpar vital y necrótico, microorganismos y toxinas microbianas desde el sistema de conductos cumpliendo funciones mecánicas, químicas y microbiológicas (Haapasalo *et al.*, 2014)

Los irrigantes actúan como un enjuague para remover restos orgánicos e inorgánicos deben quedar dentro del canal luego de finalizada la instrumentación mecánica. (Joy *et al.*, 2015) realizando de esta manera la remoción del *smear layer*, logrando un completo desbridamiento y desinfección del sistema de canales. Esta capa consiste en sustancias orgánicas e inorgánicas, incluyendo fragmentos de procesos odontoblasticos, microorganismos con sus productos y material necrótico. (Haapasalo *et al.*, 2014) que, al no removerlo se evita la penetración de medicación intraconducto dentro de los túbulos dentinarios, e influye también en la adaptación del material de obturación a las paredes de los canales (Syed *et al.*, 2014).

Además, poseen otras funciones importantes, de acuerdo con el irrigante utilizado, como son: reducir la fricción entre los instrumentos y la dentina, mejorar la efectividad del corte de las limas, disolver tejidos, enfriar las limas y diente y, por último, tienen un efecto de lavado, antimicrobiano y antibiofilm. Entre los más utilizados se encuentran el NaOCl, EDTA, Gluconato de clorhexidina, entre otros (Haapasalo *et al.*, 2014).

Sobre la base de su excelente capacidad de conformación, los instrumentos rotatorios de NiTi se utilizan ampliamente para la instrumentación del conducto radicular (Scheafer, Beurklein, 2012). Este uso generalizado de estos instrumentos ha provocado que los fabricantes ofrezcan conos de gutapercha correspondientes que coincidan con el cono y el diámetro de los instrumentos. Se afirma que estos conos coincidirán con el cono y el diámetro de los canales preparados con los instrumentos rotativos de NiTi. La obturación con estos, utilizados como técnica de cono único proporciona una obturación 3D en menos tiempo que las técnicas de obturación tradicionales (Romania *et al.*, 2009) y asegura un alto volumen de gutapercha en el canal (Scheafer *et al.*, 2012). Especialmente el último aspecto es de relevancia clínica porque la gutapercha es dimensionalmente estable y, por lo tanto, se debe apuntar a una cantidad máxima de gutapercha empaquetada en el canal, mientras que la cantidad de sellador debe mantenerse al mínimo (Kontakiotis *et al.*, 1997).

El sellado de los canales radiculares es también considerado fundamental para obtener resultados satisfactorios a largo plazo; para ello los cementos selladores deben tener adecuadas propiedades físicas y químicas para lograr un sellado tridimensional. A fines de la década pasada se descubrieron los materiales bioactivos, con aplicación tanto en medicina como en odontología, los cuales poseen propiedades osteoconductoras, ausencia de toxicidad, son químicamente estables y biocompatibles. (Beast *et al.*, 2008). El empleo de estos, no sólo contribuye al logro del sellado apical, sino que también sirve para rellenar las irregularidades del conducto y las discrepancias entre la pared del conducto radicular y el material de relleno sólido (Spangberg, 1998).

Grossman, en 1958, enumeró los requisitos y características que debe poseer un cemento sellador de conductos radiculares ideal; estos siguen vigentes hoy en día, los cuales son: proporcionar adhesión entre el material y la pared del conducto al fraguar, producir un sellado hermético, ser radiopaco para poder observarse radiográficamente, poseer partículas finas de polvo que se mezclen fácilmente con el líquido, no contraerse al fraguar, no pigmentar la estructura dentaria, bacteriostático, fraguar con lentitud para permitir un tiempo de trabajo adecuado para la colocación del material de obturación, ser insoluble en fluidos bucales y ser bien tolerado por los tejidos periapicales.

Los cementos selladores más utilizados actualmente en endodoncia son: Sellado a base de silicato de calcio, cemento portland, agregado de trióxido mineral (MTA) ®, Biodentine®, AH26® AH-Plus® Sealapex® CRCS® y Sealer 26®, entre otros; logrando así una óptima preparación final luego de realizadas correctas y efectivas maniobras de irrigación e instrumentación de los canales radiculares utilizando diferentes tipos de material e instrumentación (Araki *et al.*, 1994).

Es por todo esto que una preparación químico mecánica, combinada con una obturación tridimensional son condiciones decisivas mediante una correcta limpieza y desinfección, para luego conformar y obturar los conductos radiculares con materiales adecuados según cada caso; logrando así finalmente permitir un sellado tridimensional, pudiendo desempeñar así una reparación post terapia endodóntica adecuada a la técnica y material que se requiera, devolviendo de esta manera la integridad del arco dentoalveolar y su consecuente estética. (Kosev *et al.*, 2009).

El objetivo del presente trabajo es realizar una comparación entre las distintas limas rotatorias presentes en el mercado actual, comparando el efecto cinemático de los instrumentos de NiTi tanto con movimiento recíproco y de rotación continua, y con ello discernir cuál es su mejor aprovechamiento según los diferentes casos clínicos que se presenten, analizando sus ventajas y desventajas, tipos de movimientos y sección para finalmente lograr óptimos resultados en la práctica endodóntica.

CASO CLÍNICO N°1

Paciente de sexo femenino de 20 años de edad, sin antecedentes médicos de relevancia que fue derivada para tratamiento a la Carrera de Especialización en Endodoncia, Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Cuyo por presencia de caries macropenetrante en pieza 36, con radiolucidez a nivel periapical de las raíces mesial, compatible con periodontitis apical crónica y presencia de 4 conductos. Se toma radiografía periapical preoperatoria. (**Fig. 1**).



Fig.1. Radiografía preoperatoria.

Luego de realizarse un examen clínico, con pruebas de sensibilidad al frío con spray de enfriamiento (Kleep® ICE, Argentina), al calor con barras de gutapercha (Biomed®) (**Fig. 2 y 3**) y a la percusión utilizando el mango del espejo dando todas resultado negativo, junto con el examen radiográfico, se confirma un diagnóstico de periodontitis apical crónica; por lo que se planificó realizar endodoncia en el elemento en cuestión.



Fig. 2. Spray de enfriamiento (Klepp® ICE, Argentina)



Fig. 3. Barras de gutapercha caliente (Meta Biomed)

Se le comunicó e informó a la paciente el tratamiento indicado, quien luego firma el correspondiente consentimiento informado para proceder, de esta manera, a comenzar la endodoncia indicada.

Fue colocada anestesia local troncular, utilizando Carticaína 4% con L-adrenalina 1:100.000 en solución inyectable, Totalcaina Forte® (Laboratorios Bernabó Arg.). Se retiró la lesión cariosa con fresa redonda n° 4 (KWD®) con posterior eliminación del techo cameral y

localización de los conductos radiculares, para finalmente realizar aislamiento absoluto de la pieza utilizando goma dique (Sanctuary®) y clamps N° 202 (Ivory®).

