



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO CUEPI
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

TESIS

**“INCIDENCIA DE FRACTURAS EN DOS TÉCNICAS DE
INSTRUMENTACIÓN PROTAPER UNIVERSAL Y HYFLEX CM.”**

PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

PRESENTA:

C.D. Aurora Erandi Pérez Anguiano.

ASESOR DE TESIS: C.D.E.E. Martín Alberto Loeza Ramírez.
COASESOR: Dra. Deyanira Serrato Ochoa.

MORELIA, MICHOACÁN
NOVIEMBRE 2012
MÉXICO

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación
Protaper universal y Hyflex CM.”



DEDICATORIA

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.” ---

*A mi Mamá,
Por ser la creadora de mi existencia, mujer visionaria, gracias mami, sin tu
apoyo y acertada guía no hubiese emprendido esta enriquecedora
experiencia.*

*A mi Papá,
Ejemplo de tesón académico, tus pasos han guiado los míos, tú bata blanca
impuso esta necesidad de ayudar a través de mis manos, combinando ciencia
y humanidad*

*A mi Hermana,
Citlali, siempre dispuesta a compartir y regalar una sonrisa.*

*A mi esposo Juan Pablo
Como agradecer tu paciencia y el darme fuerza para no desistir hasta llegar a
la meta. Te amo*

*A mis hijos Pablo y Ailish
Luz de mis ojos, fuente de inspiración cotidiana, gracias por recordarme con
carcajadas lo hermosa que es la vida.*

*Este logro es para ustedes
LOS AMO.*



AGRADECIMIENTOS

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Agradezco a Dios por colocar las personas indicadas en tiempo y espacio.

Sra. Bety, muchas gracias porque a su cuidado deje el mejor regalo de vida, mis hijos. Su apoyo, paz y frases de aliento están marcados en mi corazón.

A mis asesores:

- Dr. Martin Loeza, gracias por su tremenda labor de enseñanza, por compartirme su valioso conocimiento y experiencia, admiro su entrega, dedicación y apoyo. Agradezco las desveladas, las llamadas de atención que provocaron en mi una exigencia en el trabajo, por enseñarme a dudar y comprobar, por ser el ejemplo de que la práctica endodóntica puede ser apasionante, que siempre existe algo nuevo por aprender. Es invaluable todo lo vivido ha sido un honor tenerlo como profesor y amigo.

- Dra. Deyanira Serrato, admiro su lucha estoica por concluir este proyecto que parecía tan lejano.

- Dra. Adriana Arenas, gracias por las aportaciones otorgadas en la práctica cotidiana, por esa retrospectiva de vida que me regalo al profundizar en lo que soy y como quiero proyectarme, por enfatizar que la búsqueda de la felicidad es un rompecabezas, que cada pieza es fundamental y que en ausencia de ese equilibrio el éxito no puede ser alcanzado.

- Dr. Fernando Fernández, gracias por su enfoque ecuánime, así como, la paciencia al guiarme con consejos prácticos ante la duda de un tratamiento, aminorando con su experiencia el estrés de enfrentarme a un nuevo reto.

- A todos los profesores que aportaron su empeño, tiempo y criterio en mi formación académica y desarrollo personal, MUCHAS GRACIAS.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”



ÍNDICE

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

1. TITULO.....	8
2. GLOSARIO.....	10
3. RELACIÓN DE FIGURAS.....	14
4. RESUMEN.....	19
5. PALABRAS CLAVE.....	21
6. INTRODUCCIÓN	23
7. ANTECEDENTES	26
8. JUSTIFICACIÓN.....	44
9. OBJETIVO GENERAL.....	46
10. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	48
11. HIPÓTESIS.....	50
12. MATERIALES Y MÉTODOS.....	52

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

13. RESULTADOS.....	54
a) Clasificación del estudio.....	55
b) Universo de estudio.....	55
c) Criterios de inclusión.....	55
d) Criterios de exclusión.....	56
e) Preparación de la muestra.....	56
f) Instrumentación.....	59
g) Evaluación estadística.....	66
 14. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	 67
 15. CONCLUSIÓN.....	 74
 16. RECOMENDACIONES.....	 76
 17. BIBLIOGRAFÍA.....	 78

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.” ---



1. TITULO



“INCIDENCIA DE FRACTURAS EN DOS TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN PROTAPER UNIVERSAL Y HYFLEX CM.”



2. GLOSARIO

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

ÁNGULO HELICOIDAL: Es el ángulo formado entre las estrías y el eje axial del instrumento.

CM: Siglas que se designan al control de memoria de la aleación Níquel titanio.

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL NI TI: Está determinada por la relación proporciones y características de las 3 fases microestructurales: austenita, martensita, y R de fase.

CONTROL DE MEMORIA: Programación del Ni ti eliminando su memoria metálica, permitiendo un pre curvado.

CURVATURA: Angulación del conducto radicular.

DEFORMACIÓN ELÁSTICA: Deformación durante la aplicación de una carga, desapareciendo al eliminarla (reversión).

DEFORMACIÓN PLÁSTICA: Deformación permanente en el material posterior a la aplicación de una carga.

ELECTROPULIDO: Terminado de superficie en algunos metales.

FASE AUSTENITA: Fase de aleaciones Ni Ti, en reposo.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

FASE DE TRANSFORMACIÓN: Movimiento atómico de la aleación Níquel- Titanio, entre un estado y otro. Fase austenita - fase R - fase martensita.

FASE MARTENSITA: Fase de aleaciones Ni Ti en movimiento y tensión.

FASE R (romboédrica): Fase de transformación de aleaciones Ni Ti, intermedia entre austenita y martensita la cual, puede ser torsionada.

FLEXIBILIDAD: Fuerza que se utiliza para provocar una flexión en un cuerpo. Es inversamente proporcional a la fuerza, es decir, a mayor flexibilidad de un cuerpo, menor es la fuerza necesaria para provocar la flexión.

FRACTURA: Separación de un instrumento, rebasando su límite elástico (deformación máxima que puede tolerar). La lima alcanzará su límite plástico y se separará.

FRACTURA CÍCLICA: Tipo de fractura causada por el stress y por la propia fatiga del metal.

FRACTURA TORSIONAL: Se presenta cuando un instrumento generalmente la punta queda trabada en dentina, mientras su eje continúa en rotación excediendo el límite de elasticidad, provocando su separación.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

NÍQUEL TITANIO: Aleación metálica, resulta de la íntima unión del níquel y titanio, la cual es utilizada para fabricación de limas endodónticas, su nombre genérico es Nitinol.

Ni Ti: Abreviatura del Níquel-Titanio.

PLASTICIDAD: Capacidad que tiene un material para sufrir grandes deformaciones permanentes, sin alcanzar la ruptura.

RESISTENCIA A FRACTURA: Propiedad física, capacidad de un material para soportar una carga sin separarse.

RIGIDEZ TORSIONAL: Capacidad de un material para resistir las cargas sin sufrir deformaciones (resistencia a la torsión).

SECCIÓN TRANSVERSAL: Es la figura geométrica obtenida mediante un corte perpendicular de un instrumento, esto será una característica clave para distinguirlo.

SUPERELASTICIDAD: Propiedad de ciertas aleaciones metálicas de retornar a su forma original.

TRATAMIENTO TÉRMICO: Proceso complejo de modificaciones térmicas empleadas al fabricar limas Ni Ti, la finalidad de estos ajustes es, programar los enlaces atómicos estructurales, buscando mejorar el comportamiento mecánico del instrumento.



3. RELACIÓN DE FIGURAS

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

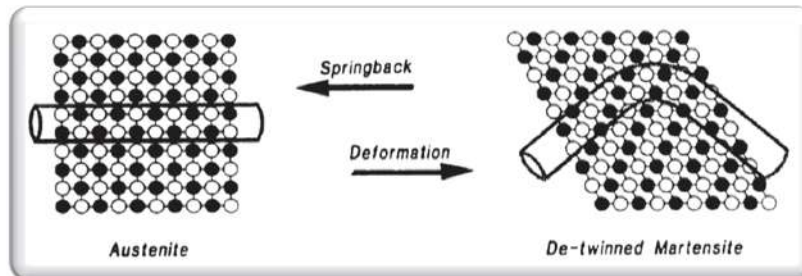


Fig. 1- Representación
esquemática de
superelasticidad Ni ti.

Thompson 2000

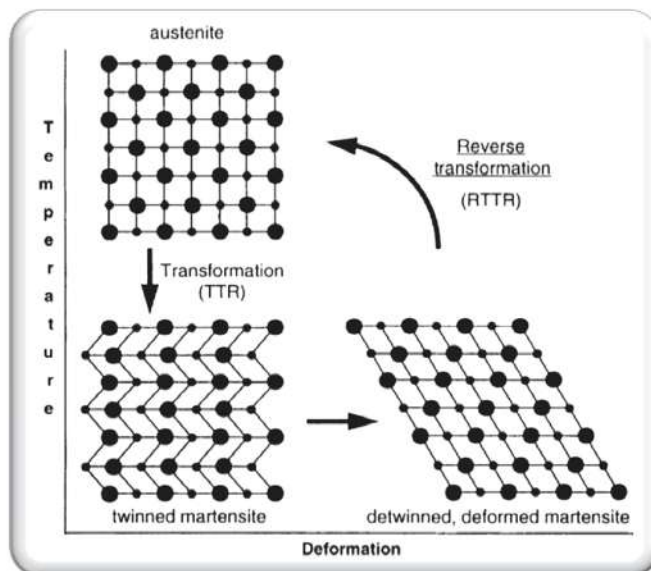


Fig. 2.-Representación
esquemática de transformación
martensita, y reversión. Memoria
de aleación Ni ti.

