

**EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS LIMAS NITI PROTAPER
ROTATORIAS PARA LA PREPARACIÓN DE CONDUCTOS
MULTIRADICULARES.**

- REVISIÓN DE LITERATURA -

Investigadoras

**ANDREA CÁRDENAS PACHÓN
DAISY CAROLINA CHAVES GONZÁLEZ
DIANA MARCELA RODRIGUEZ MOYA
JENIFER STERLING BAUTISTA**

**Trabajo de Grado para Optar el título de
Odontóloga**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
BOGOTÁ D.C
I-2012**

**EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS LIMAS NITI PROTAPER
ROTATORIAS PARA LA PREPARACIÓN DE CONDUCTOS
MULTIRADICULARES.**

- REVISIÓN DE LITERATURA -

Investigadoras

**ANDREA CÁRDENAS PACHÓN
DAISY CAROLINA CHAVES GONZÁLEZ
DIANA MARCELA RODRIGUEZ MOYA
JENIFER STERLING BAUTISTA**

Asesor científico

**MARTHA AULESTIA
Especialista en Endodoncia**

Asesor Metodológico

**DIANA PARRA GALVIS
Od. Esp Epidemiología**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
BOGOTA D.C
I-2012**

El trabajo de grado "EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS LIMAS NITI PROTAPER ROTATORIAS PARA LA PREPARACIÓN DE CONDUCTOS MULTIRADICULARES. REVISIÓN DE LITERATURA." elaborado Andrea Cardenas, Carolina Chaves, Diana Rodriguez, Jenifer Sterling como requisito para optar por el título de odontóloga.

Asesor científico

MARTHA AULESTIA
Especialista en Endodoncia

Asesor Metodológico

DIANA PARRA GALVIS
Od. Esp Epidemiología

Dra. Carmenza Macías Gutierrez

Directora Centro de Investigaciones

Bogotá, Mayo de 2012

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, compañeros y docentes quienes nos apoyaron e hicieron parte del proceso de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres por su esfuerzo, dedicación y apoyo incondicional.

A nuestros docentes y asesores por la orientación y enseñanza que nos dan día a día para ser mejor profesional persona.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	13
1 ASPECTOS TEÓRICOS CIENTÍFICOS.....	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	16
1.3 JUSTIFICACIÓN	16
1.4 PROPÓSITO	18
1.5 MARCO TEÓRICO.....	18
1.5.1 Limas NiTi.....	19
1.5.2 Propiedades de las limas de níquel - titanio	21
1.5.3 flexibilidad	22
1.5.4 Taper progresivo.....	22
1.5.5 Corte de la lima.....	23
1.5.6 Riesgo de fracaso de las limas NiTi.....	24
1.6 MARCO REFERENCIAL.....	27
1.7 OBJETIVOS	29

1.7.1	OBJETIVO GENERAL	29
1.7.2	Objetivos Específicos.....	29
2	ASPECTOS METODOLÓGICOS	31
2.1	TIPO DE ESTUDIO	31
2.2	OBJETO DE ESTUDIO	31
2.3	MATERIAL OBJETO DE ESTUDIO	31
2.4	CRITERIOS DE SELECCIÓN	31
2.4.1	Criterios De Inclusión.....	31
2.4.2	Criterios De Exclusión.....	32
2.5	UNIDADES DE ANÁLISIS.....	32
2.6	PROCEDIMIENTO	32
2.7	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	35
3	RESULTADOS	36
4	DISCUSIÓN.....	39
5	CONCLUSIONES	43
6	RECOMENDACIONES.....	45
7	BIBLIOGRAFÍA.....	46

INTRODUCCIÓN

El tratamiento convencional de conductos en sus inicios consistía en la eliminación del tejido pulpar, posteriormente se examinó la necesidad de un conocimiento específico de la anatomía radicular, pero cada vez existía mayor necesidad de crear una instrumentación de mejor calidad que garantizara el éxito del tratamiento endodóntico¹, sin embargo, el constante fracaso endodóntico debido a la preparación, llevó a realizar un análisis profundo del porque se presentaba el frecuente fallo.

La evolución en las técnicas usadas en odontología ha creado la necesidad de implementar nuevos materiales para la fabricación del instrumental según las características de los materiales en las limas, la resistencia al desgaste era diferente en cada técnica de preparación que existía, presentando deficiencias en la preparación del conducto radicular y aumentando el desempeño deficiente en el tratamiento endodóntico².

Por lo cual la instrumentación del conducto radicular debe proporcionar un conducto un canal con las dimensiones adecuadas para permitir la efectividad de la irrigación y de llenado. Sin embargo, en los canales multiradicales curvos, a menudo es difícil lograr dicha forma, con el uso de los instrumentos tradicionales de acero inoxidable que son rígidas y tienden a crear escalones, retenciones y perforaciones. Con los años, se han modificado las técnicas de instrumentación y

se han incorporado nuevos instrumentos flexibles para evitar o reducir al mínimo estos errores.³

El conocimiento de cada instrumento utilizado para los tratamientos endodónticos, en especial las limas de NiTi, las cuales son de gran importancia en la preparación endodóntica y en gran medida del éxito de los tratamientos endodónticos, dejando un conducto adecuado en cuanto a su configuración y finalización es indispensable para el odontólogo.^{4,5,6}

Existe un amplio número de estudios en cuanto al éxito y fracaso de los tratamientos endodónticos, se observa que se han analizado muchas variables como el desgaste y distorsión de las lima de NiTi rotatorias Protaper. Se reporta en la literatura científica a cerca de la distorsión, desgaste y fractura de los instrumentos rotatorios de niquel - titanio, así como el éxito y fracaso de los tratamientos endodónticos por la preparación, esto conlleva a realizar un estudio que permita establecer exactamente cuál es el grado de distorsión y desgaste que sufren los instrumentos rotatorios de NiTi Protaper en la preparación de los conductos en dientes multiradiculares teniendo en cuenta que estás limas son más resistentes que las convencionales.⁷

Debido a su gran importancia dentro de la terapia endodóntica este estudio ayudará a determinar cuál es el grado de distorsión y el desgaste, así como las propiedades físicas de las limas de NITI Protaper por las que son preferidas en la preparación conductos multiradiculares.

1 ASPECTOS TEÓRICOS CIENTÍFICOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El tratamiento convencional de conductos en sus inicios consistía en la eliminación del tejido pulpar, posteriormente se examinó la necesidad de un conocimiento específico de la anatomía radicular, pero cada vez existía mayor necesidad de crear una instrumentación de mejor calidad que garantizara el éxito del tratamiento endodóntico⁸, sin embargo, el constante fracaso endodóntico debido a la preparación, llevó a realizar un análisis profundo del porque se presentaba el frecuente fallo.