Una vez realizadas las maniobras anteriormente nombradas y con la pieza correctamente aislada se realiza instrumentación de los conductos con limas K N° 10, 15 y 20 (Maillefer®) (Fig. 4) consecutivamente; irrigando con solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25 % y localizador apical (PropexPixi de DENTSPLY®) (Fig.5), determinando de esta manera la correcta longitud de trabajo de cada uno de los cuatro canales radiculares.



Fig. 4. Limas K, primera serie (Maillefer®).



Fig. 5. Localizador apical (Propex Pixi, DENTSPLY®).

Una vez determinada la medida exacta de cada canal mediante la correcta utilización de los aditamentos mencionados anteriormente se procedió a la utilización del motor para endodoncia mecanizada (VDW®) (**Fig. 6**), junto con limas Mtwo® (VDW®) N° 10, 15, 20 y 25 ejerciendo movimientos de rotación continua consecutivamente con el objetivo de mejorar así la conformación del sistema de conductos del elemento (**Fig. 7**).



Fig. 6. Motor endodóntico (VDW®).



Fig. 7. Limas Mtwo (VDW®)



odos los canales se
os mesio vestibular,
n el conducto mesio
ictos de la pieza en
mento (**Fig. 9**).

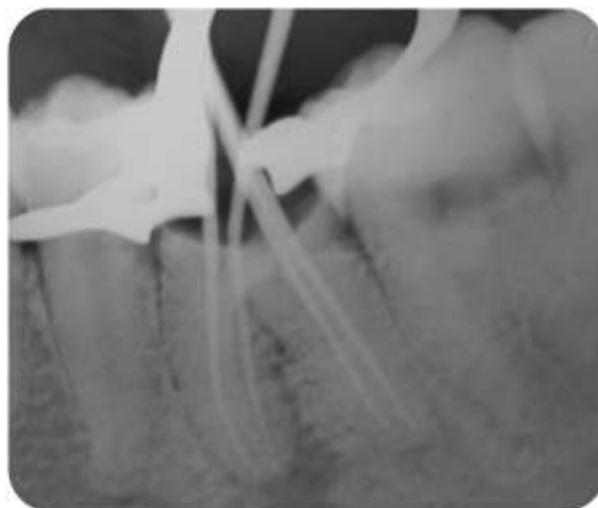


Fig. 9. Conometría.

Una vez corroborada la correcta adaptación de los conos, se procedió a realizar obturación del sistema de canales con cemento sellador Sealer 26® (Dentsply) junto con los conos antes mencionados (**Fig. 10**).



Fig. 10. Cemento sellador Sealer 26® (Dentsply)

Finalmente, con el objetivo de obtener un correcto sellado de la cavidad para impedir su filtración se colocó como restauración provisoria una base de ionómero vítreo Glass ionomer (Densell®) más I.R.M® (Dentsply®) (**Fig. 11 y 12**).



Fig. 11. Ionómero vítreo Glassionomer (Densell®)



Fig. 12. IRM® (Dentsply®).

Una vez finalizado el tratamiento endodóntico, junto con su correcta obturación provisoria, realizamos una radiografía posoperatoria, constatando y se deriva a la paciente a la carrera de especialización en odontología restauradora donde se realizará la reconstrucción definitiva del elemento tratado (**Fig. 13**).

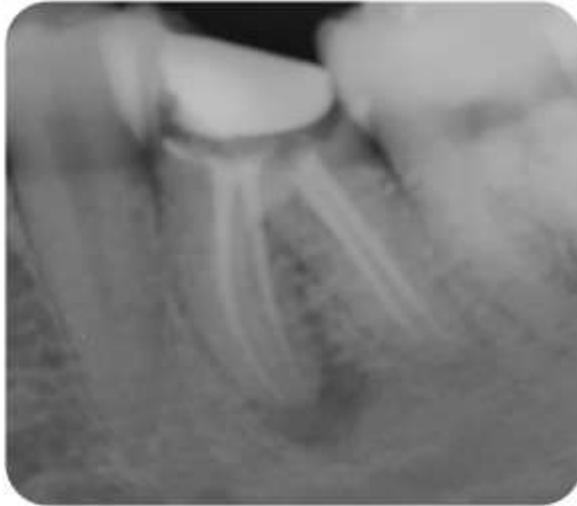


Fig.13. Radiografía final.

CASO CLÍNICO N° 2

Paciente de sexo femenino de 17 años de edad, sin antecedentes médicos de relevancia fue derivada para tratamiento a la Carrera de Especialización en Endodoncia, Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Cuyo por presencia de caries macropenetrante en pieza 47. Se toma radiografía periapical preoperatoria. **(Fig. 1).**



Fig.1. Radiografía preoperatoria.

Luego de ser realizado un examen clínico, con pruebas de sensibilidad al frío con spray de enfriamiento Kleep® ICE, (Argentina) **(Fig. 2)**, al calor con barras de gutapercha (Biomed®) **(Fig. 3)** y a la percusión utilizando el mango del espejo dando todas resultado negativo, junto con el examen radiográfico preoperatorio, se confirma el diagnóstico de necrosis; por lo que se planificó realizar endodoncia en el elemento en cuestión para luego poder realizarse la rehabilitación correspondiente.



Fig. 2. Spray de enfriamiento (Klepp[®] ICE, Argentina)



Fig. 3. Barras de gutapercha caliente (Meta Biomed, Corea)

Se le comunicó e informó a la paciente el tratamiento indicado, quien luego firma el correspondiente consentimiento informado para proceder, de esta manera, a comenzar la endodoncia indicada.

Fue colocada anestesia local troncular, utilizando Carticaína 4% con L-adrenalina 1:100.000 en solución inyectable, Totalcaina Forte® (Laboratorios Bernabó Arg). Se retiró la lesión cariosa con fresa redonda de carburo N° 6 (KWD®), eliminación del techo cameral y localización de los conductos radiculares, para finalmente realizar aislamiento absoluto de la pieza utilizando goma dique (Sanctuary®) y clamps N° 201 (Ivory®) junto con una banda ortodóntica lisa (Dochem®) debido a la gran destrucción coronaria presentada en el elemento. Procedemos a instrumentar los conductos con limas K N° 10, 15, 20 y 25 (**Fig. 4**), irrigando con solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25 % y localizador apical (Woodpex III de WOODPECKER®) determinando la longitud de trabajo de los tres canales radiculares (**Fig. 5**).



Fig. 4. Limas K, primera serie (Maillefer®)

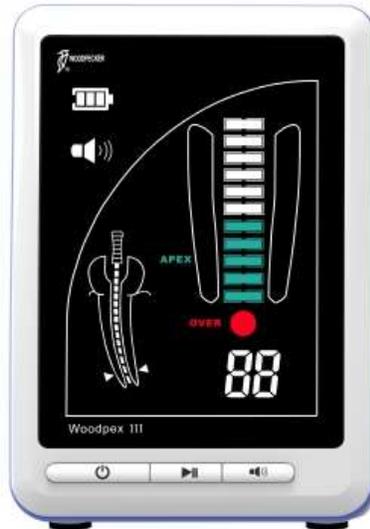


Fig. 5. Localizador apical Woodpex III (WOODPECKER®)

Una vez determinada la medida exacta de cada canal mediante la correcta utilización de los aditamentos mencionados anteriormente se procedió a la utilización de motor para endodoncia mecanizada X Smart Plus (Maillefer DENTSPLY®) (**Fig. 6**), junto con limas Reciproc Blue® n° 25 (VDW®) (**Fig. 7**), en cada conducto, ejerciendo movimientos de rotación recíproca, con el fin de mejorar así la conformación del sistema de conductos del elemento.