Thompson 2000

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

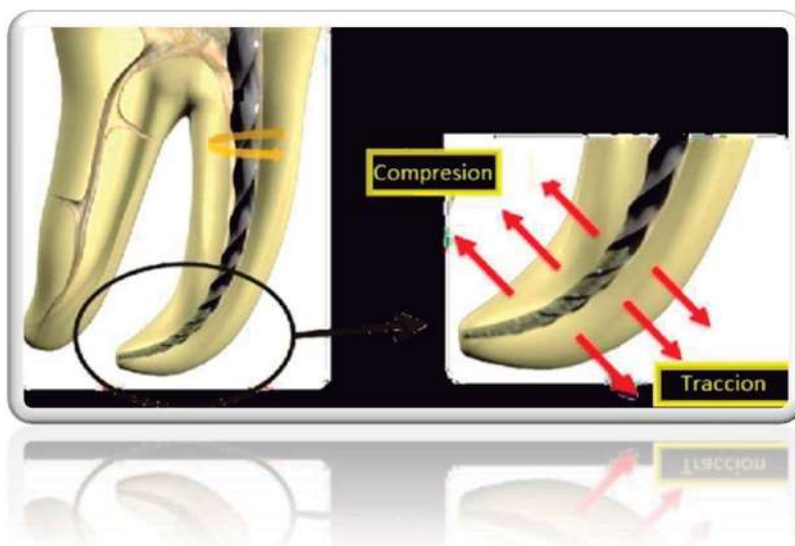


Fig. 3 Tensión en el punto máximo de curvatura de una lima Ni ti en rotación.



FIG. 4 Dispositivo, que permitirá la estandarización de toma radiográfica.

Fuente. Ana Bautista



FIG. 5 Impresión de las muestras en llave de silicona, previa a su evaluación radiográfica

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

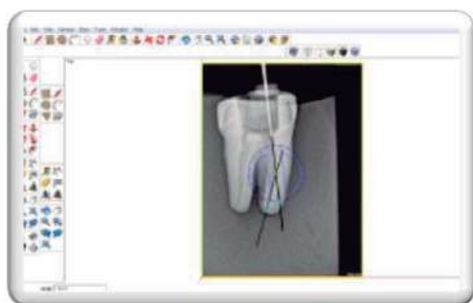


FIG. 6 Evaluación
radiográfica, del grado de
curvatura utilizando programa
SketchUp 8.

Fuente directa



FIG. 7 y 8 Sistema Protaper
Universal.

Fuente www.densply-asia.com

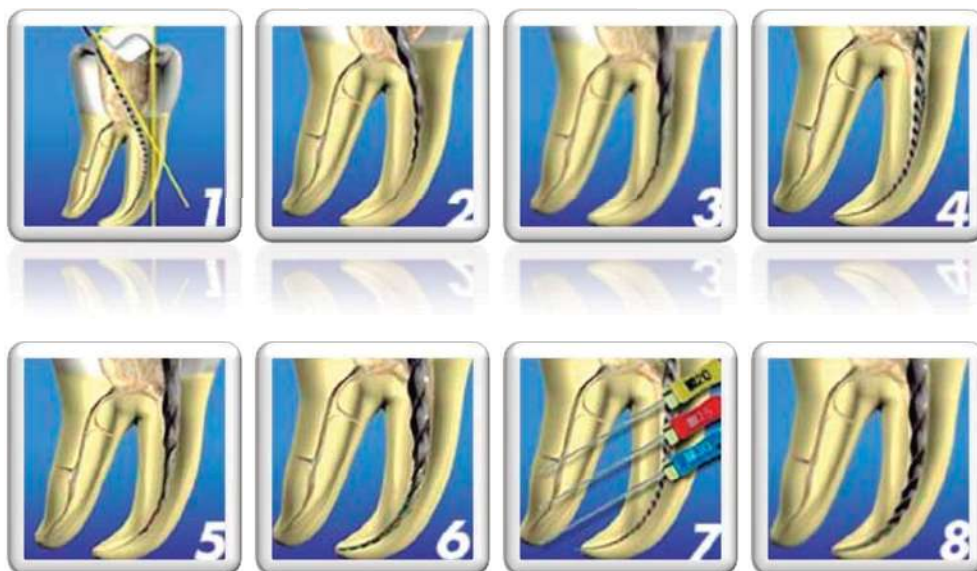


FIG. 9 Técnica
de
Instrumentación
Sistema
Protaper
Universal.

Fuente:
www.densply-asia.com

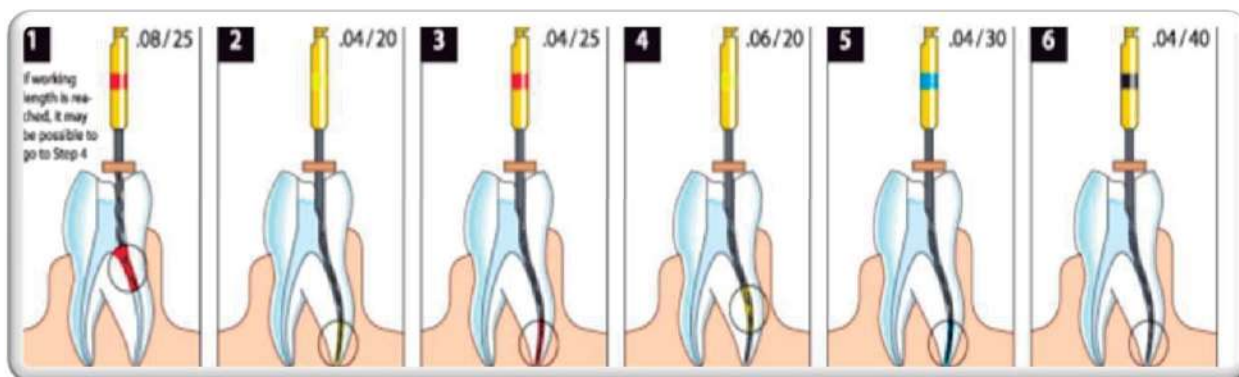
“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”



FIG. 10 Sistema Hyflex CM

Fuente:

www.coltene.com/index_en.php



**FIG. 11.- Técnica de Instrumentación
Hyflex CM.**

Fuente: www.coltene.com/index_en.php

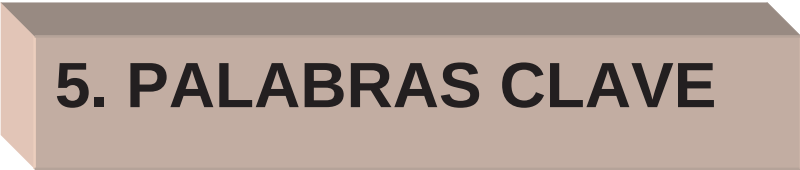


4. RESUMEN

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

El objetivo de este estudio es realizar una revisión bibliográfica referente a incidencia de fracturas al utilizar los sistemas rotatorios Protaper Universal y HyFlex CM.

Materiales y métodos: Investigación literaria estratégica en: Journal of endodontics, International Endodontic Journal, revistas científicas de impacto indexadas en Pubmed, durante el periodo 2006 - 2012, libros y páginas oficiales. **Resultados:** Cuarenta conductos mesiales de primeras y segundas molares mandibulares, serán clasificados, con una curvatura de 25° a 45° utilizando en método de Schneider, las muestras serán divididas en dos grupos, e instrumentadas de acuerdo a instrucciones del fabricante. La incidencia de fractura será documentada, el grado de deformación, se evaluará por observación clínica. Los resultados se determinarán mediante la prueba estadística T student. **Conclusión:** La revisión literaria pretende aportar referencia del número de usos que proporcionen seguridad al utilizar el sistema Hyflex CM y Protaper Universal. Los reportes encontrados revelan en el sistema Hyflex CM, aumento de flexibilidad, deformación plástica visual así como, su reversión, con el ciclo de esterilizado, ventajas que proporcionan información adicional en la práctica clínica. **Propuesta para trabajos futuros:** Realizar estudio *in vitro*, con la metodología propuesta, el objetivo, obtener la primera referencia de incidencia de fracturas y deformación plástica al utilizar el sistema Hyflex CM y compararlo con el sistema Protaper Universal.



5. PALABRAS CLAVE

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Níquel-titanio, Fractura, Tratamiento térmico, Control de memoria.



6. INTRODUCCIÓN

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Uno de los objetivos de la terapia radicular es la limpieza y conformación del sistema de conductos (Schilder ,1974). La fractura de instrumentos puede impedir que este objetivo sea alcanzado, comprometiendo el pronóstico del tratamiento endodóntico.

El níquel-titanio (Ni Ti) en el campo de la endodoncia ha demostrado ser más flexible al compararlo con los instrumentos de acero inoxidable. La aleación Ni Ti cuenta con propiedades de “superelasticidad” y “memoria”, capacidad del instrumento de ser flexionado y regresar a su forma original (Walia, *et. al.*, 1986).

Sin embargo, existe un límite a la cantidad de flexión que el instrumento puede soportar. Cuando este, es superado el instrumento sufre deformación o fractura. La adecuada limpieza y conformación de los conductos radiculares severamente curvados puede ser difícil y aumenta la posibilidad de separación del instrumento rotatorio.

La necesidad de mejorar, eficiencia y seguridad en limas rotatorias de Ni Ti sugiere, modificaciones en el proceso de fabricación y uso de nuevas aleaciones con mayores propiedades mecánicas que reduzcan la incidencia de fracturas.

A pesar de la flexibilidad en los instrumentos níquel titanio, continúa representando especial atención su fractura. Desde la introducción de dicha aleación se han comercializado diversos sistemas.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Las limas rotatorias Protaper, se crearon con el objetivo, de instrumentar conductos curvos y estrechos, simplificando la práctica endodóntica. El sistema original ha sufrido pequeñas modificaciones, evolucionando en su diseño, actualmente denominado, Protaper Universal, sistema ampliamente estudiado por las características que presenta: conicidad variable que permite una preparación radicular con base cervical amplia y respeto al foramen apical con diámetros pequeños, sección transversal triangular convexa disminuyendo el contacto, instrumento y pared dentinaria, separación amplia entre las estrías de corte, permitiendo una extrusión efectiva de detritus, reduciendo, la posibilidad de torsión, el instrumento F3 presenta profundas ranuras en forma de U para compensar el aumento de conicidad, este diseño, disminuye la masa metálica y mejora su flexibilidad.