La constante evolución en las técnicas usadas en odontología ha creado la necesidad de implementar nuevos materiales para la fabricación del instrumental según las características de los materiales en las limas, la resistencia al desgaste era diferente en cada técnica de preparación que existía, presentando deficiencias en la preparación del conducto radicular y aumentando el desempeño deficiente en el tratamiento endodóntico⁹.

La instrumentación del conducto radicular debe proporcionar un conducto un canal con las dimensiones adecuadas para permitir la efectividad de la irrigación y de llenado. Sin embargo, en los canales multiradiculares curvos, a menudo es difícil lograr dicha forma, con el uso de los instrumentos tradicionales de acero inoxidable que son rígidas y tienden a crear escalones, retenciones y

perforaciones. Con los años, se han modificado las técnicas de instrumentación y se han incorporado nuevos instrumentos flexibles para evitar o reducir al mínimo estos errores. Hoy en día, el níquel-titanio (NiTi) juega un papel importante en la preparación del conducto radicular. Debido a la pseudo elasticidad de la aleación de NiTi, es posible utilizar estos instrumentos en un continuo movimiento giratorio de una pieza de mano de baja velocidad, pero, los instrumentos rotatorios de NiTi pueden sufrir fractura inesperada, sin previo aviso visible.¹⁰

Por esta razón es indispensable el conocimiento de cada instrumento utilizado para los tratamientos endodónticos, en especial las limas de NiTi, las cuales son de gran importancia en la preparación endodóntica y en gran medida del éxito de los tratamientos endodónticos, dejando un conducto adecuado en cuanto a su configuración y finalización.¹¹

1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Por lo anterior surge el cuestionamiento en cuanto a ¿Cuál es la vida útil de las limas NiTi protaper rotatorias para la preparación de conductos multiradicales?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los instrumentos más flexibles hechos de níquel-titanio han probado ser efectivos al disminuir las complicaciones en la preparación de conductos curvos¹², “la flexibilidad y el diseño del instrumento, tanto en el cuerpo como en la punta;

aunado a la introducción de conicidades progresivas en un mismo instrumento; hacen del Pro-taper de níquel titanio, un sistema apetecible para la investigación y conocimiento de su funcionamiento dentro de los conductos radiculares”¹³, sin embargo, al realizar una endodoncia con instrumentos deficientes se puede llegar a ocasionar problemas tanto bucales como sistémicos al paciente. El odontólogo debe contar con el conocimiento adecuado en cuanto al procedimiento, comportamiento del instrumental y posibles complicaciones que se pueden presentar al realizar el tratamiento de conductos al no manejar los instrumentos adecuados para esta práctica, debido a que estos instrumentos pueden fracturarse dentro del conducto provocando lesiones apicales y en extremos ocasionar la exodoncia del diente.

Existe un amplio número de estudios en cuanto al éxito y fracaso de los tratamientos endodónticos, se observa que se han analizado muchas variables como el desgaste y distorsión de las lima de NiTi rotatorias Protaper. Se reporta en la literatura científica a cerca de la distorsión, desgaste y fractura de los instrumentos rotatorios de níquel - titanio, así como el éxito y fracaso de los tratamientos endodónticos por la preparación, esto conlleva a realizar un estudio que permita establecer exactamente cuál es el grado de distorsión y desgaste que sufren los instrumentos rotatorios de NiTi Protaper en la preparación de los conductos en dientes multiradicales teniendo en cuenta que éstas limas son más resistentes que las convencionales.¹⁴

Debido a su gran importancia dentro de la terapia endodóntica este estudio ayudará a determinar cuál es el grado de distorsión y el desgaste, así como las propiedades físicas de las limas de NITI Protaper por las que son preferidas en la preparación conductos multiradicales.

1.4 PROPÓSITO

Se dará a conocer al odontólogo el adecuado procedimiento y conocimiento del desgaste y grado de distorsión de las limas rotatorias de NiTi, y de las posibles dificultades que se pueden presentar al realizar el tratamiento de conductos al no manejar los instrumentos adecuados para esta práctica, debido a que estos instrumentos pueden fracturarse dentro del conducto provocando lesiones apicales y en extremos ocasionar la exodoncia del diente.

1.5 MARCO TEÓRICO

“El uso de instrumentos rotatorios de níquel titanio ha revolucionado la endodoncia, disminuyendo el tiempo de trabajo, la fatiga del operador, además de facilitar la conformación del conducto. Actualmente existen diversos sistemas rotatorios en el mercado, los cuales ofrecen diferentes ventajas; desde la reducción del número de microorganismos por la remoción de dentina infectada, mejora la irrigación, disminuye la desviación del foramen, la formación de escalones y perforaciones, además de aumentar la conicidad”¹⁵.

En el año 1988. Walia, introdujo la primera lima de níquel-titanio en endodoncia, la expectativa era que aleación de níquel-titanio "NiTi" con un módulo muy bajo de elasticidad (- 30 GPa frente - 200 GPa) para aleaciones de acero inoxidable), una mayor flexibilidad en la flexión, y una gran resistencia a la fractura de torsión 1, 4, 5 fue la respuesta definitiva a los problemas asociados con instrumentos de acero inoxidable.⁷

La propiedad de las aleaciones de NiTi También se ha descrito como "exóticos", porque algunas propiedades mecánicas de las aleaciones de NiTi no cumplen con las reglas convencionales de la endodoncia. Recientemente, muchas marcas y diseños de limas de NiTi se han comercializado.⁷

Un estudio sobre 6 limas de NiTi se han concentrado en la preparación de los conductos radiculares curvos in vitro o in vivo. Poco información ha sido reportado en la eficiencia del mecanismo y resistencia al desgaste de las limas de NiTi.⁷

1.5.1 Limas NiTi

La aplicación inicial de la aleación de nitinol en endodoncia se atribuye a Walia, Brantley que, desde un alambre de ortodoncia de diámetro de 0,5 mm diseñó la primera máquina Ni-Ti, limas en endodoncia. Dada su ductilidad superior, las limas de níquel-titanio son especialmente adecuadas para la instrumentación de conductos curvos raíz para sustituir a las anteriormente empleadas limas de acero inoxidable. Las limas se utilizan en endodoncia para el tratamiento de conductos

radiculares promoviendo la limpieza mecánica en asociación con soluciones químicas y dar forma al canal en un formato cónico continuo.¹⁶

“Los instrumentos Profile han sido desarrollados como un sistema de limas rotatorias fabricadas a partir de una aleación de Níquel-Titanio y diseñados para trabajar con micromotor de baja velocidad (de 150 a 350 r.p.m.) con técnica Corono- Apical (Crown- Down). Una de las más notables características de estos instrumentos es el aumento en su conicidad, que es de 4% en los Profile .04, y de un 6% en los Profile .06, contrastando con la conicidad del 2% de los tradicionales instrumentos ISO”.¹⁷