Fig. 6. Motor endodónico X Smart Plus (Maillefer DENTSPLY®)



Fig. 7. Reciproc® blue 25 (VDW Munich. Alemania).

Una vez finalizada la conformación, irrigación y desinfección de todos los canales se procedió a colocar conos 25 de taper 0.4 (Meta Biomed®) para realizar así la conometría en todos los conductos de la pieza en tratamiento, constatando así su correcta posición y adaptación en la pieza en tratamiento (**Fig. 8 y 9**).



Fig. 8. Conos de gutapercha 25/.04 Meta Biomed®.



Fig. 9. Conometría.

Una vez corroborada la correcta adaptación de los conos, se procedió a realizar obturación del sistema de canales con cemento sellador Sealapex® (SybronEndo) junto con los conos antes mencionados (**Fig. 10**).



Fig. 10. Cemento sellador Sealapex® (SybronEndo).

Finalmente, con el objetivo de obtener un correcto sellado de la cavidad para impedir su filtración se colocó como restauración provisoria una base de ionómero vítreo Glass ionomer (Densell®) más I.R.M® (Dentsply®) (**Fig. 11 y 12**).



Fig. 11. Ionómero vítreo Glassionomer (Densell®)



Fig. 12. IRM® (Dentsply).

Una vez finalizado el tratamiento endodóntico, junto con su correcta obturación provisoria, realizamos una radiografía posoperatoria, constatando el tratamiento (**Fig. 13**), procedemos a confeccionar una derivación a la carrera de especialización en prostodoncia, donde será realizada la reconstrucción definitiva del elemento tratado.



Fig. 13. Radiografía final.

DISCUSIÓN

Este trabajo pretende llevar a cabo una comparación entre las distintas limas rotatorias presentes en el mercado actual para poder identificar su mejor aprovechamiento en cada caso clínico; esta investigación se realizará a partir de un análisis de ventajas y desventajas, tipos de movimientos y sección, con la finalidad de lograr óptimos resultados en la práctica endodóntica. Se ha iniciado esta tarea teniendo en cuenta conceptos básicos que resultan fundamentales y los aportes bibliográficos que permitan profundizar en los conocimientos de las prácticas habituales. A lo largo del presente trabajo, se compararon dos casos clínicos diferentes. El primero, realizado en una pieza número 36 con caries macropenetrante, la cual presentaba cuatro conductos radiculares, uno de los cuales se encontraba muy estrecho, por lo que, luego de ser instrumentados manualmente con limas K N° 10, 15 y 20 (Maillefer®) irrigando con solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25 % y localizador apical, se instrumentaron con limas Mtwo® (VDW®) N° 10, 15, 20 y 25, ejerciendo movimientos de rotación continua, mejorando así la conformación del sistema de conductos de todos los conductos de la pieza en cuestión.

El segundo caso se realizó en una pieza número 47 con presencia de caries macropenetrante, el cual tres conductos radiculares de mayor curvatura que el caso anterior; instrumentado manualmente en primer lugar con limas K N° 10, 15 y 20 (Maillefer®) e irrigando con solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25 % y localizador apical, e procedió a la instrumentación de los mismos con limas Reciproc Blue® N° 25 (VDW®) en cada conducto, ejerciendo movimientos de rotación recíproca, mejorando así la conformación del sistema de conductos del elemento.

En ambos fue evaluada la conformación, limpieza y sellado según la anatomía y complejidad de cada elemento en particular.

En la actualidad se ha puesto en discusión cuatro aspectos: resistencia a la fatiga cíclica, capacidad de conformación para el transporte del canal, extrusión de escombros apicales y defectos o grietas dentales (Beurklein *et al.*, 2013).

Si bien todos los sistemas rotatorios evaluados sufren fatiga cíclica en su estructura, Gambarini *et al.*, (2012), Lee *et al.*, (2013), Pedulla *et al.*, (2013), Pérez-Higueras *et al.*, (2013), Rubini *et al.*, (2013), Kiefner *et al.*, (2014) y Vadhana *et al.*, (2014) utilizaron el

mismo sistema de limas con diferentes cinemáticas para evaluar únicamente el efecto de la misma. Al realizar esto, la influencia de la misma podría compararse sin otras variables. Según los estudios mencionados anteriormente, el movimiento recíproco tuvo una mejor resistencia a la fatiga cíclica, a excepción del caso de Lee *et al.*, (2013) donde mostraron que el movimiento recíproco mostró mejor resistencia a la fatiga que la rotación continua, pero no hubo una importante repercusión según demuestran los datos estadísticos. A partir de esto, se puede concluir que la cinemática influyó en la fatiga cíclica y que el movimiento recíproco tuvo una mejor resistencia a la fatiga cíclica que su contraparte.

Kim *et al.*, (2012), Castello-Escriba *et al.*, (2012), Lopes *et al.*, (2013), Da Frota *et al.*, (2014) y Pedulla *et al.*, (2013) utilizaron cada uno de los instrumentos en movimiento de acuerdo con la recomendación del fabricante. Todos los estudios, excepto el de Pedulla *et al.*, (2013), concluyeron que existe una mejor resistencia a la fatiga cíclica utilizando Reciproc® y WaveOne® con movimiento alternativo en comparación con los sistemas de limas rotatorias continuo. Pedulla *et al.*, (2013) no mostraron diferencias significativas al usar los sistemas Reciproc®, Mtwo® y también Twisted File®, pero evidenciaron una resistencia a la fatiga cíclica significativamente menor con el sistema de limas WaveOne®. La razón del peor resultado con WaveOne®, en comparación con los demás, se explica por la diferencia en el diseño instrumental (es decir, el área de sección transversal más grande) (Pedulla *et al.*, 2013). En cuanto a los dos casos clínicos presentados, se observó una mayor resistencia por parte del sistema Reciproc® Blue en el caso de molares que presentaban mayor curvatura, ya que este presenta menor porcentaje de fractura por flexión, coincidiendo con los artículos citados. Sin embargo, las limas MTwo® al presentar una conicidad variable permitieron ensanchar adecuadamente el canal mesio lingual, el cual se encontraba más estrecho que los otros tres conductos, ya que, al pasar de una conicidad mayor a una menor, favoreció a que la lima de menor taper conforme el canal sin interferencias y se pudiera llegar a un ancho coincidente en todos los conductos.

A partir de estos resultados, se puede conjeturar que los sistemas Reciproc® y WaveOne® tienen una mayor resistencia que los otros sistemas rotatorios.