Sin embargo a pesar de dichas mejoras, el instrumento puede presentar separación de manera inesperada en cualquier etapa de la preparación radicular.

Recientemente un nuevo sistema llamado Hyflex CM es introducido el cual cuenta con modificaciones en tratamiento térmico y porcentajes de aleación, el fabricante destaca sus características, mayor flexibilidad hasta un 300 % al compararlo con Ni ti convencional, control visual ante deformación plástica aumentando la seguridad de su uso. Debido a su nueva introducción es poca la literatura, pero de acuerdo a las publicaciones el sistema Hyflex CM exhibe características prometedoras.

7. ANTECEDENTES

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

La preparación y obturación del sistema de conductos radiculares son dos fases importantes para el éxito del tratamiento endodóntico. Mientras que con la preparación se busca, limpieza y remoción de todo agente potencialmente irritante a los tejidos periapicales, con la obturación se pretende aislar el sistema de conductos del medio bucal y formar una barrera que impida la filtración de líquido tisular al espacio radicular (Shildler, 1974; Cohen 2001; Walton, Torabinejad, 1996).

Preparar el sistema de conductos radiculares, suele ser una tarea difícil de cumplir especialmente cuando se intenta preparar conducto calcificados y curvos. Esta compleja anatomía sumada a las propiedades físicas de los instrumentos suelen dar lugar a errores de procedimiento. Un error frecuente es la fractura del instrumento de Níquel-Titanio (Ni-Ti), la separación de un instrumento en el interior del conducto radicular, complica el tratamiento, pudiendo comprometer su pronóstico (Gambarini, 2001).

En 1915 fueron desarrolladas las limas de acero inoxidable por la empresa Kerr Mfg.Co., razón de su denominación, tipo K. En 1976 fue aprobada la especificación 28 del ADA (American Standards Institud) la cual, dicta las características de manufactura. La diferencia básica de los instrumentos tipo K reside, en la figura geométrica del vástago de origen (Manoel Edoardo, 2009).

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Por muchos años las limas manuales, fueron los únicos instrumentos de elección para el tratamiento de conductos. El acero inoxidable es un metal fuerte pero, tiene el inconveniente de ser muy rígido; esto puede hacer que la lima no siga la forma original del conducto radicular, modificando su anatomía, dando como resultado, escalones, transportación, perforación o pérdida en longitud de trabajo (Soares, *et. al.*, 2002; Cohen, 2008; Gambarini, *et. al.*, 2009). Sin embargo, los instrumentos de acero inoxidable, presentan una ventaja ampliamente comentada por diversos autores, exhiben deformación plástica al exceder su límite de tensión, proporcionando al clínico, señal de alerta ante una separación inminente. (Parashos y Messer, 2004; Ankrum, *et. al.*, 2004; Pruett, *et. al.*, 1997; Arens, *et. al.*, 2003).

En un intento por superar los efectos indeseables de los instrumentos de acero inoxidable, se propuso la utilización de Níquel Titanio (Ni Ti), aleación desarrollada en 1963 en la artillería Naval Americana, utilizándose en esta industria y por la NASA. Civjan en 1975, menciona sus propiedades, destacando, biocompatibilidad, menor corrosión, superelasticidad y resistencia. Walia y col 1988, fueron los primeros utilizar, alambre ortodóntico denominado Nitinol, en la fabricación de limas endodónticas. Los resultados arrojados por pruebas mecánicas en su estudio, demostraron, que las limas de Nitinol poseían dos o tres veces mayor flexibilidad al compararlas con acero inoxidable, así como, resistencia superior a fractura por torsión; Concluyeron que las limas endodónticas creadas a partir de Ni Ti podrían ser especialmente útiles en preparación de conductos radiculares curvos.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

La aleación Ni Ti más utilizada en la fabricación de limas endodónticas, se compone de Níquel (56%) y Titanio (44%), su término genérico es Nitinol 55. La unión de estos dos elementos da como resultado un enlace atómico, con capacidad innata de modificar su estructura ante una tensión o modificación de temperatura.

Dentro de las propiedades sobresalientes de instrumentos Ni Ti destacan “memoria” y “súper elasticidad” (Fig. 1, 2), resultado del movimiento atómico en su estructura. Cuando el instrumento se encuentra en reposo es denominado fase matriz o austenita; al aplicar una tensión, se transforma en fase martensita, la cual; es reversible (Thompson, 2000; Bahia, *et. al.*, 2006).

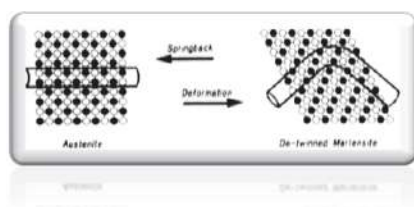


Fig. 1- Representación esquemática de superelasticidad Ni ti.

Thompson 2000

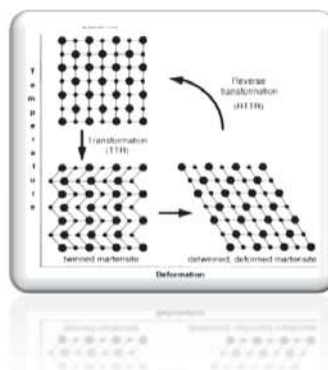


Fig. 2.-Representación esquemática de transformación martensita, y reversión. Memoria de aleación Ni ti.

Thompson 2000

La flexibilidad Ni Ti le permite al instrumento, movimientos de rotación continua, mayor adaptación a la morfología radicular sin necesidad de pre-curvar el instrumento, obteniendo, preparaciones radiculares más centradas con su propio eje. (Cheng, *et. al.*, 2009; Walton R, Torabinejad, 1996; Soares, 2002).

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Debido a las características del Níquel-Titanio, la práctica clínica pareció ser más segura, disminuyendo la posibilidad de modificar configuración original del conducto radicular, sin embargo, el riesgo de fractura, ha aumentado, pudiendo presentarse de manera inesperada, incluso al utilizar instrumentos nuevos. Una desventaja del Níquel-Titanio, es su dificultad de observar clínicamente deformación plástica.

Con el propósito de entender y evitar las causas predisponentes ante la fractura, se han realizado diversas investigaciones (Gabel, *et. al.*, 1999; Yaret, *et. al.*, 2000; Parashos, *et. al.*, 2004).

Torsión y flexión son situaciones que pueden llevar al instrumento Ni-Ti a su fractura (Sattapan, *et. al.*, 2000a). Fractura por torsión, se produce cuando alguna porción del instrumento, generalmente la punta queda trabada en el conducto, mientras su eje sigue en rotación (Larsen, *et. al.*, 2009; Plotino, *et. al.*, 2009). Así, el límite elástico (resistencia ante la deformación permanente) es superado, iniciando una deformación plástica (Sattapan, *et. al.*, 2000; Gene, 2009), este tipo de fractura es asociada a una presión apical excesiva e instrumentos de conicidades pequeñas (Berutti, *et. al.*, 2003; Kuhn, *et. al.*, 2002).

La fractura cíclica es causada por stress y fatiga del metal, en esta circunstancia el instrumento gira libremente en un conducto, a longitud de trabajo; debido al movimiento repetido de flexión y deflexión, presenta cambios estructurales en el punto máximo de tensión, conduciéndolo a su posible separación. Este tipo de fractura está asociada a

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

instrumentos con conicidades mayores, los cuales presentan menor flexibilidad y al abuso en su utilización. (Larsen, *et. al.*, 2009; Plotino, *et. al.*, 2009).

Si bien, son múltiples los factores que podrían influir en fracturas de instrumentos, los de mayor relevancia son : complejidad anatómica, experiencia y habilidad del operador así como la determinación del número de usos, técnica de preparación, diseño y procesos de fabricación (Parashos, *et. al.*, 2004; Mandel, *et. al.*, 1999; Mesguez, *et. al.*, 2003; Shen, *et. al.*, 2009; Cheung, *et. al.*, 2010).

La complejidad anatómica del sistema de conductos, representa un verdadero reto clínico (Walia, *et. al.*, 1988). Pruett y col 1997, mencionan; la fatiga del metal, como el factor más importante que conduce a fractura, particularmente en preparaciones de conductos curvos, donde la mitad del instrumento se somete a tensión (exterior de la curva) y la otra mitad a compresión (interior de la curva).Fig. 3

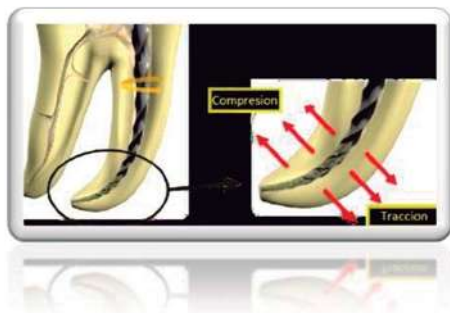


Fig. 3 Tensión en el punto máximo de curvatura de una lima Ni ti en rotación.

Necchi y col 2008, comentan; factores como el arco, grado de curvatura, y localización de la parte curvada generan estrés en una lima en rotación y deben de ser considerados al evaluar el riesgo de fractura. Los instrumentos Ni-ti son a menudo utilizados sin control, desarrollo de destreza o evaluación de factores predisponentes.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

No existe un consenso entre el número de usos que proporcionen seguridad al utilizar un sistema rotatorio Ni Ti, esto dependerá de las variaciones anatómicas y propiedades mecánicas del instrumento. Sin embargo; algunos autores han informado que se pueden utilizar en un máximo de diez conductos, o preparar cuatro molares, sin aumento de incidencia de fracturas (Yared, *et. al.*, 1999; Peters, *et. al.*, 2002).

Por el contrario, Svec y Powers en 2002, reportaron signos de deterioro de todos los instrumentos en su estudio después de sólo un uso. Los fabricantes recomiendan descartar los instrumentos posteriores a preparaciones con curvaturas acentuadas, pero no ofrecen ningún estudio que lo respalde.