En la década de los 90 aparece una nueva serie de instrumentos endodónticos, caracterizada por el aumento constante del Taper o rango de conicidad. Se los denomina Serie PRO FILE 29, son de uso manual y desde 1993 se encuentran en el mercado tanto en acero inoxidable como en níquel titanio. Posee la punta inactiva lo que reduce la incidencia de escalones en los conductos curvos, y un aumento constante en el calibre del 29,7%. Los instrumentos están mejor distribuidos, con mayor número en el comienzo de la serie y menos al final de la misma. Se necesitan menos instrumentos para llegar de un instrumento delgado a uno de grueso calibre. La Serie ProFile rotatoria .04 y .06. Son fabricados en níquel titanio, y accionados a baja velocidad (de 150 a 350 r.p.m.^{18, 19}.

1.5.2 Propiedades de las limas de níquel - titanio

Debido a la súper elasticidad de las limas de níquel-titanio deben fabricarse por parte de máquinas y no por torsión. La implantación iónica se define como la modificación de los sólidos del subsuelo a través de iones con alta cinética, la energía del plasma que rodea la superficie del material o de un cañón de ion. Los estudios experimentales se han llevado con la finalidad de mejorar las propiedades tribológicas de los instrumentos Nitinol superficie lo que aumentar la capacidad de corte de dentina, sin reducir la ductilidad a granel.²⁰

La introducción de nitrógeno en los instrumentos de NiTi podría ser la razón de la resistencia al desgaste. Capas superficiales de níquel de titanio podría incrementar la dureza de la vanguardia, conservando así la capacidad de corte. Este nitrógeno en la superficie sugiere la presencia de capas de nitruro de titanio de estequiometría en el caso de la nitruración térmica o de nitruro de titanio de estaño estequiometría en el caso de la implantación iónica. Esta última técnica fue más eficiente en la formación de nitruro de nitruración térmica. El valor de la relación N: Ti en las muestras de control no era cero, porque la contaminación de superficie de carbono, nitrógeno, oxígeno y silicio se encuentra en ommonly espectros XPS de los instrumentos de NiTi.²¹

Recientemente, una variedad de técnicas de ingeniería de superficies han dado lugar a mejoras de dureza y resistencia al desgaste mediante la producción de recubrimientos de superficies duras, como el nitruro de titanio. 10 Algunas técnicas

han aumentado la dureza de la superficie y la resistencia al desgaste de titanio puro a través de un implante nitruración iónica y térmica. 11 Lee et al¹² dosis implantada de $4,8 \times 10^{17}$ por ion/cm² de boro para aumentar la dureza superficial éxito de los instrumentos de NiTi.²²

1.5.3 flexibilidad

“La flexibilidad y el diseño del instrumento, tanto en el cuerpo como en la punta, así como la introducción de conicidades progresivas en un mismo instrumento, hacen del Pro-taper de níquel titanio, un sistema eficaz dentro de la preparación de conductos radiculares. Por otra parte, las propiedades del níquel-titanio han hecho posible el desarrollo de un instrumento rotatorio más seguro. Con relación a su diseño, se han incrementado sus conicidades con el objeto de aumentar su eficiencia de corte. En 1982 se desarrolló la técnica “crown down” en la cual el ensanchamiento es realizado de la porción coronal a la porción apical, las interferencias coronales son minimizadas y esto permite una más óptima preparación de la porción apical”²³.

1.5.4 Taper progresivo

Cabe resaltar que las limas de Níquel titanio presentan un taper progresivo o multitaper, con lo cual la conicidad de las limas varía progresivamente a lo largo de su parte activa. En contraste con los sistemas convencionales que manejan una serie secuencial de limas con un aumento de taper simétrico de 0,02, en las limas ProTaper la conicidad varía dentro de un mismo instrumento, con aumentos

progresivos de conicidad que van del 3,5 al 19%, lo que hace posible la conformación de zonas determinadas del conducto con un solo instrumento.²⁴

Por otro lado, la aleación de níquel-titanio presenta memoria elástica, alto grado de flexibilidad, resistencia a la corrosión, además de ser capaz de mantener la curvatura original de los conductos, disminuyendo la presencia de accidentes.²⁵

1.5.5 Corte de la lima

Las ProTaper que forma los instrumentos (S1, S2, y SX) presentan una característica única que cada uno tiene múltiple porcentaje cada vez mayor del afilado sobre la longitud de sus cuchillas de corte. Esta característica permite que cada instrumento dedique una zona más pequeña del esmalte dental, realizando la técnica 'crown Down' funciona, reduciendo las cargas torsionales, número de recapitulaciones necesarias para alcanzar longitud, y el potencial para la fractura. Un aumento grande en diámetro entre D6 y D9, resultan probablemente, de un comportamiento del cansancio diferente que el del NiTi regularmente limas con corte. Puede ser por esta razón que los instrumentos S2, con un diámetro más grande en D3 (el punto de la curvatura máxima en el canal artificial) que los instrumentos S1, presentados un valor más alto del NCF de la medida que los instrumentos S1.⁴

1.5.6 Riesgo de fracaso de las limas NiTi

Se ha sugerido que el fracaso de instrumento es un problema clínico multifactorial con las variables debido a la anatomía del conducto y de la endodoncia que es más influyente que los instrumentos mismos. Sin embargo, hay una opinión entre clínicos e investigadores que el número de aplicaciones de un instrumento endodóntico puede ser un factor importante del fracaso de instrumentos, que a su vez se relaciona directamente con los defectos superficiales preexistentes y con éstos generar durante la instrumentación del canal. Sin embargo, no hay consenso en la literatura referente a a número recomendado de aplicaciones de los instrumentos rotatorios de NiTi, que varía a partir 1 a 27 canales, con un medio valor de aproximadamente 11 canales.²⁶

Según Aguirre y colaboradores, 2007, “uno de los grandes problemas de la instrumentación rotatoria reside en el acto de que sin dominio de la técnica es muy fácil que el instrumento se fracture en el interior del conducto radicular en especial los instrumentos Profile que tienen ángulo de corte neutro lo que permite poseer una gran capacidad de corte debido a esta característica en el ángulo de corte del instrumento es común que el mismo al ajustar en las paredes del conducto sufra una fractura por torsión una vez que el torque utilizado para que estos instrumentos roten en el conducto es mayor que 6 NXmm. Una de las maneras que se busca para evitar esta fractura es la utilización de estos instrumentos de níquel-titanio concebidos para girar, con una cinemática oscilatoria. Una vez que estos instrumentos solamente oscilan en el conducto, el riesgo de una fractura por

torsión disminuye drásticamente. Por el hecho de que estos instrumentos poseen ángulo de corte neutro, posibilita que la oscilación recíproca sea efectiva²⁷.