En cuanto a separación de los instrumentos dentro del canal, solo un estudio estableció que no hubo diferencias estadísticamente significativas en los ciclos de fractura entre el movimiento recíproco y la rotación continua (Kim *et al.*, 2012). Son numerosos los aportes

revisados sobre la capacidad de conformación, Berutti *et al.*, (2012), Dhingra *et al.*, (2014), Franco *et al.*, (2011), Giuliani *et al.*, (2014) y Hwang *et al.*, (2014). Estos autores consideraron que existe menor capacidad de transporte del canal al usar movimiento alternativo que la rotación continua. Otros estudios no mostraron diferencias significativas entre los dos movimientos, entre ellos Capar *et al.*, (2014), Beurklein *et al.*, (2012), Junaid *et al.*, (2014), Paque *et al.*, (2011), Stern *et al.*, (2012), You *et al.*, (2011) y Kim *et al.*, (2013). Tres investigaciones de Zhao *et al.*, (2014), Marceliano-Alves *et al.*, (2015) y de Marzouk y Ghoneim (2013) mostraron un mayor transporte del canal utilizando limas reciprocantes en comparación con las de rotación continua. Los cinco estudios realizados por Berutti *et al.*, (2012), Giuliani *et al.*, (2014) Saleh *et al.*, (2015), Dhingra *et al.*, (2014) y Franco *et al.*, (2011) *in vitro* obtuvieron menor porcentaje de transporte de detritus del canal utilizando movimiento recíproco. Sin embargo, en estudios *ex vivo*, siete no mostraron diferencias significativas. Capar *et al.*, (2014), Beurklein *et al.*, (2012), Junaid *et al.*, (2014), Paque *et al.*, (2011), Stern *et al.*, (2012), You *et al.*, (2011) y Kim *et al.*, (2013). En los cuatro trabajos realizados por Hwang *et al.*, (2014), Saber *et al.*, (2015), Tambe *et al.*, (2014), Wu y Zhu (2014) se mostró menor transporte del canal por reciprocidad. Finalmente, en las tres investigaciones realizados por Kim *et al.*, (2013), Marceliano-Alves *et al.*, (2015), Marzouk y Ghoneim (2013), se evidenció menor cantidad de transporte del canal por rotación continua. Por tanto, el inconveniente que se puede observar es la fractura inesperada de los mismos, tal y como lo explican Hülsmann *et al.*, en su publicación de 2005; o por flexión, en la que el instrumento gira libremente en un conducto acentuadamente curvo, pero en la misma longitud de trabajo, de esta manera, en la curva el instrumento se dobla y ocurre la fractura. Seguidamente Parashos y Messer (2006) sostienen que en curvas muy pronunciadas estos instrumentos deben evitarse para reducir el accidente.

Con la finalidad de recopilar información valiosa sobre la extrusión de desechos apicales, los cuales son la principal causa de inflamación del ligamento periodontal (Siqueira *et al.*, 2003), fueron seleccionados trece estudios de laboratorio y un artículo de revisión sobre estos desechos. Cuatro artículos, mostraban canales preparados con movimiento alternativo que extruían más desechos apicales que los canales preparados con movimiento de rotación

continua: Caviedes-Bucheli *et al.*, (2016), Beurklein *et al.*, (2014), Beurklein *et al.*, (2012), Nayak *et al.*, (2014), Kirchhoff *et al.* (2015) y Karatas *et al.*, (2016).

Cuatro artículos realizados por Beurklein *et al.*, (2014), Beurklein *et al.*, (2012), Nayak *et al.*, (2014) y Karatas *et al.*, (2016) establecieron que el movimiento de rotación continua extruyó más restos de dentina. Seis de las publicaciones de Kirchhoff *et al.*, (2015), Kocak *et al.*, (2013), Kucukyilmaz *et al.*, (2013), Ozsu *et al.*, (2014), Silva *et al.*, (2015) y Surakanti *et al.*, (2014), no mostraron diferencias significativas.

En los casos realizados en la clínica, se observó que tanto las limas Mtwo® como las Reciproc blue® extruyeron una cantidad similar de restos de dentina al exterior, únicamente en el conducto mesio lingual del primer caso clínico, en donde se utilizó rotación continua, hubo mayor dificultad durante la instrumentación al encontrarse éste más estrecho que los otros, produciendo mayor cantidad de desechos; pero en ambos casos pudo obtenerse una superficie de dentina limpia y libre de detritus.

Según los aportes revisados, es controvertido si el movimiento recíproco produce más extrusión de residuos apicales que la rotación continua. Cuatro estudios sostuvieron que el movimiento recíproco produjo más desechos apicales que el movimiento giratorio continuo (Caviedes-Bucheli *et al.*, 2016, Arslan *et al.*, 2016, De-Deus *et al.*, 2015, Tinoco *et al.*, 2014). Por otro lado, otros cuatro aportaron resultados opuestos (Beurklein 2014, Beurklein *et al.*, 2012, Karatas *et al.*, 2016, Nayak *et al.*, 2014) y seis no mostraron diferencias significativas entre los dos movimientos (Kirchhoff *et al.*, 2015, Kocak *et al.*, 2013, Kucukyilmaz *et al.*, 2015, Ozsu *et al.*, 2014, Silva *et al.*, 2015 y Surakanti *et al.*, 2014).

Aunque la rotación en el sentido de las agujas del reloj (dirección no cortante) durante el movimiento recíproco tenía un riesgo potencial de extrusión de escombros, en los artículos que mostraron menos extrusión de escombros con movimiento alternativo, la reducción en el número de limas podría haber llevado a una disminución de la extrusión apical de escombros (You *et al.*, 2010, De-Deus *et al.*, 2010). Las publicaciones con resultados opuestos afirmaban que la rotación continua mejoraba el transporte coronal de los chips y restos de dentina al actuar como un transportador de tornillo (Beurklein *et al.*, 2012).

Arslan *et al.*, (2016) y Karatas *et al.*, (2016) usaron un tipo de instrumento en ambas cinemáticas, por lo que podrían excluir con seguridad la influencia del diseño del instrumento. Sin embargo, estos dos estudios indicaron conflictos resultados. Arslan *et al.*,

(2016), quienes usaron limas Reciproc®, concluyeron que la rotación continua extruía más escombros que el movimiento recíproco. Por el contrario, Karatas *et al.*, (2016), que utilizaron limas Twisted®, informaron que el movimiento recíproco extruía más escombros.

Dos estudios de laboratorio y un artículo de revisión utilizaron diferentes sistemas de instrumentos con diseños similares. Caviedes-Bucheli *et al.*, (2016) revisaron la extrusión apical de escombros en dos sistemas reciprocantes (WaveOne® y Reciproc®) y dos sistemas de limas rotatorias (ProTaper® Universal y Mtwo®). Aunque eran sistemas diferentes, la influencia de los diseños de los instrumentos podría minimizarse porque WaveOne® y ProTaper® Universal tienen diseños de sección transversal similares, y Reciproc® y Mtwo® tienen casi la misma sección transversal en una imagen especular. En el artículo de revisión que consultamos, con once artículos, incluidos los artículos de Beurklein *et al.*, (2014), Kocak *et al.*, (2013), Surakanti *et al.* (2014) y De-Deus *et al.*, (2015), que también fueron revisados en este artículo (Beurklein *et al.*, (2014). Caviedes-Bucheli *et al.*, (2016) concluyeron que los sistemas reciprocantes extruían mayores cantidades de escombros en comparación con los sistemas continuos. Ozsu *et al.*, (2014) y Silva *et al.*, (2015) también compararon WaveOne® y ProTaper® Universal, pero obtuvieron resultados que estaban en conflicto con los resultados de Caviedes-Bucheli *et al.*, (2016), que mostraron que los instrumentos rotatorios continuos creaban más desechos apicales. En los casos clínicos presentados en este trabajo, no pudo comprobarse clínicamente cuál de los dos sistemas produjo mayor extrusión de detritus hacia la zona periapical.