Numerosas técnicas de instrumentación han sido diseñadas para mejorar la preparación radicular de conductos curvos; Clem en 1969, propone la técnica apico-coronal (Step-back), la cual consiste en ampliación secuencial de apical a cervical, el aumento del diámetro en las limas y los retrocesos de 0.5 a 1,0 mm de la longitud de trabajo, crea diseños cónicos con base cervical y vértice apical. Marshall F. J. y Pappin 1980, publicaron la técnica Corono-Apical o Step-Down sin presión, en la cual utilizan fresas Gates-Glidden y limas de mayor diámetro en los dos tercios coronarios del conducto radicular, utilizando, a continuación, limas de menor diámetro en sentido corono-apical hasta alcanzar la longitud deseada. Albert Goergi y col 1982, desarrollaron una técnica de instrumentación para conductos radiculares de molares, la cual consiste en tres etapas operatorias: 1. Apertura coronal, 2. Apertura radicular y 3. Preparación apical. La

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

instrumentación inicia preparando el tercio cervical, con avances progresivos hacia apical, con limas de menor diámetro, creando un acceso recto al tercio apical disminuyendo su estrés.

Diversos sistemas rotatorios han sido introducidos en la instrumentación endodóntica, su finalidad, mejorar las propiedades mecánicas de las limas Ni Ti, al no existir una especificación que dicte su manufactura, las casas comerciales proponen variaciones en diseño, así como; área transversal, ángulo de corte, punta, conicidad, distancia entre las estrías, características que hacen que cada instrumento limpie y prepare el conducto radicular de manera diferente.

El área transversal es un parámetro útil en la determinación de sus propiedades flexión (distribución de tensión durante la carga). Schafer y col 2003, investigaron la correlación entre el aumento del área de sección transversal y conicidad, reportando; disminución en su flexibilidad. Hayashi y col 2007, llegaron a la conclusión que la carga de flexión de los instrumentos con sección transversal rectangular, fue inferior a los instrumentos que tenían la geometría triangular. Sin embargo, un aumento del diámetro del instrumento y aumento correspondiente de la sección transversal puede contribuir a aumentar la resistencia a fracaso torsional (Parashos y Messer, 2006).

Diemer y Calas 2004, investigaron, la influencia del numero de espirales a lo largo del instrumento (pitch), reportando, a menor distancia de separación, serán más propensos a ser atornillados, por la incapacidad de eliminación efectiva de la viruta dentinaria al

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

exterior.

El sistema Protaper Universal (Dentsply Maillefer, Baillegues, Suiza), fue desarrollado para facilitar la instrumentación de conductos curvos y estrechos. Las limas se crean a partir de aleación Ni ti convencional, anexando modificaciones en su diseño pretendiendo mejoría en seguridad y eficacia. El sistema consta de 6 limas, tres de conformación, SX abridor radicular, S1 y S2 con diámetros en la punta D1 de 0.19, 0.17 y 0.20 mm y tres limas de acabado apical, la F1, F2, F3. Existe una serie extra F4 y F5 para preparaciones amplias, los diámetros en la punta D1 son: 0.20, 0.25, 0.30, 0.40 y 0.50 mm. West J y col 2006, destacan las características del sistema puntualizando sus ventajas: Sección triangular convexa, diseño que reduce el área de contacto entre el filo cortante de la lima y la pared dentinaria, disminuyendo el estrés por torsión, pich variable que permite la extrusión adecuada de detritus, previene posible atornillamiento de la lima en su interior. Su conicidad variable le permite al instrumento trabajar zonas específicas, logrando una conformación radicular amplia con base cervical, y diámetros pequeños en apical, respetando la foramina. El instrumento F2 y F3 presentan, una sección transversal triangular con profundas ranuras en forma de U con la finalidad de aumentar su flexibilidad, disminuyendo su masa metálica (Unal, *et. al.*, 2009).

Avances en investigación y la necesidad de optimar propiedades del Ni-ti, ha llevado a los fabricantes a proponer modificaciones adicionales al diseño incluyendo procesos térmomecánicos, tratamiento térmico, químico, mecanizado y pequeñas variaciones en

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

la aleación. (Kuhn, *et. al.*, 2002; Kim, *et. al.*, 2010).

Miyai y col 2006, mencionan que mínimas modificaciones en porcentajes de Ni-Ti pueden dar lugar a grandes cambios en propiedades mecánicas.

Dentro de los procesos de manufactura de las limas Níquel titanio se encuentra el tratamiento de superficie denominado electropulido. En este proceso la aleación Ni Ti (actúa como ánodo) que es sumergido en una solución electrolítica (por lo general una combinación de ácidos) con carga negativa (cátodo). Una corriente suave pasa a través de la solución, causando, eliminación selectiva de pequeños defectos que sobresalen de su superficie, creadas por el desgaste en su fabricación.

Li U y col 2002, mencionan que el electropulido da como resultado disminución de, microgrietas, ranuras de fresado, hoyos, o cualquier; desperfecto capaz de servir como sitio de iniciación de fractura y su propagación ante una tensión.

Borgula 2005, reporta, aumento en la dureza del metal y resistencia ante fractura. Anderson y col 2007, confirman, disminución de imperfecciones superficiales e irregularidades comparadas con limas en las que no se realizó, el tratamiento, además de conferirle, mejoría ante fatiga cíclica y cargas de torsión dando como resultado disminución en incidencia de facturas (Tripi, *et. al.*, 2006). Uno de los sistemas que se fabrica bajo este proceso es EndoSequence TM, (Li U, *et. al.*, 2002; Kuhn, *et. al.*, 2001).

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

La superficie de los instrumentos (Ni-Ti) solo se creaba mediante desgaste. A partir de 2008, la compañía SybronEndo (Orange, CA, EUA) desarrollo un nuevo proceso de fabricación, limas creadas por torsión denominadas Twisted File (TF).

Su proceso, parte de un alambre Ni Ti en fase austenita, por medio de procesos térmicos, calentamiento y enfriamiento, se modifica el enlace atómico de la aleación llevándolo a una fase intermedia entre austenita y martensita llamada fase R o (rombohédrica), con posibilidad de girar sin fracturarse para obtener la forma deseada, el instrumento es sometido nuevamente a procesos térmicos hasta regresar a su fase inicial austenita, con ello; a sus propiedades de superelasticidad. Por último las limas se someten a electropulido, conservando de acuerdo al fabricante la dureza del metal, sin reducción del filo de sus bordes cortantes. Gambarini y col 2008, comprobaron que las limas TF son más resistentes a la fractura, comparándolas con limas creadas por desgaste.

Hyeon y col 2010, le confieren al instrumento características de superioridad ante fatiga cíclica, pero cuestionan su capacidad de corte.

La tecnología M wire en un proceso novedoso de fabricación de instrumentos introducido en 2008, el cual combina tratamiento térmico y modificaciones en porcentajes de aleación 55% Níquel y 44% de titanio, esta composición se le ha denominado Nitinol 508.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Su proceso parte de un alambre en bruto sometiénolo a tensiones específicas y tratamientos térmicos a diferentes temperaturas, dando como resultado una aleación tanto en fase martensita y pre-martensita R, permitiéndole un estado pseudoelástico. Los sistemas que introducen esta tecnología son: Profile Vortex, Reciproc, WaveOne. El fabricante afirma que los instrumentos con tecnología M wire, presenta características de superioridad ante fatiga.

Gao y col 2010, evaluaron; resistencia mecánica ante fatiga cíclica y torsional de los sistemas. EndoSequence y Profile Vortex (M Wire), reportando con el último, aumento del 400% ante fatiga cíclica y 150% ante fatiga torsional. Dicha tecnología representa un avance en las propiedades mecánicas, disminuyendo la incidencia de fracturas (Johnson, *et. al.*, 2008; Al-Hadlaq, *et. al.*, 2010).

Por el contrario; Gambarini y col 2008, no encontraron ninguna diferencia entre aleaciones con tecnología M-wire y tratamiento Ni ti convencional.

Un nuevo proceso de fabricación de instrumentos rotatorios ha sido introducido bajo el nombre de HyFlex CM (Coltène / Whaledent), comercializado en México a partir de 2012. Las limas Hyflex se producen a partir de una metodología innovadora, utiliza un complejo proceso térmico, con modificaciones en las proporciones de níquel-titanio anexando a la aleación cromo.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

De acuerdo con el fabricante cuenta con características superiores y únicas destacando. Control de memoria del metal (CM) permitiendo el pre curvado de instrumentos que hasta este momento solo se lograba con el acero inoxidable, una mejor distribución de tensión a lo largo del instrumento, por medio del enderezamiento de sus espirales.

Una ventaja del sistema CM es la comprobación visual ante deformación plástica, pudiendo alertar al clínico en prevención de fracturas.

Adaptación de forma reversible, mediante la aplicación de calor en los ciclos de esterilizado, el instrumento recupera completamente su forma original, señal que revela su reutilización con seguridad o por el contrario la necesidad de ser descartado.

Casper y col 2011, realizaron un estudio cuyo propósito fue comparar los efectos de múltiples ciclos de esterilizado en resistencia por torsión con tres nuevos sistemas rotatorios. Profile® Vortex™ a partir de alambre M-Wire™ (PV), limas Twisted File™ (TF), limas hechas con alambre CM™ (CM). Métodos: Los instrumentos PV, TF, y CM (n = 100; tamaño de 25/.04) se dividieron en cinco grupos (n = 20). Sometiéndose a diferentes ciclos de esterilizado en autoclave. Los instrumentos fueron probados en un torsiómetro de acuerdo con la norma ISO 3630-1. Resultados: los ciclos de esterilizado en autoclave no tuvieron efecto significativo en el rendimiento general de los instrumentos probados. PV y CM muestra una resistencia significativamente mayor a la carga de torsión que TF. Conclusiones: Los ciclos repetidos de esterilización, no afectó

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

la resistencia a torsión. Además, los instrumentos a partir de alambre CM™ tienen una ventaja combinada, mayor resistencia a torsión y deformación plástica previa a su fractura.