La vida de agotamiento de los instrumentos endodónticos rotatorios de NiTi se relaciona con el grado al cual el instrumento está doblado cuando se coloca en un conducto curvo, con mayores ángulos de la curvatura y de un radio más pequeño que llevan a expectativa de una vida más corta²⁸.

La fractura de instrumentos rotatorios ocurre de maneras diferentes: debido a la torsión, flexión del cansancio o por la combinación de ambos. El fracaso ocurre cuando la extremidad, o cualquier otra parte de instrumento, llevan a un aumento en la tensión cuando el motor continúa conduciendo el eje. Cuando el límite elástico del material se excede, la deformación plástica y fractura ocurre en última instancia. Este tipo de fractura se ha asociado a uso de la fuerza apical excesiva durante la instrumentación.²⁹

“El riesgo más frecuente cuando se utiliza instrumentos de NiTi es la fractura. Los instrumentos en el conducto están sometidos a dos tipos de stress: Stress de torsión y Stress de Flexión. La fractura por torsión ocurre cuando un segmento del instrumento, generalmente la punta, es capturado e inmovilizado por las paredes del conducto, sin poder vencer la resistencia de la dentina, y está sometido a una fuerza torsional por el motor, sufriendo deformación plástica y/o separación. El stress de torsión ocurre generalmente en tres situaciones clínicas: Cuando una superficie extensa del instrumento encuentra excesiva fricción sobre las paredes

del conducto. Cuando la punta del instrumento es mayor que la sección del conducto. Cuando se ejerce demasiada presión hacia apical sobre la pieza de mano.”³⁰

“Fractura por flexión (fatiga cíclica): Ocurre por acumulación de ciclos de compresión y tensión sobre un punto del instrumento, intervienen varios factores: el radio de curvatura: a menor radio, mayor fatiga. Velocidad: a mayor velocidad de rotación, mayor fatiga. Tiempo: A mayor tiempo de rotación del instrumento en la curva, mayor fatiga. Cinemática de uso: no dejar rotando el instrumento en las curvas y en un punto. Un instrumento de gran taper aumenta mucho el riesgo de fracturarse cuanto más profundamente se introduce en la curvatura”.

Según un estudio realizado en el postgrado de endodoncia de la Pontificia Universidad Javeriana, en el 2006, “un factor que predomina sobre la separación y deformación de los instrumentos rotatorios de níquel-titanio es el torque al que está sometido el instrumento durante la terapia endodóntica. Teóricamente la eficiencia de corte de un instrumento es muy activa cuando este es utilizado con un alto torque; por lo que hay mayor probabilidad de separación y deformación del instrumento, a diferencia de utilizarlo con un bajo torque donde se reduce la calidad de corte y la progresión del instrumento dentro del conducto se hace muy dispendiosa; momento en el que el operador tiende a forzar y aumentar la presión sobre el instrumento llevándolo a una próxima separación y/o deformación. Respecto al torque generado por el motor se recomienda el uso de unidades que lo controlen de manera automática. La experiencia del operador es una situación

en la cual se debe conocer, familiarizar y practicar antes de utilizar este tipo de instrumentos.³¹

1.6 MARCO REFERENCIAL

Algunos de los investigadores sugieren que los instrumentos de NiTi podría ser reutilizado en hasta 10 conductos o más. En algunos casos, los instrumentos se deben desechar después de utilizarlas, especialmente en canales muy complejos, calcificados y curvados, o desechar selectivamente para aumentar seguridad en la práctica clínica.³²

Según Yeguez 2000, "Existen referencias de fracturas de instrumentos durante la instrumentación mecánica con limas de NiTi. Hay estudios que evidencian que la resistencia torsional de las limas de NiTi se compara con las de acero inoxidable, y que se producen rotaciones horarias de 479° a 1218° previo a la fractura. La velocidad de rotación es crítica cuando empleamos los instrumentos mecánicos, recomendándose no superar las 300 rpm cuando se utiliza instrumental de NiTi. Incluso a baja velocidad de 300rpm (5 revoluciones por segundo, o 1800° por segundo), probablemente el clínico no tendrá tiempo de reaccionar ante un posible enclavamiento de la lima en las paredes del conducto. Ello implica que, posiblemente, las curvaturas severas (45°) y múltiples se instrumentan mejor con limas de NiTi manuales"³³

Sánchez y colaboradores, 2008 compararon el trabajo biomecánico del sistema rotatorio (Protaper) y la instrumentación manual de conductos radiculares con limas k flexofile (Maillefer), flex R (Miltex), evaluando su eficacia a través de la obturación. El estudio se realizó en 30 dientes premolares inferiores unirradiculares divididos en dos grupos de 15. Los dientes del grupo 1 fueron instrumentados corono-apical (limas k flexofile 15-40 y flex R 45-80), los dientes del grupo 2 con sistema rotatorio Protaper como indica el fabricante. Ambos grupos fueron obturados con técnica de condensación lateral convencional utilizando cemento sellador Roth 801. Posteriormente los dientes fueron seccionados en sentido longitudinal, se observaron al microscopio estereoscópico a 40x, las imágenes se capturaron con una cámara y en la computadora se realizaron mediciones en sentido corono-apical y en sentido vestíbulo lingual de los espacios encontrados. Se encontraron espacios con diferencias significativas de la pared del conducto al cono de gutapercha y en la longitud corono apical. Se aplicó la prueba t Student con un nivel de significancia de α 0.05. el estudio concluyó que bajo las condiciones de este estudio la instrumentación manual da mejores resultados para la preparación adecuada del conducto radicular y el sellado apical.³⁴

Ramírez-Salomón MA y cols, 2009, "investigó la incidencia de fractura y el potencial de rebase de instrumentos cónicos tales como el Profile .04 series 29 fueron investigados clínicamente. Sesenta y ocho molares maxilares y mandibulares fueron instrumentados con Profile .04 por un operador en su práctica

privada. La instrumentación inició con limas K #15 y #20, posteriormente Gates Glidden #2 y #3 seguidos del Profile #4 y #5 en el tercio coronal. A continuación se utilizó #2, #3, #4, #5 y cuando fue posible #6 a longitud de trabajo (LT). Sólo los conductos mesiales de los molares inferiores y los bucales de los molares superiores fueron preparados por lo menos a un instrumento #5 o #6 a LT. Los instrumentos se mantuvieron o incluso excedieron las instrucciones del fabricante en cuanto a número de usos. Las imágenes con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) mostraron fracturas dúctiles en un punto a nivel de las estrías y se extendió hasta su separación completa. Seis instrumentos sufrieron fracturas durante el procedimiento, dos de seis conductos pudieron ser rebasados permitiendo la instrumentación y obturación final a LT. El potencial de rebase del Profile, podría extrapolarse a otros instrumentos endodónticos con geometría similar³⁵.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer la vida útil de las limas NiTi protaper rotatorias para la preparación de conductos multiradiculares.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Determinar la afectación de las características físicas de las limas NiTi protaper rotatorias durante la preparación del conducto.