En particular, los estudios in vivo serían valiosos porque la ausencia de tejidos periapicales en los estudios in vitro puede tener implicaciones clínicas limitadas. Los tejidos periapicales pueden servir como una barrera natural que proporciona una contrapresión física, lo que limita la extrusión apical de escombros e irrigantes (Bonaccorso *et al.*, 2009).

Con respecto de las características de los estudios sobre defectos o grietas dentales, fueron revisados trece. Solo dos de ellos afirmaron que el movimiento recíproco produjo más defectos dentales que el movimiento rotatorio continuo realizados por Beurklein *et al.*, (2012) y Karatas *et al.*, (2016). Seis estudios mostraron que el uso del movimiento alternativo resultó en menos defectos dentales, los cuales fueron descriptos por

Ashwinkumar *et al.*, (2014), Jamleh *et al.*, (2015), Kansal *et al.*,(2014), Karatas *et al.*, (2015), Priya *et al.*, (2014) y Liu *et al.*, (2015), y otros cinco estudios realizados por Abou *et al.*,(2014), Cicek *et al.*,(2015), De Deus *et al.*,(2014), Pop *et al.*,(2015) y Ustun *et al.*, (2015) concluyeron que no había una diferencia significativa entre movimiento recíprocante y movimiento rotatorio continuo.

Según los estudios revisados, los instrumentos alternativos tendieron a crear menos defectos dentales que los instrumentos rotatorios continuos. Durante la preparación del canal, el contacto entre los instrumentos y la pared del canal crea concentraciones de estrés momentáneo en la dentina. Dichas concentraciones de estrés pueden dejar defectos en la dentina, lo que puede resultar en una fractura vertical de la raíz (Lertchirakarn *et al.*, 2003, Bier *et al.*, 2009, Kim *et al.*, 2010, Adorno *et al.*, 2011). Se informó que el movimiento alternativo reduce la tensión de torsión al invertir periódicamente la dirección de rotación del instrumento. Esto puede ayudar a reducir la magnitud de las fuerzas generadas en la dentina radicular y prevenir grietas y fracturas radiculares (Jamleh *et al.*, 2015).

Sin embargo, debido a que hay algunos estudios que informan el resultado opuesto (Beurklein *et al.*, (2012), Karatas *et al.*, (2016) y otros no informaron diferencias específicas entre los movimientos (Cicek *et al.*, (2015), De-Deus *et al.*, (2014), Pop *et al.*, (2015), Priya *et al.*, (2014), Ustun *et al.*, (2015), todavía es controvertido que movimiento es mejor con respecto a los defectos o grietas dentales. Esta controversia podría deberse a las diferencias entre los diseños instrumentales. Se informó que el riesgo de defectos dentales se relaciona con la sección transversal, el tamaño, la forma cónica, el método de fabricación y los materiales o alegaciones utilizados en los instrumentos junto con la técnica de preparación (Kim *et al.*, 2016 y Gao *et al.*, (2011). Hay estudios que sostuvieron que la naturaleza del material de fabricación de los instrumentos tiene más influencia que el movimiento del mismo en el defecto dental o la formación de grietas (Kim *et al.*, 2010 y Abou *et al.*, 2014).

Además, no se pudieron establecer conclusiones definitivas con respecto a la implicación clínica de estos defectos dentinales. No está claro si todas las microfisuras conducen a fracturas verticales de la raíz (Beurklein *et al.*, 2013). Clínicamente, la tasa de fracaso informada sobre el tratamiento endodóntico debido a la fractura de raíz vertical es baja (Friedman *et al.*, 2003). Además, las fracturas de raíz verticales pueden ser el resultado de

una o una combinación de los siguientes factores: lesión traumática física, carga oclusal, hábito parafuncional, fracturas de raíz patológicas inducidas por resorción (Hargreaves *et al.*, 2011), procedimientos de obturación del conducto radicular o preparación posterior al espacio (Wilcox *et al.*, 1997) Estos factores, más estudios clínicos, son necesarios para evaluar el impacto de la cinemática de la instrumentación en los resultados del tratamiento. Teniendo en cuenta las cuatro categorías para la comparación de sistemas reciprocantes y sistemas continuos, el sistema alternativo tiene una ventaja en la resistencia a la fractura, pero las otras tres propiedades aún son polémicas. Otras revisiones de la literatura también tienen conclusiones contradictorias sobre las diversas propiedades de los dos sistemas cinemáticos (Plotino *et al.*, 2015 y Capar *et al.*, 2016). Se cree que las controversias entre los estudios están relacionadas con las diferentes características instrumentales (diseños, aleaciones, etc.). Para investigar el efecto de la cinemática exclusivamente, los instrumentos estandarizados deben diseñarse para ambas cinemáticas (Capar *et al.*, 2016). Además, debido a que solo hay estudios limitados que comparan la cinemática de rotación recíproca y continua y debido a que solo se revisaron los estudios de laboratorio en este artículo, se necesitan estudios in vivo adicionales para una mayor comparación. Las fracturas radiculares verticales pueden ser el resultado de una combinación de los siguientes factores: lesión traumática física, carga oclusal, hábito parafuncional, fracturas de raíz patológicas inducidas por resorción (Hargreaves *et al.*, 2012), procedimientos de obturación del conducto radicular o preparación posterior al espacio (Wilcox *et al.*, 1997). En cuanto a la experiencia del operador con ambos sistemas mecanizados, la serie MTwo®, requirió de mayor paciencia, destreza y minuciosidad, por la cantidad de instrumentos utilizados; además, de que la instrumentación de los canales con las limas M20/.06 y M25/.06, mostraron cierta tendencia al efecto de atornillamiento por su aumento de conicidad. Por otra parte, el sistema mecanizado Reciproc blue® presentó mayor facilidad y dinamismo durante la instrumentación de canales radiculares, debido al menor número de limas. Tanto en el primer caso clínico, realizado con rotación continua; como en el segundo, donde se utilizaron movimientos reciprocantes, no pudieron observarse fisuras, por lo tanto, tampoco establecer conclusiones definitivas con respecto a la implicación de estos defectos dentinales.

Teniendo en cuenta estos factores, más estudios clínicos son necesarios para evaluar el impacto de la cinemática de la instrumentación en los resultados del tratamiento.