Shen y col 2011(a), realizaron un estudio, cuyo objetivo fue: examinar el comportamiento ante fatiga cíclica con dos aleaciones diferentes, Profile a partir Ni ti convencional e instrumentos Typhoon CM (TYP CM), con memoria controlada. Sus resultados arrojaron que los instrumentos CM, presentan un aumento de 300 a 800% en resistencia ante fatiga cíclica en relación a Profile. Sin embargo; el mecanismo fundamental para su mejor desempeño es incierto. Debido al desconocimiento del comportamiento de transformación, microestructura y fase inicial. Refieren, la necesidad de efectuar investigaciones que proporcionen, información adicional.

Testarelli y col 2011, Compararon las propiedades de flexión de los instrumentos Hyflex CM, EndoSequence, Pro File, Hero, y Flexmaster, conicidad 25.06, las limas se sometieron a prueba de rigidez de flexión al alcanzar una curvatura de 45 grados, por medio de, metodología de ensayo descrito en la norma ISO 3630-1. Reportando que Hyflex CM, es más flexible, con una diferencia significativa ($P < 0,05$) en comparación con los otros instrumentos analizados. Por lo cual concluyeron, aumento de flexibilidad de la aleación CM, resaltando el potencial del nuevo proceso de fabricación. Mencionando, menor porcentaje en peso de níquel (52% en peso) en la aleación.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Shen y col 2011(b), Examinaron por medio de calorimetría de barrido (DSC) y difracción de rayos X (XRD). El comportamiento de fase de transformación y microestructura de limas Ni Ti y el sistema CM (control de memoria). Utilizaron para el estudio instrumentos, EndoSequence (ES), ProFile (PF), ProFile Vortex (Vortex), Twisted Files (TF), Typhoon (TYP), y Typhoon CM (TYP CM), 25/.04. La microestructura se analizó mediante microscopio óptico y microscopía electrónica de barrido con rayos X de dispersión de energía de espectrometría (EDS). El análisis calorimétrico reportó que el alambre Ni Ti convencional presenta estructura austenítica a temperatura ambiente, mientras que alambre CM es una mezcla de estructura martensita y austenita. Su conclusión, las limas CM tiene cambios significativos en el comportamiento debido a su fase de transformación.

Shen y col 2012, realizaron un estudio, cuyo objetivo fue, examinar el comportamiento ante fatiga de instrumentos, (Ni ti) convencional y los elaborados a partir de aleación con memoria controlada (CM) en diferentes condiciones ambientales. Materiales y Métodos: Se utilizaron tres instrumentos Ni Ti convencional, Profile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), Tifón (Choice Dental, New Milford, (CT), y DS-SS0250425NEY (Choice Dental) y 2 nuevos instrumentos a partir de alambre CM Typhoon y DS-SS0250425NEY sometidos a flexión por rotación en una curvatura de 35 ° en diferentes medios: sin lubricación , en agua desionizada y EDTA al 17% , después de inmersión en hipoclorito de sodio al 6% durante 25 minutos. Resultados: Los instrumentos a partir del cable CM presento mayor resistencia de 4 a 9 veces, ante su

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

fractura al compararlos con los instrumentos convencionales de Ni Ti con el mismo diseño en varios ambientes ($P < .05$). Conclusión: La vida de fatiga de los instrumentos de CM es más largo en medios líquidos que en ausencia de ella. Además determinaron que ambos instrumentos Ni Ti contenían estructura austenítica (PF, TYP, NEYY) e instrumentos (CM y CM TYP NEYY) presentaban una mezcla de estructura martensita y austenita además de no ser susceptibles a corrosión.

Peters y col 2012, estudiaron *in vitro* las propiedades físicas de instrumentos rotatorios HyFlex CM con “control de memoria”. Metodología: La instrumentación se realizó en bloques de acrílico con angulación de 90° y radio 5 mm, de acuerdo a la técnica descrita por el fabricante, también evaluaron el límite de torsión (norma ISO3630-1) y límite de fatiga NCF (número de ciclos previos a su fractura). Resultados: No se reportó incidencia de fracturas. De los 60 instrumentos evaluados, 49 presentaron deformación plástica. Sin embargo, sólo el 37% continuó con algún signo de deformación posterior al ciclo de esterilizado. Concluyeron que los instrumentos Hyflex CM, son maleables, flexibles, presentan una resistencia ante torsión similar a instrumentos hechos con Ni Ti convencional. Resistencia mayor ante fatiga cíclica, en comparación con instrumentos previamente probados bajo condiciones similares.

El sistema Protaper Universal a partir de Ni Ti convencional, cuenta con investigaciones que respaldan su incidencia de fracturas *in vivo*.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Vieira y col 2009, investigaron el impacto de múltiples usos clínicos sobre el comportamiento de torsión en el sistema Protaper Universal. Metodología: Se realizó en vivo, por endodoncistas con experiencia, cada sistema que es usado en cinco molares. Después de su uso clínico, los instrumentos S1, S2, F1 y F2 se analizaron para determinar los daños por microscopía óptica y electrónica de barrido. Su inspección determinó que las limas S1 y S2 sufrieron deformación plástica debido a la fatiga torsión en conductos curvos. Los cuales fueron reemplazados por instrumentos nuevos. Los juegos utilizados, junto con un grupo control, se pusieron a prueba basada en la especificación (ISO 3630-1). Los resultados arrojaron que el uso de instrumentos Protaper Universal realizado por endodoncistas con experiencia, permitió la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares de cinco molares sin presentar fractura utilizando limas S1, S2, F1 y F2.

Wu y col 2011, estudiaron los factores que influyen en la fractura al reutilizar los instrumentos ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Materiales y métodos: 2.654 conductos fueron instrumentados en la práctica clínica de acuerdo a indicaciones del fabricante, utilizaron motor eléctrico (X-SMART, Dentsply Maillefer) con contrángulo de reducción 16:1 con diferentes torques (1,5 para S2; 2,0 para la F1, 3,0 para SX, S1, F2 y F3) y rotación (250 rpm). Los instrumentos fueron descartados al presentar defectos perceptibles o fractura. Cada instrumento se limitó a preparar 3 molares, 10 o 30 piezas anteriores o premolares. La incidencia de fracturas se determinó basándose en el número de dientes o conductos tratados. Los aspectos

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

analizados del instrumento fracturados incluyeron, grado de curvatura radicular, longitud, localización y diámetro. Resultados: La incidencia global de fracturas fue 2,6%, según el número de órganos dentarios instrumentados y 1,1% de acuerdo con el número de conductos. Debido al aumento en su diámetro el instrumento F3 presento una incidencia mayor de separación. El 91,4% de las fractura se presentaron en la porción apical, 54,2% ocurrió en los conductos severamente curvos, ángulos mayores a 25 grados. Concluyeron: El tamaño de lima en rotación y la anatomía del órgano dental a evaluar, influyeron en la separación al reutilizar el sistema Protaper Universal.



8. JUSTIFICACIÓN

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Posibles estrategias para aumentar la eficiencia y seguridad al utilizar limas rotatorias Ni Ti sugiere avances tecnológicos en el proceso de fabricación o uso de nuevas aleaciones que ofrezcan mejores propiedades mecánicas.

El tratamiento térmico de aleaciones de Ni Ti para endodoncia es un avance en su manufactura, pero existe muy poca información al respecto.

Los instrumentos de Ni Ti HyFlex CM se fabrican con una tecnología innovadora que utiliza un proceso único capaz de controlar la memoria metálica, permitiendo un pre curvado. Lo cual puede ser de gran utilidad al preparar con ductos con curvaturas abruptas.

El fabricante afirma que estas limas poseen características superiores de flexibilidad y resistencia ante fatiga cíclica en comparación con los sistemas convencionales Ni Ti.

El objetivo de este trabajo consiste en realizar, revisión bibliográfica que reporte la incidencia de fracturas y deformación plástica de los sistemas Hyflex CM y Protaper Universal.

9. OBJETIVO GENERAL

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Indicar a través de revisión literaria científica, una metodología eficaz en la evaluación de incidencia de fracturas al utilizar los sistemas Protaper universal y Hyflex CM.

10. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Identificar mediante la revisión bibliográfica, el número de usos reportados previos a la fractura o deformación de los sistemas Hyflex CM y Protaper Universal .
- Identificar mediante la revisión bibliográfica, reportes de deformación plástica en ambos sistemas.



11. HIPÓTESIS

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

HIPÓTESIS DE TRABAJO.

La metodología empleada nos permitirá evaluar si el sistema Hyflex CM, (Ha) presentara menor incidencia de fracturas en comparación al sistema Protaper Universal (Hb).

Ht: $H_a < H_b$

HIPÓTESIS NULA.

La metodología empleada nos permitirá evaluar si el sistema Hyflex CM, (Ha) presentara, incidencia de fracturas similar al sistema Protaper Universal (Hb).

H0: $H_a = H_b$

12. MATERIALES Y MÉTODOS

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Para sugerir el mejor método, de evaluación de incidencia de fracturas se realizó una revisión literaria estratégica en: Journal of Endodontics, Journal International Endodontics, Revistas científicas de impacto indexadas en Pubmed, durante el periodo 2006 - 2012. Libros y páginas oficiales de los sistemas Protaper Universal y Hyflex CM.

13. RESULTADOS

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

a) CLASIFICACIÓN DEL ESTUDIO

- Transversal.
- Prospectivo.
- Comparativo.

b) UNIVERSO DE ESTUDIO

El estudio se realizará en 40 conductos mesiales de molares inferiores humanos de reciente extracción, con conductos curvos, permeables con forámenes independientes y ápices completamente formados.

c) CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

Molares inferiores humanos con:

- Curvaturas radicales con angulación de 25° a 45 ° de acuerdo al método de Schneider.
- Ápices totalmente formados.
- Conductos permeables.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

d) CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Conductos con curvatura menor de 25° o mayor a 45°.
- Molares con formación radicular incompleta.
- Conductos radiculares calcificados o atrésicos.
- Raíces con reabsorción interna o externa.
- Conductos que presenten pérdida de permeabilidad durante la instrumentación.

La metodología será dividida en cuatro etapas:



e) PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.

Se seleccionara una muestra de 48 molares mandibulares de reciente extracción por razones periodontales, caries no tratable o indicaciones protésicas.