- Determinar el número de preparaciones en las que se hace evidente el desgaste.
- Establecer el número de preparaciones en las que se hace evidente la pérdida de elasticidad de la lima NiTi.
- Reconocer la zona de la lima NiTi que presenta mayor distorsión durante las preparaciones de conductos multiradiculares.

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Revisión de literatura

2.2 OBJETO DE ESTUDIO

Vida útil de las limas rotatorias de NiTi.

2.3 MATERIAL OBJETO DE ESTUDIO

37 artículos científicos sobre limas NiTi disponibles para la preparación de conductos multiradicales

2.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN

2.4.1 Criterios De Inclusión

Artículos del 2000 al 2011

Artículos en español e inglés

Artículos experimentales in vitro

Revisiones de literatura

2.4.2 Criterios De Exclusión

Fuente científicamente no avaladas.

2.5 UNIDADES DE ANÁLISIS

- Afectación de las características físicas de las limas NiTi protaper rotatorias durante la preparación del conducto.
- Número de preparaciones en las que se hace evidente el desgaste.
- Número de preparaciones en las que se hace evidente la pérdida de elasticidad de la lima NiTi.
- Zona de la lima NiTi que presenta mayor distorsión durante las preparaciones de conductos multiradicales.

2.6 PROCEDIMIENTO

Se realizó una revisión de La Literatura_cuyo objeto de estudio fue la vida útil de las limas rotatorias de NiTi.

Estrategias para la búsqueda de la evidencia

Para la búsqueda de la información, se realizó en las siguientes bases de datos: PUBMED y EBSCO.

Los siguientes criterios de inclusión fueron escogidos inicialmente para seleccionar los artículos potenciales de los resultados publicados en el resumen: artículos del 2000 al 2011, experimentales in vitro, revisiones de literatura.

Descriptores de búsqueda: limas NiTi, flexibilidad, Resistencia, fractura, propiedades. NiTi files, flexibility, strength, fracture properties

Búsqueda y selección de la información: se seleccionaron inicialmente los artículos que en el título incluían los descriptores de búsqueda, luego fueron seleccionados los artículos que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión, basado en sus resúmenes. Posteriormente se analizó el artículo completo.

La selección de artículos fue realizada por todas las investigadoras, dos analizaron la base de datos EBSCO y dos PUBMED. Se realizó la selección de resúmenes de forma independiente por dos investigadores.

término de búsqueda	PUB MED		EBSCO	
	ARTÍCULOS	FULL TEXT	ARTÍCULOS	ELEGIDOS
NiTi files	181	18	37	7
NiTi file Flexibility	21	0	59	3
NiTi file Strenght	10	1	68	2
NiTi file fracture	46	2	68	2
NiTi file propiedades	52	1	50	6
TOTAL	310	22	283	20
Total artículos analizados	22 PUBMED + 20 EBSCO= 42			

Los artículos seleccionados se sometieron a un examen más detallado, teniendo en cuenta las unidades de análisis de la investigación, para lo cual se realizó una tabla de evidencia en dónde se evaluó el contenido de cada artículo.

Luego de definir la metodología para la búsqueda y selección de la información, ésta se organizó teniendo en cuenta las unidades de análisis establecidas en este proyecto, utilizando para ello una matriz bibliográfica que incluía datos como el año de publicación, título del artículo, autor, objeto de estudio, metodología, resultados y conclusiones.

Las unidades de análisis definidas para el presente estudio, fueron:

- Afectación de las características físicas de las limas NiTi protaper rotatorias durante la preparación del conducto.
- Número de preparaciones en las que se hace evidente el desgaste.
- Número de preparaciones en las que se hace evidente la pérdida de elasticidad de la lima NiTi.
- Zona de la lima NiTi que presenta mayor distorsión durante las preparaciones de conductos multiradicales.

2.7 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Datos bibliográficos	Tipo de estudio	población	Palabras clave	Variable	Resultados	Conclusiones	Intervenciones y comparadores	Medidas de resultados	Valoración general	Nivel de evidencia	Grado de recomendación

3 RESULTADOS

De una muestra inicial de 42 artículos científicos sobre limas NiTi disponibles para la preparación de conductos multiradicales, fueron analizados 37, después de haber eliminado 4 por repetición y 1 por literatura gris. Fueron incluidos 35, entre los que se encuentran estudios experimentales in vitro, revisiones de literatura.

Afectación de las características físicas de las limas NiTi protaper rotatorias durante la preparación del conducto.

Característica	artículo	resultados
resistencia a la fatiga	Vieira E, Franca C, Martins R, Buono V, Bahia M. Influence of multiple clinical use on fatigue resistance of ProTaper rotary nickel-titanium instruments. International Endodontic Journal 2008; 41: 163–172.	La resistencia a la fatiga de los instrumentos utilizados se redujo, pero ningún cambio significativo se observó entre los instrumentos usados para la configuración de los canales de cinco y ocho molares. La experiencia del operador afectó la aparición de la deformación plástica y fractura durante la conformación.
resistencia a la fractura	Peng B, y Shen, GSP Cheung, Xia T. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: longitudinal examination. International Endodontic Journal 2005; 38: 550–557.	27 instrumentos se separan con una longitud media de la fractura de 3,67 mm de la punta. De estos, dos archivos mostraron fractura macroscópicamente torsional y los otros mostraban signos de fatiga por flexión. Sólo un archivo que no se había fracturado mostró visibles defectos de deformidad.
Flexibilidad	Grazziotin R et al. Flexibility of K3 and ProTaper Universal Instruments. Braz Dent J (2011) 22(3): 218-222.	La flexibilidad de los instrumentos del sistema K3 disminuyó con el aumento de diámetro, con independencia del número de usos. Entre los instrumentos del sistema ProTaper Universal, las limas presentan una mayor flexibilidad que los archivos de acabado. F2 y F3 fueron los instrumentos por lo menos flexibles, y la flexibilidad F4 y F5 presenta valores similares a los de la F1.
eficiencia	Aguirre G, F Geraldés, JC Rivas, I Nogueira, I Bonetti-Filho, C García, R Leonardo. Efectividad de las	No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, se observó un desgaste más uniforme en las paredes

	Técnicas y Rotatoria oscilatoria en la preparación Conductos radiculares de conformación de ovalada. www.actaodontologica.com/ediciones/2007/4/tecnicas_rotatoria_oscilatoria_conductos_radiculares.asp.	dentinarias por la instrumentación con los sistemas Profile y Endo-Eze asociados
--	---	---

Número de preparaciones en las que se hace evidente el desgaste.