En cuanto a la irrigación de los conductos radiculares; los estudios realizados por Haapasalo *et al.*, 2014; Joy *et al.*, 2015 y Syed *et al.*, 2014, determinaron que el NaOCl, EDTA y el Gluconato de clorhexidina se encuentran entre los más utilizados en la práctica contemporánea. En nuestro primer caso, fue utilizado el NaOCl al 5,25 % casi exclusivamente, a excepción del conducto mesio lingual, en el cual se utilizó EDTA como ensanchador químico debido a la estrechez del mismo para luego finalizar su irrigación con NaOCl, removiendo así los remanentes luego de finalizada la instrumentación mecánica.

En el segundo caso también se utilizó NaOCl al 5,25 % casi exclusivamente, sin necesidad de ensanchar químicamente, influyendo también en la adaptación del material de obturación a las paredes de los canales según Syed *et al.*, 2014.

En los estudios observados por Scheafer y Beurklein, 2012 y Kontakiotis *et al.*, 1997, se afirma que el uso de conos con *taper* coincidirán con el diámetro de los canales preparados con los instrumentos rotativos, siendo utilizados como técnica de cono único proporcionando así la obturación tridimensional en menor tiempo que las técnicas de obturación tradicionales (Romania *et al.*, 2009) asegurando un alto volumen de gutapercha en el canal, con mínima cantidad de cemento sellador. En ambos casos realizados en el cursado, fue utilizada la técnica de cono único ya que, en coincidencia con los estudios nombrados, adaptaron perfectamente con el diámetro de los canales preparados con el instrumental rotatorio sin presencia de escalones ni curvas demasiado pronunciadas que impidieran la correcta manipulación e inserción de los mismos junto con su cemento sellador correspondiente; los cuales, coincidiendo con Araki *et al.*, 1994 y Beast *et al.*, 2008, fueron utilizados Sealer 26®, en el primer caso y Sealapex® en el segundo, logrando así una óptima preparación final; no sólo contribuyendo al logro del sellado apical, sino también para rellenando posibles irregularidades del conducto como se observó en los estudio realizado por Spangberg, 1998 y Kosev *et al.*, 2009.

Se puede concluir a partir de las cuatro categorías revisadas, que para la comparación de sistemas reciprocantes y sistemas rotatorios, el primero tiene una ventaja en cuanto a resistencia a la fractura, pero en cuanto a las otras tres propiedades aún son polémicos. Otras revisiones de la literatura también aportan conclusiones contradictorias sobre las

diversas propiedades de los dos sistemas cinemáticos (Plotino *et al.*, 2015 y Capar y Arslan 2016). Se cree que las controversias entre los estudios están relacionadas con las diferentes características instrumentales (diseños, aleaciones, etc.). Para investigar el efecto de la cinemática exclusivamente, los instrumentos estandarizados deben diseñarse para ambas cinemáticas (Capar y Arslan, 2016). Además, debido a que solo hay estudios limitados que comparan la cinemática de rotación recíproca y continua y debido a que solo se revisaron los estudios de laboratorio en este artículo, se necesitan estudios *in vivo* adicionales para una mayor comparación.

En cuanto a la terapia endodóntica propiamente dicha, existe una discusión actual sobre la utilización de los instrumentos para dicho proceso. Espósito (1995) sostiene que los mencionados instrumentos tienen un alto riesgo de separación durante el procedimiento de conformación de canales. Mientras que Ferraz (2001), en línea con lo expuesto por Espósito, demuestra que existe una variedad instrumental nueva que permite una mejor limpieza y conformación del conducto radicular.

La publicación de Moradas Estrada (2017) demostró que el tratamiento de los conductos radiculares ha tenido un importante desarrollo, mejorando tanto su técnica como su procedimiento, permitiendo conseguir mejores resultados con mayor control del trabajo y en menor tiempo. Junto con esto se ha producido un destacado avance con la aparición de nuevas técnicas, equipos, materiales e instrumental, entre los que destaca el sistema de endodoncia rotatorio. La historia de la endodoncia ha estado siempre marcada por la búsqueda de procedimientos más rápidos, seguros y eficientes que guardaran dos objetivos comunes. Los cuales, siguen hoy en día siendo el pilar fundamental de cualquier tratamiento odontológico: la conformación del conducto y la desinfección del mismo. Los conductos radiculares estrechos y curvos representan un desafío, aun cuando el profesional acumula una dilatada experiencia, ante la imposibilidad de conseguir los objetivos antes citados con la seguridad de no fracturar el instrumento o generar una iatrogenia en el diente. Son dignos de tener en cuenta los avances que, a lo largo del tiempo han tenido estos procedimientos, dejando a la vista ventajas y desventajas de los mismos. Los resultados arrojados por las pruebas mecánicas realizadas demostraron que las limas de NiTi poseían dos o tres veces mayor flexibilidad elástica que las de acero inoxidable, a la par de una mayor resistencia a la fractura por torsión. Estos datos sugirieron que las limas fabricadas

en NiTi serían sumamente útiles en la preparación de conductos radiculares con curvatura. Estos instrumentos tienen la ventaja que son altamente flexibles, no alteran la curva apical, no se fracturan fácilmente y no crean escalones. A su vez, con posterioridad se hicieron referencia a importantes modificaciones que, *en* diferentes etapas fueron descritas por Ponce de León *et al.*, (2003); Beer *et al.*, (2000); Stock *et al.*, (1996) y finalmente, Zelada *et al.*, (2002). Mientras que Shen (2013) menciona diferentes tratamientos de la superficie de las limas en los que buscan una mejora en las propiedades de los instrumentos.

A lo largo de este estudio se investigaron cuáles son los sistemas que existen en el mercado y sus propiedades. Como se sabe las limas utilizadas en instrumentación rotatoria en endodoncia han sido siempre fabricadas con Níquel-Titanio. Al respecto, De Deus (2017) describe la aparición en el mercado de la instrumentación rotatoria, de distintos tratamientos de la superficie de la lima, buscando mejorar las propiedades del material, reduciendo así los riesgos de fractura del instrumento y deformación del conducto. Con estos instrumentos rotatorios de NiTi y sus diferentes diseños la instrumentación de los conductos radiculares, en especial aquellos estrechos y curvos, se convierte en un procedimiento menos agotador para el operador. En cuanto a la velocidad, no se aconseja superar las 350 rpm, por lo que puede favorecer una degeneración intrínseca del instrumento, aunque en muchas ocasiones es un factor dependiente, en el que entra en juego la destreza del operador y su experiencia con el sistema. Otro factor a tener en cuenta, según el autor, es la potencia de corte: clásicamente se decía que el instrumento manual presenta mayor capacidad de corte frente a una mayor velocidad del rotatorio, siendo la experiencia difícil de medir en estudios que permitan comparar ambos aspectos. (Moradas Estrada, 2016).

Es significativo mencionar que, en la actualidad, el diseño de instrumentos y materiales está adaptándose a los fines de limpieza, conformación y desinfección de los conductos para su posterior obturación, teniendo en cuenta comodidad, rapidez y seguridad para profesional y paciente (Ferraz *et al.*, 2001). Dichas aleaciones, han permitido realizar nuevos diseños de hojas, instrumentos afilados más grandes, sistemas de tamaños alternativos y la introducción de diferentes tipos de movimientos rotatorios para la terminación de los canales radiculares. De esta manera se asegura una correcta desinfección, hermetismo y

sellado apical, que facilite una posterior reconstrucción con pronóstico favorable, con resultados positivos a largo plazo.