1.- Las muestras recolectadas serán mantenidas en formalina al 10% previo a su limpieza y desinfección. La limpieza, consistirá en, eliminación de posible tejido periodontal adherido y cálculos dentales.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

El proceso desinfección se realizara introduciendo las muestras en una solución de NaOCl al 2% durante 3 minutos y finalizara con un enjuague a chorro de agua. Las muestras se almacenaran en un medio líquido, agua y glicerina al 50%, en contenedores plásticos asignándole una codificación, hasta el momento de su utilización.

Impresión de las muestras.

-Se confeccionara una mufla de polivinilsiloxano (Speedex®, Coltène Whaledent), impresionando cada muestra, con la finalidad de permitir su adaptación a un aparato posicionador para su evaluación radiográfica.

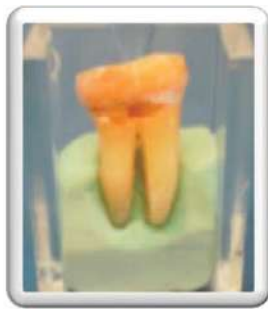


FIG. 5 Impresión de las
muestras en llave de silicona,
previa a su evaluación
radiográfica

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

2.- ACCESO CORONAL.

El acceso coronario se realizara, utilizando una fresa de bola de carburo tallo largo #4 (JET Carbide Burs®) con movimientos de cepillado e irrigación abundante, eliminando el techo cameral hasta observar la entrada de los conductos en piso de cámara pulpar, verificándola con un explorador DG16 (American Eagle ®), continuando con el alisado de paredes utilizando una fresa Endo-Z (Dentsply®). Se comprobara, permeabilidad de los conductos mesiales, con limas manuales de acero inoxidable tipo k # 15 o 20 a longitud total.

3.-EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA:

- Con el objetivo de estandarizar la técnica radiográfica, se utilizara un dispositivo de acrílico, adaptándose por un extremo al cono del aparato de rayos X, el extremo contrario cuenta con dos espacios uno para la colocación del sensor del radiovisiografo (RVG 6000 kodak), el otro, para la adaptación de la mufla creada para cada muestra, asegurando una misma guía de inserción. Fig. 4



FIG. 4 Dispositivo, que permitirá la estandarización de toma radiográfica.

Fuente. Ana Bautista

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Las imágenes radiográficas obtenidas, se llevaran al programa de cómputo SketchUp 8, para su trazado y determinación del grado de curvatura de acuerdo al método de Schneider. Fig. 6

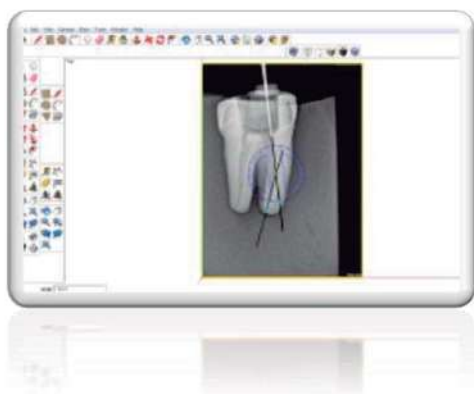


FIG. 6 Evaluación
radiográfica, del grado de
curvatura utilizando programa
SketchUp 8.

Fuente directa

f) INSTRUMENTACIÓN:

Las 40 muestras serán divididas al azar en dos grupos de 20 conductos cada uno. Grupo I (n=20), Grupo II (n=20).

- La longitud total se establecerá utilizando una lima K, # 15 o 20 a foramen apical, se le restara 0.5 mm tomando esta, como longitud de trabajo.
- La Irrigación de los conductos durante la instrumentación se realizara con hipoclorito de sodio al 5,25% con volumen de 1 ml antes y después de cada instrumento.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Se corroborara la permeabilidad con lima manual número #15 o 20 entre cada instrumentación.
- Se utilizara un set de limas por cada 6 conductos instrumentados.
- Se utilizara el motor Endo-Mate TC NSK con velocidad de 250 a 350 rpm (grupo I) ,500 rpm (grupo II).

Protocolos de instrumentación :

Grupo I: Instrumentación de 20 conductos mesiales de molares mandibulares, con el sistema ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) de acuerdo a instrucciones del fabricante.

Limas Protaper universal ®. Fig. 7 y 8



PROTAPER®
UNIVERSAL

FIG. 7 y 8 Sistema Protaper Universal.

Fuente

www.dentsplyasia.com

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE,

- Localizar el orificio de entrada al conducto radicular.
- Usar previamente una lima manual ISO 15 hasta encontrar la resistencia. (Fig. 9-1).



Fig. 9-1 Fuente www.densply-asia.com

- Usar la lima de preparación S1 con movimiento de cepillado hasta la misma distancia que llegó la lima manual # 15 (Fig. 9-2).



Fig. 9-2 Fuente www.densply-asia.com

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Crear un acceso recto al orificio del conducto con el abridor SX hasta encontrar resistencia (Fig. 9-3).



Fig. 9-3 Fuente www.densply-asia.com

- Siempre irrigar y confirmar que existe un camino permeable del conducto con una lima manual ISO #15.
- Establecer longitud de trabajo.
- Usar la limas de conformación S1 y S2 (movimiento de entrada y salida) llegando en cada inserción a mayor profundidad hasta alcanzar la longitud de trabajo (Fig. 9. 4, 5).

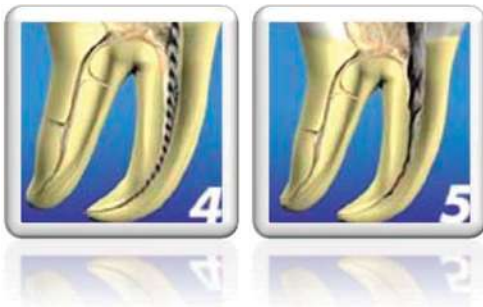


Fig. 9.4, 5 Fuente www.densply-asia.com

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- La lima F1 es llevada cuidadosamente a longitud de trabajo e inmediatamente se retira (Fig. 9-6).



Fig. 9-6 Fuente www.densply-asia.com

- Determinación del diámetro inicial con limas manuales (Fig. 9-7).



Fig. 9-7 Fuente www.densply-asia.com

- Elección del diámetro correcto de acabado apical.

- De acuerdo al diámetro final elegido para la preparación, utilizar las limas (F2 y F3) con movimiento de cepillado hasta longitud de trabajo (Fig. 9-8).



Fig. 9-8 Fuente www.densply-asia.com

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

GRUPO II :

Instrumentación de 20 conducto mesiales de molares mandibulares, con el sistema Hyflex CM (Coltène / Whaledent) de acuerdo a instrucciones del fabricante. Fig. 10

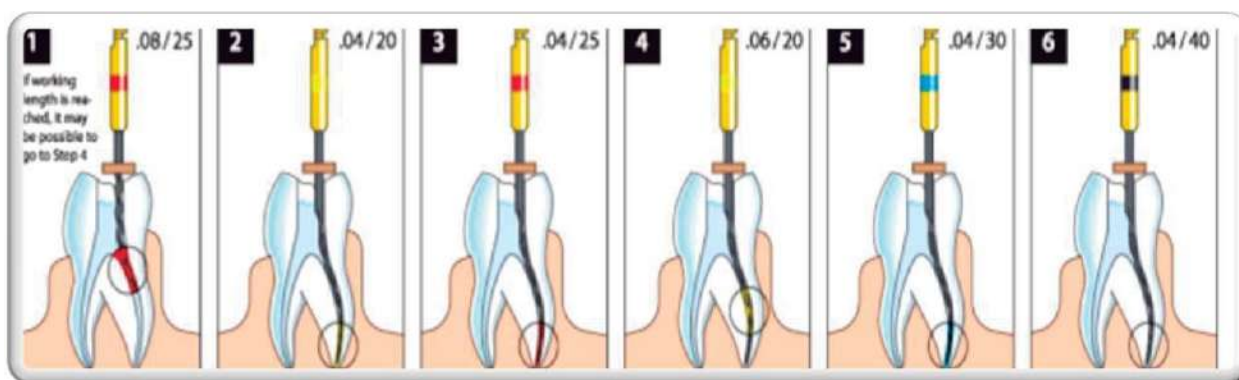


FIG. 10 Sistema Hyflex CM

Fuente:

www.coltene.com/index_en.php

- INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE. Fig. 11



**FIG. 11.- Técnica de
Instrumentación Hyflex CM.**

Fuente:

www.coltene.com/index_en.php

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Realizar acceso coronal en línea recta, verificar la permeabilidad del conducto con una lima manual de # 20/02.

- La instrumentación se realiza en 5 pasos:

PASO 1:

- Se inicia con un abridor de orificio 25/08, con presión apical suave, con pequeños movimientos de entrada y salida hasta encontrar resistencia. Corroborar, permeabilidad con una lima manual 20/02, irrigación y lubricación en cada paso.

PASO 2:

- Se utiliza la lima 20/04 a longitud de trabajo, con presión apical suave, haciendo pequeños movimientos de entrada y salida. En caso de encontrar resistencia, se utiliza una lima manual 20/02, para comprobar la permeabilidad.

PASO 3:

- Introducción de la lima 25/04 a longitud de trabajo, con movimiento suave sin ejercer presión hacia apical. Si encuentra resistencia, vuelva al paso anterior. Utilice una lima manual 20/02, para comprobar la permeabilidad.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- PASO 4:

Introducción de la lima 20/06 para conformación del tercio medio del conducto radicular, puede llevarse a longitud de trabajo, con suave presión hacia apical, haciendo pequeños movimientos de entrada y salida. Si se encuentra resistencia, se retoma el paso anterior. Corroborando su permeabilidad.

- PASO 5:

Se introduce la lima 30/04 a longitud de trabajo para aumentar diámetro apical, sin ejercer presión y realizando pequeños movimientos de entrada y salida. Si se encuentra resistencia, se retoma el paso anterior, corroborando su permeabilidad.

- PASO 6:

Se finalizara el tratamiento con la lima 40/04 a longitud de trabajo, sin ejercer presión con pequeños movimientos de entrada y salida. Si se encuentra resistencia, vuelva al paso anterior, corroborando su permeabilidad.

g) EVALUACIÓN ESTADÍSTICA.