Resultado	articulo
A menor aumento (60 a 200 veces), todos los instrumentos fracturados presentan superficies lisas fractura y perpendicular a su eje. Hubo una reversión en la dirección de las espirales en relación con su dirección original, cuando los archivos se han presentado a la torsión hacia la derecha. A la vanguardia había observado patrones de surcos de mecanizado que pueden actuar como recaudadores de estrés durante la carga, y a mayor aumento (2.000x), se observó que la superficie de fractura presenta una fractura típica dúctil presentar hoyuelos y microporos.	Uchôa T et al. The Fracture Evaluation of NiTi SMA Endodontics Files. Materials Research 2007;10(4): 395-398.
El uso clínico del Profile .04 series 29 rebasó las recomendaciones del fabricante en cuanto al número de usos de 8 preparaciones de molares antes de presentar desgaste y fractura.	Ramírez M, Alvarado G, López M, Bustillos N, de la Garza F, Bolaños O. Frecuencia de separación y rebase del instrumento Profile. Rev Odontol Latinoam, 2009; 1(2): 33-37.
Los instrumentos Profile están diseñados para preparar un máximo de ocho conductos; si se aumenta sustancialmente la cantidad de conductos confirmados con ellos, se aumenta el riesgo de fractura de las limas.	Astorga M, Dosal F, D'Acuña E. Comparación "In Vitro" del Desgaste de la Pared Furcal en Molares Mandibulares Humanos Usando Instrumentación Mecanizada con Conicidad .06 y Manual con Limas K. Revista Dental de Chile 2001;92(1):35-41.

Número de preparaciones en las que se hace evidente la pérdida de elasticidad de la lima NiTi.

Resultado	articulo
La flexibilidad de los instrumentos del sistema K3 disminuyó con el aumento de diámetro, con independencia del número de usos. Entre los instrumentos del sistema ProTaper Universal, las limas de se presentan una mayor flexibilidad que los archivos de acabado. F2 y F3 fueron los instrumentos por lo menos flexibles, y la flexibilidad F4 y F5 presenta valores similares a los de la F1.	Grazziotin R et al. Flexibility of K3 and ProTaper Universal Instruments. Braz Dent J (2011) 22(3): 218-222.
Se pudo observar que observar que no se encontraron diferencias estadísticas en relación con el número de usos. Sin embargo, el sistema K3 mostró una mayor resistencia a la fatiga por flexión en comparación con el sistema Endosequence (p <0,01). El número de veces considerado seguro antes de la pérdida de flexibilidad del instrumento es de 5 pero se ha llegado hasta 7 usos sin pérdida de flexión.	Brisighello L, Gavini G, Figueiredo G, Shimabuko D. Flexural fatigue resistance of ro tary systems and k3 Race becau e of the use. Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo 2008; 20(3): 237-46.

Zona de la lima NiTi que presenta mayor distorsión durante las preparaciones de conductos multiradicales.

Resultado	articulo
La longitud de los fragmentos rotos fue significativamente más corta en los instrumentos de manuales respecto a los rotatorios, la localización de defectos fue significativamente más cerca de la punta (P <0,05).	Cheung G, Bian Z, Shen Y, Peng B, Darvell B. Comparison of defects in ProTaper hand-operated and engine-driven instruments after clinical use. International Endodontic Journal 2007; 40: 169–178.
los instrumentos protaper se separan con una longitud media de la fractura de 3,67 mm de la punta. El examen de la región de 3.1-4.1 mm de otros instrumentos no fracturados revelaron la presencia de microgrietas, restos de la superficie, las picaduras y / o desgaste de los bordes de corte.	Peng B, Shen G, Cheung, Xia T. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: longitudinal examination. International Endodontic Journal 2005; 38: 550–557.

4 DISCUSIÓN

En cuanto a la afectación de las características físicas de las limas NiTi protaper rotatorias durante la preparación del conducto la literatura reporta cambios a nivel de resistencia a la fractura, resistencia a la fatiga del material, pérdida de flexibilidad y disminución de la eficiencia del instrumento, al respecto Vieira 2008, sostiene que el uso de los instrumentos rotatorios ProTaper permite la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares de hasta ocho molares sin fractura, el autor indica que la resistencia a la fatiga de los instrumentos utilizados se reduce con el uso entre 5 y 8 preparaciones, pero no se observa ningún cambio significativo entre los instrumentos utilizados para la configuración de los canales de cinco y ocho molares preparados por el mismo operador, la diferencia más evidente se relaciona con la experiencia del operador la cual afectó la aparición de la deformación plástica y fractura durante la conformación³⁶. Por otro lado Peng y colaboradores, 2005, indican que el uso múltiple de S1 ProTaper presenta una baja prevalencia de la deformación plástica y la mayoría de los instrumentos S1 ProTaper no presentan un signo perceptible de desgaste, por lo cual es necesario realizar estudios que permitan establecer el modo de falla y el papel de las partículas de suciedad en el mecanismo de fractura de las limas³⁷. Por su parte, Grazzoni, indica que la flexibilidad de los instrumentos del sistema K3 disminuyó con el aumento de diámetro, con independencia del número de usos. Entre los instrumentos del sistema ProTaper Universal, F2 y F3 fueron los instrumentos

menos flexibles, y la flexibilidad de los F4 y F5 presenta valores similares a los de la F1.³⁸

En cuanto al número de preparaciones en las que se hace evidente el desgaste, según Ramírez y colaboradores, 2009, el uso clínico del Profile .04 series 29 alcanzó e incluso excedió las recomendaciones del fabricante en cuanto al número de usos de 8 molares. En relación al instrumento Profile .04 series 29, debido a su difícil remoción al ser fracturado y su bajo potencial para ser rebasado, recomiendan utilizarlos con un máximo de 8 molares, para mantener el índice de fractura al mínimo. Al respecto Astorga, 2009 indica que con limas del sistema Profile .06 (conicidad del 6%) están diseñados para preparar un máximo de ocho conductos; si se aumenta sustancialmente la cantidad de conductos confirmados con ellos, se aumenta el riesgo de fractura de las limas.³⁹ Por su parte Grazzioni 2011 sostiene que en cuanto al número de usos, los instrumentos de creación del sistema ProTaper universal presentan una menor flexibilidad después del tercer uso, en comparación con los de usos 0 y 1, y mantiene la misma flexibilidad después del uso quinto⁴⁰.