Dicho esto, se nos orienta a la elección de técnicas de instrumentación mecanizada en nuestros casos clínicos en los que, aunque la instrumentación manual siga siendo la más utilizada, ésta presenta inconvenientes en cuanto a ausencia de flexibilidad, poca conicidad y lentitud en el trabajo, y plantean una situación a tener en cuenta a la hora de considerar factores inherentes a la atención odontológica. Si bien no fueron encontradas diferencias significativas entre el uso de un sistema mecanizado o el otro, siempre se recomienda que las limas tengan un sólo uso, ayudadas por sistemas irrigantes, aislamiento absoluto y elección de conos y cementos selladores adecuados según requiera cada caso para lograr resultados óptimos y poder proceder a la rehabilitación final de las piezas.

CONCLUSIÓN

Tras una lectura pausada y crítica de lo publicado al respecto hasta el momento y del análisis de nuestros casos clínicos, comienza en lo posible, sacar conclusiones claras acerca de cuál sería la mejor alternativa al momento de elegir el instrumento rotatorio para lograr el éxito de una endodoncia. Queda también establecido que el resultado óptimo depende de la capacidad de los procedimientos de tratamiento para restablecer las condiciones saludables mediante la creación de condiciones favorables y la elección de materiales adecuados para la terapia. Las mejores condiciones ambientales del conducto radicular que son propicias para que se produzca la curación periapical están representadas por la ausencia o disminución de microorganismos.

En términos de eficacia terapéutica, no fueron encontradas diferencias significativas entre un sistema y otro. Sea cual sea el caso es recomendado el correcto uso de los sistemas rotatorios con sus limas correspondientes, no reutilizarlas y tener en cuenta que éstas deben acompañarse de aislamiento absoluto, apertura, conformación cameral y sistemas de irrigantes adecuados.

Siempre que recurramos a las mejores medidas de bioseguridad y procedamos según el protocolo clínico, luchando por el mejor control posible de bacterias, en un esfuerzo por maximizar las perspectivas de curación será lo que marque la diferencia en cuanto a nuestro ejercicio profesional, brindando calidad y excelencia a la población en nuestro trabajo cotidiano.

BIBLIOGRAFÍA

Abou El Nasr HM, Abd El Kader KG. Dentinal damage and fracture resistance of oval roots prepared with single-file systems using different kinematics. *J Endod* 2014;40:849–51.

Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. Crack initiation on the apical root surface caused by three different nickel-titanium rotary files at different working lengths. *J Endod* 2011;37:522–5.

Ashwinkumar V, Krithikadatta J, Surendran S, Velmurugan N. Effect of reciprocating file motion on microcrack formation in root canals: an SEM study. *IntEndod J* 2014;47:622–7.

Araki, K.; Suda, H.; Spangberg, L.; (1994). Indirect longitudinal cytotoxicity of root canal sealers L929 cells and human periodontal ligament fibroblasts. *J. Endod.* 20:67-70.

BeerR, Bauman M, Kim S. Atlas de endodoncia. Madrid: Masson S.A; 2000

Beurklein S, Tsotsis P, Schafer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod* 2013;39:501–4.

Beurklein S, Benten S, Scheafer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J* 2014;47:405–9.

Beurklein S, Scheafer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod* 2012;38:850–2.

Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, et al. Canal shaping with Wave One Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J Endod* 2012;38:505–9.

Bonaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, et al. Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2009;35:883–6.

Bier CA, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, et al. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod* 2009;35:236–8

Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, et al. The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *IntEndod J* 2016;49:255–70.

Cicek E, Kocak MM, Saglam BC, Kocak S. Evaluation of micro crack formation in root canals after instrumentation with different NiTi rotary file systems: a scanning electron microscopy study. *Scanning* 2015;37:49–53.

Civjan S, Huget EF, De Simon LB. Potential applications of certain nickel-titanium (Nitinol) Alloys. *J Dent Res* 1975; 54 (1): 89-96.

Capar ID, Ertas H, Ok E, et al. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod* 2014;40:852–6.

Deivanayagam Kandaswamy, Nagendrababu Venkateshbabu (2005-2007). Journal of Conservative Dentistry Editor Department of Conservative dentistry and Endodontics, Faculty of Dental Sciences, Sri Ramachandra University, Porur - 116, Chennai, Tamil Nadu, India

De Deus G. Blue Thermomechanical Treatment Optimizes Fatigue Resistance and Flexibility of the Reciproc Files. Journal of Endodontics 2017;43(3):462-466.

De-Deus G, Silva EJ, Marins J, et al. Lack of causal relationship between dentinal microcracks and root canal preparation with reciprocation systems. J Endod 2014;40:1447–50.

Dhingra A, Kochar R, Banerjee S, Srivastava P. Comparative evaluation of the canal curvature modifications after instrumentation with One Shape rotary and Wave One reciprocating files. J Conserv Dent 2014;17:138–41.

Franco V, Fabiani C, Taschieri S, et al. Investigation on the shaping ability of nickel-titanium files when used with a reciprocating motion. J Endod 2011;37:1398–401.

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.

Friedman S, Abitbol S, Lawrence HP. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: initial treatment. J Endod 2003;29:787–93.

Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. IntEndod J. 2001; 34(6):476-84.

Giuliani V, Di Nasso L, Pace R, Pagavino G. Shaping ability of waveone primary reciprocating files and ProTaper system used in continuous and reciprocating motion. JEndod 2014;40:1468–71.

Grossman, L.; (1958). An improved root canal cement. J. Am. Dent. Assoc. 56:381-5.

Haapasalo M., Shen Y., Wang Z, and Gao Y. (2014). Irrigation in endodontics British Dental Journal volume 216 NO. 6.

Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH. Cohen's Pathways of the Pulp, 10th ed. St Louis, MO: Mosby Elsevier; 2011:134. xvi, 952.

Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endod Topic. 2005; 10(1):30-76.

Hwang YH, Bae KS, Baek SH, et al. Shaping ability of the conventional nickel-titanium and reciprocating nickel-titanium file systems: a comparative study using micro-computed tomography. J Endod 2014;40:1186–9.

Jamleh A, Komabayashi T, Ebihara A, et al. Root surface strain during canal shaping and its influence on apical microcrack development: a preliminary investigation. Int Endod J 2015;48:1103–11.

Joy Joseph, Jones Mathias, V. M. Mohammed Sagir, Biju P. Babu, Kennet J. Chirayath, and Hisham Hameed.(2015). Bacterial Biofilm Removal Using Static and Passive Ultrasonic Irrigation. J Int Oral Health Jul; 7(7): 42–47.

Junaid A, Freire LG, da Silveira Bueno CE, et al. Influence of single-file endodontics on apical transportation in curved root canals: an ex vivo micro-computed tomographic study. *J Endod* 2014;40:717–20.