Los datos obtenidos del proceso de experimentación, incluirá información referente a: incidencia de fracturas y determinación de deformación plástica por medio visual de grupo 1 (Protaper Universal) y grupo 2 (Hyflex CM). El análisis comparativo será realizado mediante la prueba estadística t de Student.

14. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

La determinación del número de usos que un instrumento rotatorios Ni ti puede operar con relativa seguridad se estableció, tomando con base estudios realizados , del sistema Protaper Universal, debido a su reciente introducción el sistema Hyflex CM no cuenta con información referente a incidencia de fracturas

Wolcott y col 2006, realizaron un estudio clínico, cuyo objetivo fue establecer, incidencia de fracturas o el número de usos que el sistema rotatorio Protaper, puede ser utilizado de manera segura. El tamaño de la muestra fue 4,652 conductos radiculares incluidos en un grupo de práctica durante un período de 17 meses. Reportaron una tasa global de fracturas en instrumentos del 2,4%, no encontraron diferencias significativas en los cuatro primeros usos, comentaron que los errores de procedimiento ocurren con frecuencia a partir del quinto uso , esto lo atribuyen al aumento del diámetro de la lima F3 y la disminución de su flexibilidad. Los resultados de este estudio indican que los instrumentos rotatorios Protaper Universal pueden ser reutilizados con seguridad cuatro veces. Concluyen que el diámetro de los instrumentos rotatorios, así como diversos factores, determinarán el número de usos y la seguridad al utilizarlos.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Ounsi y col 2007, evaluaron la resistencia ante fatiga cíclica de los instrumentos rotatorios ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), posterior a su uso in vivo en conductos rectos o curvos. Metodología: El numero de la muestra incluyo 20 sistemas. La evaluación ante resistencia cíclica la realizaron accionado el instrumento en un bloque de acero, girando con libertad, hasta su fractura. El número de rotaciones previas a la falla así como, la longitud del fragmento separado fue comparado, con los datos obtenidos de instrumentos nuevos. Concluyeron, que los instrumentos Protaper F3 son altamente susceptibles a fatiga cíclica y deben reutilizarse con precaución, independientemente si se utilizan para conformación de conductos rectos o curvos.

Vieira y col en 2009, investigaron el impacto de múltiples usos clínicos sobre el comportamiento de torsión en el sistema Protaper Universal. Metodología: Fue realizado en vivo por endodoncistas con experiencia, cada lima S1, S2, F1 y F2 se limito a instrumentar cinco molares. Después de su uso clínico, los instrumentos se analizaron para determinar los daños estructurales mediante la observación en microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido. Su inspección determino que los instrumentos S1 y S2 presentaban deformación plástica debido a la fatiga por torsión en conductos curvos. Los cuales fueron reemplazados por instrumentos nuevos. Los juegos utilizados, junto con un grupo control, se sometieron a prueba de torsión basada en la especificación ISO 3630-1. Los resultados arrojaron que el uso de instrumentos Protaper Universal realizado por endodoncistas experimentados,

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

permitió la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares de cinco molares sin presentar fractura utilizando limas S1, S2, F1 y F2.

La metodología descrita en la investigación realizada por Wu y col 2011, es la elegida como metodología base, proponiendo pequeñas modificaciones.

Wu y col 2011, estudiaron los factores que influyen en la fractura al reutilizar instrumentos ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Materiales y Métodos: 2.654 conductos fueron instrumentados en la práctica clínica de acuerdo a indicaciones del fabricante, utilizando el motor eléctrico (X-SMART, Dentsply Maillefer) con contrángulo de reducción 16:1 con diferentes torques (1,5 para S2; 2,0 para F1, 3,0 para SX, S1, F2 y F3,) y rotación (250 rpm).

Los instrumentos fueron descartados al presentar defectos perceptibles o fractura. Cada instrumento se limitó a preparar 3 molares, 10 premolares o 30 piezas anteriores. La incidencia de fracturas se determinó basándose en el número de dientes o conductos tratados. Los datos analizados fueron, tamaño del instrumento, longitud y localización de la fractura, y el grado de curvatura radicular. Resultados: La incidencia global de instrumentos fracturados durante la preparación fue 2,6%, de acuerdo al número de órganos dentarios y 1,1% referente al número de conductos. Debido a su diámetro mayor, el instrumento F3 presentó la mayor incidencia de fracturas. El 91,4% se encontraban en el tercio apical de los conductos radiculares, y el 54,2% de separación ocurrió en conductos con curvaturas severas, ángulos mayores a 25 grados.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Concluyeron: El tamaño de lima en rotación y anatomía del órgano dental a evaluar, influyeron en la separación al reutilizar el sistema Protaper Universal.

Tripi y col en 2006, comentan, a pesar de las características favorables del Ni ti en el tratamiento radicular, existe la necesidad de desarrollar instrumentos con mejor desempeño clínico, mayor flexibilidad y aumento ante fatiga cíclica, lo cual reduciría la preocupación del operador ante un accidente frecuente, e impredecible, la elevada incidencia de fracturas

La fractura de un instrumento es multifactorial por lo que diversas innovaciones en su fabricación adicionales al diseño proponen: tratamiento térmico, químico, mecanizado y pequeñas variaciones en la aleación. Pretendiendo mejorar las propiedades físicas y su comportamiento mecánico (Kuhn, *et. al.*, 2002; Miyai, *et. al.*, 2006; Kim, *et. al.*, 2010).

Esta búsqueda ha dado lugar al desarrollo de instrumentos con modificaciones estructurales que no muestran memoria metálica o tienen "memoria controlada", y además proporcionan control sobre deformación plástica por medio visual. HYFLEX CM (Coltène /Whaledent, Inc., Cuyahoga Falls, Ohio, EE.UU.) es un sistema innovador que de acuerdo a estudios realizados presenta mayor flexibilidad y mejor resistencia ante fractura cíclica al compararlo con instrumentos creados a partir de Ni Ti convencional.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

Peters y col 2012, estudiaron *in vitro* las propiedades físicas de instrumentos rotatorios con “control de memoria” HyFlex CM, límite de torsión (de acuerdo con ISO 3630-1) y límite de fatiga (número de ciclos previos a su fractura, NCF) utilizaron bloques de acrílico con ángulo de 90° , y radio 5 mm. Reportaron que dichos instrumentos, son maleables, flexibles y presentan una resistencia a la torsión similar a instrumentos hechos con Ni ti convencional. La resistencia a la fatiga cíclica es mayor, en comparación con instrumentos previamente probados bajo condiciones similares.

Testarelli y col 2011. Compararon las propiedades de flexión de los instrumentos Hyflex CM, EndoSequence, Pro File, Hero, y Flexmasters, conicidad 25.06, las limas se sometieron a prueba de rigidez de flexión al alcanzar una curvatura de 45 grados, por medio de la metodología de ensayo descrito en la norma ISO 3630-1. Todos los datos se registraron y se sometió a evaluación estadística mediante análisis de varianza. La significación estadística se fijó en ($P < 0,05$). Reportando que Hyflex CM, resulta más flexible, con una diferencia significativa ($P < 0,05$) en comparación con los otros instrumentos analizados. Por lo cual concluyeron, aumento de flexibilidad de la nueva aleación de Ni Ti y ponen de relieve el potencial del nuevo proceso de fabricación. Mencionando, que contiene menor porcentaje en peso de níquel (52% en peso) en la aleación.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

El método de inspección en los sistemas Ni ti convencional, mencionan las limitantes de observar la deformación plástica, ventaja presente en el sistema Hyflex CM. Razón, por la cual, la evaluación de deformación se realizara por medio visual.



15. CONCLUSIÓN

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- La revisión literaria, arroja información referente al número de usos, previos a la fractura de instrumentos con el sistema Protaper Universal. Por el contrario, debido a su reciente introducción al mercado del sistema Hyflex CM no existen investigaciones *in vitro*, razón por la cual se prepone realizar este trabajo pretendiendo obtener la primera referencia de seguridad al utilizar este innovador sistema. La información obtenida será de gran utilidad en la determinación del número de usos previos a su fractura, uno de los accidentes más comunes en la práctica endodóntica representando una de las mayores preocupaciones al utilizar instrumentación rotatoria.

- De acuerdo con los reportes literarios, la deformación plástica en las limas Ni ti no es un parámetro que pueda ser observado clínicamente y requiere la evaluación con microscopio optico o microscopio electrónico de barrido, sin embargo el sistema Hyflex CM si exhibe esta ventaja. Por lo tanto, el presente trabajo propone la evaluación visual ante deformación en instrumentos rotatorios Hyflex CM y Protaper universal. Con ello se pretende obtener información adicional del estado de los instrumentos, lo cual permitirá al operador descartar aquellos que presenten algún tipo de daño, proporcionándole una herramienta adicional en prevención y disminución de incidencia de fracturas en la práctica clínica.



16. RECOMENDACIONES

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Realizar estudio *in vitro*, con la metodología propuesta en esta investigación, con el objetivo de obtener la primer referencia de incidencia de fracturas y deformación plástica al utilizar el sistema Hyflex CM con tratamiento térmico, modificaciones en su aleación y compararlo con el sistema Protaper Universal a partir de Ni ti convencional.

- Realizar estudio *in vitro*, con el objetivo de analizar deformación plástica por medio visual y evaluación mediante microscopio electrónico de barrido, con cada uso, investigación que arrojaría información veraz, al utilizar deformación plástica como parámetro de seguridad del sistema Hyflex CM.



17. BIBLIOGRAFÍA

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Albert C. Goerig, Robert J. Michelich, y Howard H. Schultz, Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. J. Endod. VOL 8, NO 12, Dic. 1982.

- Al-Hadlaq SMS, Aljarbou F, AlThumairy R. Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-wire nickel-titanium rotary instruments. J Endod. 2010; 36(2):305.

- Anderson ME, Price JW, Parashos P. Fracture resistance of electropolished rotary nickel- titanium endodontic instruments. J Endod. 2007; 33(10):1212–6.

- Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. J Endod 2004; 30:234 –7.