Respecto al número de preparaciones en las que se hace evidente la pérdida de elasticidad de la lima NiTi, Brisighello y colaboradores, 2008 observaron que no se encontraron diferencias estadísticas en relación con el número de usos. Sin embargo, el sistema K3 mostró una mayor resistencia a la fatiga por flexión en comparación con el sistema Endosequence ($p < 0,01$), los resultados de este

estudio muestran que el número de usos no influyó en la resistencia a la flexión de la fatiga del sistema y el K3 Endosequence. La metodología fue esencial para la conclusión de que la variación en el grado de resistencia a la fatiga cíclica está relacionada con las características geométricas de los instrumentos, así como su cantidad de metal del instrumento, se encontró que los instrumentos K3 registraron casi el doble de tiempo para fractura. Grazziotin indica que la flexibilidad de los instrumentos del sistema K3 disminuye con el aumento de diámetro, con independencia del número ⁴¹de usos, los instrumentos de creación del sistema ProTaper universal presenta una mayor flexibilidad que los instrumentos de acabado⁴².

La información respecto a la zona de la lima NiTi que presenta mayor distorsión durante las preparaciones de conductos multiradicales según Peng 2005, de los 121 instrumentos que examinaron, 27 se separan con una longitud media de la fractura de 3,67 mm de la punta. De estos, dos archivos mostraron fractura macroscópicamente torsional y los otros mostraban signos de fatiga por flexión, sólo un archivo que no se había fracturado mostró visibles defectos al detener la preparación. El examen de la región de 3.1-4.1 mm de otros instrumentos no fracturados revelaron la presencia de microgrietas, restos de la superficie, las picaduras y / o desgaste de los bordes de corte. Al respecto Cheung 2007 encontró que el 14% de los instrumentos rotatorios se fracturaron, la longitud de los fragmentos fracturados fue significativamente más corta en los instrumentos

manuales que en los rotatorios ($P < 0,05$), la localización del inicio de la separación o apertura de los instrumentos rotatorios fue a los 2.4 ± 0.4 mm de la punta en cuanto a la longitud de la rosca se encontró que el defecto comienza a los 3.7 ± 1.4 mm.⁴³

5 CONCLUSIONES

Las limas rotatoria protaper difieren en su geometría en cuanto a diámetro, conicidad, segmentos, ángulo de corte, plano radial, diseño de punta, paso de la rosca, cuerpo de la lima, sin embargo sea cual sea su geometría inicial esta sufre algún grado de afectación de las características físicas de las limas NiTi protaper rotatorias durante la preparación del conducto.

Dentro de las características físicas que se afectan con mayor frecuencia según lo reportado por la literatura científica se encuentran los cambios a nivel de resistencia a la fractura, resistencia a la fatiga del material, pérdida de flexibilidad y disminución de la eficiencia del instrumento a causa del agotamiento del material.

En cuanto al número de preparaciones en las que se hace evidente el desgaste se reporta un uso ideal entre 5 y 7 preparaciones antes de manifestar condiciones de deterioro que dejen prever riesgo de fractura o fractura inminente, sin embargo el número de preparaciones depende no sólo de las características de la lima sino del operador, el tipo de conducto, la longitud a desgastar, entre otras.

El número de preparaciones en las que se hace evidente la pérdida de elasticidad de la lima NiTi difiere entre marcas, sin embargo se reporta que la pérdida de elasticidad se encuentra a un máximo de 8 preparaciones, depende también de la habilidad del operador y de las condiciones propias del paciente.

La flexibilidad del NiTi lo convierte en un material ideal para su uso en la fabricación de instrumentos endodóncicos. Las limas de NiTi rotatorias, pueden mejorar de forma importante la capacidad de los odontólogos para instrumentar conductos radiculares curvos. Es necesario investigar más para definir mejor las limitaciones y resistencias del NiTi, y para determinar los diseños de las limas y las técnicas que permitan sacar el máximo provecho al material.

La zona de la lima NiTi que presenta mayor distorsión durante las preparaciones de conductos multiradicales se reporta a los 3,6 mm de la punta, sin embargo puede encontrarse entre los 3 y 6 mm un desgaste significativo y microgrietas que reducen la vida útil del instrumento.

Se concluye que la vida útil de las limas rotatorias de NiTi, se ve afectada por diversas condiciones tanto intrínsecas (flexibilidad, capacidad de carga, geometría), como externas (habilidad del operador, características morfológicas del conducto), sin embargo es claro que el uso promedio antes de perder sus condiciones optimas y bajo una adecuada manipulación, se encuentra entre 5 y 8 preparaciones.

6 RECOMENDACIONES

Realizar estudios comparativos entre las limas rotatorias y manuales en cuanto a la vida útil de cada una.

Adelantar investigaciones para definir mejor las limitaciones y resistencias de las limas rotatoria y manuales de NiTi, y para determinar los diseños de las limas y las técnicas que permitan sacar el máximo provecho a dichos instrumentos.

Actualizar periódicamente los adelantos científicos respecto a los materiales y técnicas que surgen para el manejo y preparación de conductos multiradicales.

7 BIBLIOGRAFÍA

¹ Sánchez J, Garzón J, Martínez J, Villavicencio J, Cárdenas R. Estudio comparativo del trabajo biomecánico del sistema Protaper y la instrumentación manual in vitro. Revista ADM 2008;LXV(3):126-132.

² Grazziotin R et al. Flexibility of K3 and ProTaper Universal Instruments. Braz Dent J (2011) 22(3): 218-222.

³ Cheung, G, Bian, Z, Shen, Y, Peng, B, Darvell, B. Comparison of defects in ProTaper hand-operated and engine-driven instruments after clinical use. International Endodontic J. 2006. 40. pp. 169-178.

⁴ Clauser, T, Baumann, M. Protaper NT system. Dent Clin N Am. 2004. 48. pp. 87-111

⁵ Alves, Claro, Uzumaki, Wear resistance of nickel–titanium endodontic files after surface treatment. J Mater Sci: Mater Med. 2008. 19. pp. 3273–3277.

⁶ Astorga,M. "In Vitro" Study of the Erosion from the Furcal Wall in Human Mandibular Molars Using Mechanic Instrumentation with a Conicity of .06 (OF 6%). Revista Dental de Chile. 2001; 92 (1):
Página 36.

⁷ Peng, B, Shen, Y, Cheung, P, Xia, T. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: longitudinal examination. International Endodontic Journal. 2005. 38. pp. 550 – 557.