Kim HC, Kwak SW, Cheung GS, et al. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod* 2012;38:541–4.

Kim HC, Hwang YJ, Jung DW, et al. Micro-computed tomography and scanning electron microscopy comparisons of two nickel-titanium rotary root canal instruments used with reciprocating motion. *Scanning* 2013;35:112–8.

Karatas E, Arslan H, Kirici DO, et al. Quantitative evaluation of apically extruded debris with Twisted File Adaptive instruments in straight root canals: reciprocation with different angles, adaptive motion and continuous rotation. *IntEndod J* 2016;49:382–5.

Kansal R, Rajput A, Talwar S, et al. Assessment of dentinal damage during canal preparation using reciprocating and rotary files. *J Endod* 2014;40:1443–6.

Karatas E, Arslan H, Alsancak M, et al. Incidence of dentinal cracks after root canal preparation with Twisted File Adaptive instruments using different kinematics. *J Endod* 2015;41:1130–3.

Kim HC, Lee MH, Yum J, et al. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J Endod* 2010;36:1195–9.

Kirchhoff AL, Fariniuk LF, Mello I. Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *J Endod* 2015;41:237–41.

Kocak S, Kocak MM, Saglam BC, et al. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *J Endod* 2013;39:1278–80.

Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow-up study. *IntEndod J* 1997;30:307–12.

Kucukyilmaz E, Savas S, Saygili G, Uysal B. Assessment of apically extruded debris and irrigant produced by different nickel-titanium instrument systems. *BrazOralRes* 2015;29:1–6.

Liu R, Hou BX, Wesselink PR, et al. The incidence of root micro cracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *J Endod* 2013;39:1054–6.

Lee W, Hwang YJ, You SY, Kim HC. Effect of reciprocation usage of nickel-titanium rotary files on the cyclic fatigue resistance. *Aust Endod J* 2013;39:146–50.

Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Patterns of vertical root fracture: factors affecting stress distribution in the root canal. *J Endod* 2003;29:523–8.

Leonardo M, Leal J. *Endodoncia, Tratamiento de los conductos radiculares*. 2da Ed. México: Editorial Médica Panamericana; 1994.

Moradas Estrada M. Instrumentación rotatoria en endodoncia. ¿Qué tipo de lima o procedimiento es el más indicado? *Av. Odontostomatol* 2017; 33 (4): 151-160.

Marceliano-Alves MF, Sousa-Neto MD, Fidel SR, et al. Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multifile rotary systems: a micro-CT study. *Int Endod J* 2015;48:1129–36.

Marzouk AM, Ghoneim AG. Computed tomographic evaluation of canal shape instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium systems. *J Endod* 2013;39:906–9.

Nayak G, Singh I, Shetty S, Dahiya S. Evaluation of apical extrusion of debris and irrigant using two new reciprocating and one continuous rotation single file systems. *J Dent (Tehran)* 2014;11:302–9.

Ozsu D, Karatas E, Arslan H, Topcu MC. Quantitative evaluation of apically extruded debris during root canal instrumentation with ProTaper Universal, ProTaperNext, WaveOne, and self-adjusting file systems. *Eur J Dent* 2014;8:504–8.

Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod.* 2006; 32(11):1031-43.

Ponce de León del Bello T, Wan N, Roane JB. Crown down tip design and shaping. *J Endod* 2003; 29 (8) 513-8.

Pop I, Manoharan A, Zanini F, et al. Synchrotron light-based mu CT to analyze the presence of dentinal micro cracks post-rotary and reciprocating NiTi instrumentation. *Clin Oral Invest* 2015;19:11–6.

Priya NT, Chandrasekhar V, Anita S, et al. “Dentinal micro cracks after root canal preparation” a comparative evaluation with hand, rotary and reciprocating instrumentation. *J Clin Diagn Res* 2014;8:ZC70–2.

Paque F, Zehnder M, De-Deus G. Microtomography based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *J Endod* 2011;37:1394–7.

Romania C, Beltes P, Boutsoukis C, Dandakia C. Ex-vivo area-metric analysis of root canal obturation using gutta-percha cones of different taper. *Int Endod J* 2009;42:491–8.

Silva EJ, Carapia MF, Lopes RM, et al. Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *Int Endod J* 2015 Jul 14. <http://dx.doi.org/10.1111/iej.12503>. [Epub ahead of print].

Surakanti JR, Venkata RC, Vemisetty HK, et al. Comparative evaluation of apically extruded debris during root canal preparation using ProTaper, Hyflex and Wave one rotary systems. *J Conserv Dent* 2014;17:129–32.

Stock C, Walker R. *Atlas de endodoncia*, 2da Ed. Madrid: Hartcourt Brace; 1996

Shen Y. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *Journal of Endodontics* 2013;39(3):163-17.

Stern S, Patel S, Foschi F, et al. Changes in centring and shaping ability using three nickel-titanium instrumentation techniques analyzed by micro-computed tomography (muCT). *Int Endod J* 2012;45:514–23.

Scheafer E, Beurklein S. Impact of nickel-titanium instrumentation of the root canal on clinical outcomes: a focused review. *Odontology* 2012;100:130–6.

Scheafer E, Nelius B, Beurklein S. A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. *Clin Oral Investig* 2012;16:225–30.

Syed Mukhtar-Un-Nisar Andrabi¹, Ashok Kumar , Afaf Zia , Huma Iftekhar , Sharique Alam & Shiraz Siddiqui. (2014), *Journal of Investigative and Clinical Dentistry* 5, 188–193 Effect of passive ultrasonic irrigation and manual dynamic irrigation on smear layer removal from root canals in a closed apex in vitro model.

Saleh AM, Vakili Gilani P, Tavanafar S, Schafer E. Shaping ability of 4 different single-file systems in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2015;41:548–52.

Saber SE, Nagy MM, Schafer E. Comparative evaluation of the shaping ability of Wave-One, Reciproc and One Shape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2015;48:109–14.

Spangberg, L, (1998). Instruments, materials and devices. En *Pathways of the Pulp* (Cohen y Burns editores) 7^o Edición. Edit. Mosby. Missouri. Capítulo 13, pp: 452-507.

Tambe VH, Nagmode PS, Abraham S, et al. Comparison of canal transportation and centering ability of rotary protaper, one shape system and wave one system using cone beam computed tomography: an in vitro study. *J Conserv Dent* 2014;17:561–5.

Tinoco JM, De-Deus G, Tinoco EM, et al. Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifile instrumentation systems. *Int Endod J* 2014;47:560–6.

Ustun Y, Aslan T, Sagsen B, Kesim B. The effects of different nickel-titanium instruments on dentinal microcrack formations during root canal preparation. *Eur J Dent* 2015;9:41–6.

Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger spreader induced vertical root fracture. *J. Endodontics* 1997 ; 23:533–4.

Wu XC, Zhu YQ. Geometric analysis of root canals prepared by single twisted file in three different operation modes. *Eur J Dent* 2014;8:515–20.

You SY, Kim HC, Bae KS, et al. Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. *J Endod* 2011;37:1296–300.

Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomographic study. *J Endod* 2014;40:1860–4.