- Arens FC, Hoen MM, Steiman HR, Dietz GC, Jr. Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments. J Endod 2003; 29:664–6.

- Berutti, B.; chiandussi, G., Gaviglio, I., IBBA, A. Comparative analysis of torsional and bending stress in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments. ProTaper versus ProFile. J Endod 2003;v. 29, n. 1, p. 15-19.

- Borgula L. Rotary nickel-titanium instrument fracture: an experimental and SEM based analysis. D Clin Dent (Endo). Melbourne: University of Melbourne, 2005.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Buchanan LS. The new GT series X rotary shaping system: Objectives and technique principles. Dent Today. 2008 Jan;27(1):70, 72, 74 passim.

- Cheng, X.-D. Zhou¹, Z. Liu², H. Yang¹, Q.-H. Ga Hu. Finite element analysis of the effects of three preparation techniques on stresses within roots having curved canals. International Endodontic Journal, March 2009. Volume 42, Issue 3, pages 220–226.

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

- Clem W H. Endodontics In the adolescent patient. Dent Clinic North Amer 1969; 13:483-93.

- Diemer F, Calas P. Effect of pitch length on the behavior of rotary triple helix root canal instruments. J Endod 2004; 30:716–8.

- Diemer, F.; Calas, P. Effect of Pitch Length on the Behavior of Rotary Triple Helix Root Canal Instruments. Journal of Endodontics 2004, v. 30, n. 10, p. 716-719.

- Gabel WP, Hoen M, Steiman HR, Pink FE, Dietz R. Effect of rotational speed on nickel-titanium file distortion. J Endod 1999; 25:752-4.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Gambarini G, Grande N, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. J Endod. 2008; 34(8):1003-5.

- Gambarini G. Cyclic fatigue of Pro File rotary instruments after prolonged clinical use. Int Endod J 2001; 34:386 –9.

- Gao Y, Shotton V, Wilkinson K, Phillips G, Johnson WB. Effects of raw material and rotational speed on the cyclic fatigue of ProFile Vortex rotary instruments. J Endod 2010; 36:1205–9.

- Gere JM. Mechanics of materials. 5 ed. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole; 2001. 1–66.

- Hayashi Y, Yoneyama T, Yahata Y, Miyai K, Doi H, Hanawa T, Ebihara A, Suda H. Phase transformation behaviour and bending properties of hybrid nickel-titanium rotary endodontic instruments. Int Endod J. 2007 Apr;40(4):247-53.

- Hyeon-Cheol Kim, DDS, MS, PhD, Jiwan Yum, DDS, MS, Bock Hur, DDS, MS, PhD, Gary Shun-Pan Cheung, MDS, MSc, PhD. Cyclic Fatigue and Fracture Characteristics of Ground and Twisted Nickel-Titanium Rotary Files. JOE. 2010 January Volume 36, Issue 1, Pages 147-152.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Johnson, DDS, Adam Lloyd, BDS, MS, Sergio Kuttler, DDS, BS, and Kenneth Namerow, DDS. Comparison between a Novel Nickel-Titanium Alloy and 508 Nitinol on the Cyclic Fatigue Life of ProFile 25/.04 Rotary Instruments. JOE .2008 November v 34, n. 11, p. 1406-1409.

- Kim HC, Yum J, Hur B, Cheung GS. Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files. J Endod 2010; 36:147–52.

- Kuhn G, Jordan L. Fatigue and mechanical properties of nickel-titanium endodontics instruments. J Endod 2002; 28:716–20.

- Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on nickel-titanium endodontic leading to such defects in a cohort study. J Endod 2009; 35:129–32.

- Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod* 2009 35: 401-3.

- Lausmaa J. Mechanical, thermal, chemical and electrochemical surface treatment of titanium. In: Brunette DM, Tengvall P, Textor M, Thomsen P, eds. Titanium in medicine, 1st ed. Berlin: Springer, 2001:247– 8.

- Li U, Lee B, Shih C, Lan W, Lin C. Cyclic fatigue of endodontic nickel titanium rotary instruments: Static and dynamic tests. J Endod. 2002; 28(6):448.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Luca Testarelli, Gianluca Plotino, Dina Al-Sudani, Valentina Vincenzi, Alessio Giansiracusa, Nicola M. Grande and Gianluca Gambarini. Bending Properties of a New Nickel-Titanium Alloy with a Lower Percent by Weight of Nickel. JOE 2011 September, Volume 37, Issue 9 , Pages 1293-1295.

- Mandel E, Adib-Yazdi M, Benhamou L-M, Lachkar T, Mesgouez C, Sobel M. Rotary Ni-Ti profile systems for preparing curved canals in resin blocks: influence of operator on instrument breakage. Int Endod J 1999; 32:436–43.

- Manoel Edoardo de Lima Machado; Endodoncia de la biología a la Técnica; Edición año 2009, capítulo 8 pág. 121. Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica (Amolca), Impreso en Colombia por D´Vinni S.A.

- Melo M. C. C., Pereira E. S. J., Viana A. C. D., Fonseca A. M. A., Buono V. T. L., Bahia M. G. A. Dimensional characterization and mechanical behaviour of K3 rotary instruments. Int Endod J 2008, v. 41, n. 4, p. 329-338.

- Mesgouez C, Rilliard F, Matossian L, Nassiri K, Mandel E. Influence of operator experience on canal preparation time when using the rotary Ni-Ti ProFile system in simulated curved canals. Int Endod J 2003; 36:161–5.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Miyai K, Ebihara A, Hayashi Y, Doi H, Suda H, Yoneyama T. Influence of phase transformation on the torsional and bending properties of nickel-titanium rotary endodontic instruments. *Int Endod J* 2006; 39:119 –26.

- Necchi S, Taschieri S, Petrini L, Migliavacca F. Mechanical behaviour of nickel-titanium rotary endodontic instruments in simulated clinical conditions: a computational study. *Int Endod J* 2008; 41: 939-49.

- Ounsi, H. F.; Salameh, Z.; Al-Shalan, T.; Ferrari, M.; Grandini, S.; Pashley, D. H. & Tay, F. R. Effect of clinical use on the cyclic fatigue resistance of ProTaper nickel-titanium rotary instruments. *J. Endod* 2007; 33(6):737-41.

- Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel titanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod* 2004; 30:722–5.

- Parashos P, Messer HH. Questionnaire survey on the use of rotary nickel-titanium endodontic instruments by Australian dentists. *Int Endod J* 2004;37:249 –59.

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

- Peters OA, Barbakow F. Dynamic torque and apical forces of ProFile. 04 rotary instruments during preparation of curved canals. *Int Endod J* 2002;35:379–89.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Peters, A K Gluskin, R A Weiss, J T. Han, An *in vitro* assessment of the physical properties of novel Hyflex nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J.* 2012 Apr 17. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02067.x. [Epub ahead of print]

- Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2009 35: 1469-76.

- Prokoshkin, S.D.; Kaputkina, L.M., Khmelevskaya, I.Y., Morozova, T.V. Martensitic transformations and shape memory effect in thermomechanically treated Ti-Ni alloys. *Journal of Physique* 1995, IV, v. 5, p. C8-563-568.

- Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL, Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997; 23:77– 85.

- Sattapan B, Nervo G, Palamara J, Messer H Defects in nickel titanium endodontic rotary files after clinical usage. *Journal of Endodontics* (2000a) 26,161-5.

- Schafer, E.; Dzepina, A., Danesh, G. Bending properties of rotary nickel-titanium instruments. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics* 2003, v. 96, n. 6, p. 757-763.

- Schilder H. Cleaning and Shaping the Root Canal. *Dent Clin North Am* 1974;18:269-96

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Shen Y, Haapasalo M, Cheung GS, Peng B. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 1: relationship between observed imperfections and factors leading to such defects in a cohort study. J Endod 2009; 35:129–32.

- Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Fatigue testing of Controlled Memory Wire nickel-titanium rotary instruments. J Endod 2011; 37:997–1001.

- Shen Y, Zhou H-M, Zheng Y-F, Campbell L, Peng B, Haapasalo M. Metallurgical characterization of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. J Endod (2011b); 37, 1566-71.

- Soares I.J., Goldberg F. Endodoncia, tecnica y fundamentos. Ed. Medica Panamericana, Argentina 2002

- Svec TA, Powers JM. The deterioration of rotary nickel-titanium files under controlled conditions. J Endod 2002; 28:105–7.

- Thompson. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. Int Endod J 2000 Jul; 33(4):297-310.

- Tripi TR, Bonaccorso A, Condorelli GG. Cyclic fatigue of different nickel-titanium endodontic rotary instruments. Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006; 102(4):106–14. 90.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Vieira EP, Nakagawa RK, Buono VT, Bahia MG. Torsional behaviour of rotary NiTi ProTaper Universal instruments after multiple clinical use. Int Endod J 2009 Oct; 42(10):947-53.

- Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An Initial Investigation of the Bending and Torsional Properties of Nitinol Root Canal Files. J Endodon 1986; 14:346-57.

- Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. J Endodon 1988; 4(7): 346-351.

- West J, Roane J; en Cohen S, Burns RC; Vías de la pulpa: Capitulo 8 Sistema de limpieza y conformación de los canales radiculares, 8ª edición.

- West J. Progressive taper technology: rationale and clinical technique for the new ProTaper universal system. Dent Today 2006; 25 (12):64, 66-9.

- Winter 2008. Rotatory instrumentation: an endodontic perspective. American Association of Endodontics.

- Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J. Separation incidence of protaper rotary instruments: a large cohort clinical evaluation. J Endod 2006; 32: 1139 – 41.

“Incidencia de fracturas en dos técnicas de instrumentación Protaper universal y Hyflex CM.”

- Wu J, Gang Lei, Ming Yan, Yan Yu, Jinhua Yu, DDS. Instrument separation analysis of multi-used ProTaper universal rotary system during root canal therapy. J Endod 2011; 37:758-763.
- Yared G, Bou Dagher FE, Machtou P. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after simulated clinical use. Int Endod J 1999; 32:115–9.
- Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after clinical use. Int Endod J 2000; 33:204 –7.