⁸ Sánchez J, Garzón J, Martínez J, Villavicencio J, Cárdenas R. Estudio comparativo del trabajo biomecánico del sistema Protaper y la instrumentación manual in vitro. Revista ADM 2008;LXV(3):126-132.

⁹ Grazziotin R et al. Flexibility of K3 and ProTaper Universal Instruments. Braz Dent J (2011) 22(3): 218-222.

¹⁰ Cheung, G, Bian, Z, Shen, Y, Peng, B, Darvell, B. Comparison of defects in ProTaper hand-operated and engine-driven instruments after clinical use. Interntional Endodontic J. 2006. 40. pp. 169-178.

¹¹Clauuder, T, Baumann, M. Protaper NT system. Dent Clin N Am. 2004. 48. pp. 87-

¹² Vieira E, Franca C, Martins R, Buono V, Bahia M. Influence of multiple clinical use on fatigue resistance of ProTaper rotary nickel-titanium instruments. *International Endodontic Journal* 2008; 41: 163–172.

¹³ Herrera De Luna AF y cols. *Evaluación del sistema Pro-taper*. Dentsply International.. 2004. 61 (1); 5:14

¹⁴ Peng, B, Shen, Y, Cheung, P, Xia, T. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: longitudinal examination. *International Endodontic Journal*. 2005. 38. pp. 550 – 557.

¹⁵ Sánchez MJ y cols. *Protaper e instrumentación manual*. Revista ADM 2008;LXV(3):126-132

¹⁶ Alves, Claro, Uzunaki, Wear resistance of nickel–titanium endodontic files after surface treatment. *J Mater Sci: Mater Med*. 2008. 19. pp. 3273–3277.

¹⁷ Astorga, M. “In Vitro” Study of the Erosion from the Furcal Wall in Human Mandibular Molars Using Mechanic Instrumentation with a Conicity of .06 (OF 6%). *Revista Dental de Chile*. 2001; 92 (1): Página 36.

¹⁸ Siragusa, M y Racciatti, G. INSTRUMENTOS ENDODONTICOS DE ULTIMA GENERACION. Análisis de su capacidad de tallado Apical.

-
- ¹⁹ Yeguez, M. Aleación de Níquel – titanio y su uso en endodoncia.2000. Home Ediciones. Volumen 38 N° 1.
- ²⁰ Alves, Claro, Uzumaki, Wear resistance of nickel–titanium endodontic files after surface treatment. J Mater Sci: Mater Med. 2008. 19. pp. 3273–3277
- ²¹ Rapisarda, Bonaccorso, Tripi, Fragalk, Condorelli. The effect of surface treatments of nickel-titanium files on wear and cutting efficiency. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2000. 89. pp. 363-368.
- ²² Rapisarda, Bonaccorso. Ibid. pg. 7
- ²³ Herrera y colaboradores. Evaluación de la transportación y ensanchamiento in-vitro del sistema Pro-taper.2004. Revista ADM ;LXI(1):5-13
- ²⁴ Betancourt, H. P.; Aracena, R. D. & Bustos, M. D. Estudio comparativo *in vitro* de la calidad de obturaci.n del sistema ProTaper Universal Manual, versus el sistema de condensaci.n lateral. *Int. J. Odontostomat.*, 5(1):49-53, 2011.
- ²⁵ Arantes, L y colaboradores. Evaluación De La Instrumentación De Conductos Radiculares Con Limas Manuales Y Rotatorias De Níquel-Titanio - Aspecto Morfológico De Las Limas Antes Y Despues. Acta Odontológica Venezolana - VOLUMEN 46 N° 3 / 2008.

-
- ²⁶ Vieira, E, Franca, E, Martins, R, Buono, V, Bahia, M. Influence of multiple clinical use on fatigue resistance of ProTaper rotary nickel-titanium instruments. International Endodontic Journal. 2008. 41. pp. 163 – 172
- ²⁷ Aguirre G y colaboradores. Effectiveness of root canal rotary and oscillatory perapapration techniques in flattened root Canals. Acta Odontológica Venezolana. 2007.45 (4);1:8
- ²⁸ Vieira, E, Ibid. pg..
- ²⁹ Vieira, E, ibid, pg.
- ³⁰ García,C. Técnica de Stress Mínimo: Conformación Mecanizada Segura. Sociedad de endodoncia de Chile. Disponible desde internet en: www.socendochile.cl.
- ³¹ Azuero,M y col. Principios y generalidades de la instrumentacion mecanica del sistema de conductos radiculares en endodoncia. 2006.Pontificai a Universidad javeriana. Postgrado de endodoncia. Facultad de Odontología.
- ³² Vieira, E, ibid pg.
- ³³ Yeguez, M. Aleación de Níquel – titanio y su uso en endodoncia.2000. Home Ediciones. Volumen 38 N° 1

-
- ³⁴ Sánchez MJ y cols. *Protaper e instrumentación manual*. Revista ADM 2008;LXV(3):126-132
- ³⁵ Ramírez-Salomón MA y cols. Frecuencia de separación y rebase del instrumento Profile. (2009) Vol. 1 | Núm. 2 | pp 33-37.
- ³⁶ Vieira E, Franca C, Martins R, Buono V, Bahia M. Influence of multiple clinical use on fatigue resistance of ProTaper rotary nickel-titanium instruments. International Endodontic Journal 2008; 41: 163–172.
- ³⁷ Peng B, Shen G, Cheung, Xia T. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: longitudinal examination. International Endodontic Journal 2005; 38: 550–557.
- ³⁸ Grazziotin R et al. Flexibility of K3 and ProTaper Universal Instruments. Braz Dent J (2011) 22(3): 218-222.
- ³⁹ Astorga M, Dosal F, D'Acuña E. Comparación "In Vitro" del Desgaste de la Pared Furcal en Molares Mandibulares Humanos Usando Instrumentación Mecanizada con Conicidad .06 y Manual con Limas K. Revista Dental de Chile 2001;92(1):35-41.
- ⁴⁰ Grazziotin R et al. Flexibility of K3 and ProTaper Universal Instruments. Braz Dent J (2011) 22(3): 218-222.

⁴¹ Brisighello L, Gavini G, Figueiredo G, Shimabuko D. Flexural fatigue resistance of rotary systems and K3 Race because of the use. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo* 2008; 20(3): 237-46.

⁴² Grazziotin R et al. Flexibility of K3 and ProTaper Universal Instruments. *Braz Dent J* (2011) 22(3): 218-222.

⁴³ Cheung G, Bian Z, Shen Y, Peng B, Darvell B. Comparison of defects in ProTaper hand-operated and engine-driven instruments after clinical use. *International Endodontic Journal* 2007; 40: 169–178.