

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



**CAPACIDAD DE LA CONFORMACIÓN DE CONDUCTOS CURVOS EN
RÉPLICAS DE MOLARES BASADOS EN MICROCT BAJO DOS
DIFERENTES SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN: PROTAPER
GOLD Y TF ADAPTIVE**

**TRABAJO TERMINAL PARA LA OBTENCION DEL DIPLOMA
DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

PRESENTA
AGUSTÍN AVELEYRA VIZCARRA

PRESIDENTE
CDEE JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES

SINODAL **SINODAL**
DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ M.C. ELIZABETH LEYVA RODRIGUEZ

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA

MAYO DEL 2015



**CAPACIDAD DE LA CONFORMACIÓN DE CONDUCTOS CURVOS EN
RÉPLICAS DE MOLARES BASADOS EN MICROCT BAJO DOS
DIFERENTES SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN: PROTAPER
GOLD Y TF ADAPTIVE**

**TRABAJO TERMINAL PARA LA OBTENCION DEL DIPLOMA
DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

**PRESENTA
AGUSTÍN AVELEYRA VIZCARRA**

**PRESIDENTE
CDEE JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES**

SINODAL
DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL
M.C. ELIZABETH LEYVA RODRIGUEZ

**SINODAL EXTERNO
MC. OSCAR RENE BOLAÑOS**

ASESORES EXTERNOS
DR. DAVID E. JARAMILLO

DR. RONALD O. ZAPATA

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA

MAYO DEL 2015

FACULTAD DE ODONTOLOGIA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Tijuana, BC a 20 de marzo de 2015

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **CAPACIDAD DE LA CONFORMACIÓN DE CONDUCTOS CURVOS EN RÉPLICAS DE MOLARES BASADOS EN MICROCT BAJO DOS DIFERENTES SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN: PROTAPER GOLD Y TF ADAPTIVE.**

Propuesto por el **CD Agustín Aveleyra Vizcarra**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examenrecepional.

A T E N T A M E N T E

CDEE Julio César García Briones

PRESIDENTE

Ccp.- Archivo

FACULTAD DE ODONTOLOGIA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Tijuana, BC a 20 de marzo de 2015

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **CAPACIDAD DE LA CONFORMACIÓN DE CONDUCTOS CURVOS EN RÉPLICAS DE MOLARES BASADOS EN MICROCT BAJO DOS DIFERENTES SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN: PROTAPER GOLD Y TF ADAPTIVE.**

Propuesto por el **CD Agustín Aveleyra Vizcarra**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examenrecepional.

A T E N T A M E N T E

Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez

SINODAL

Ccp.- Archivo

FACULTAD DE ODONTOLOGIA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

Tijuana, BC a 20 de marzo de 2015

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **CAPACIDAD DE LA CONFORMACIÓN DE CONDUCTOS CURVOS EN RÉPLICAS DE MOLARES BASADOS EN MICROCT BAJO DOS DIFERENTES SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN: PROTAPER GOLD Y TF ADAPTIVE.**

Propuesto por el **CD Agustín Aveleyra Vizcarra**, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examenrecepional.

A T E N T A M E N T E

MC Elizabeth Leyva Rodríguez

SINODAL

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
MARCO TEÓRICO.....	12
HISTORIA DE LA ENDODONCIA.....	12
PREPARACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES.....	17
ESCANEO MICRO-CT.....	19
3D-IMPRESIÓN DE RÉPLICAS MOLARES DE PROTOTIPOS.....	20
PROTAPER GOLD.....	21
MOVIMIENTO RECIPROCANTE.....	25
TF ADAPTIVE: UN NUEVO ABORDAJE EN EL MANEJO DE INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO.....	26
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	34
JUSTIFICACIÓN.....	34
HIPÓTESIS.....	35
OBJETIVO.....	35
TIPO DE ESTUDIO.....	35
VARIABLE DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE.....	36
UNIVERSOS DE ESTUDIO.....	36
CRITERIOS DE INCLUSIÓN, CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	36
MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
MATERIAL.....	37
METODOLOGÍA.....	38
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	45
RESULTADOS	46

DISCUSIÓN.....	48
CONCLUSIONES.....	49
AGRADECIMIENTOS.....	50
REFERENCIAS.....	51

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la terapéutica endodóntica es prevenir o curar la periodontitis apical. Desde un punto de vista biomecánico, esto implica limpiar, conformar y desinfectar el sistema de conductos de tal manera que podamos realizar una obturación hermética, tanto a nivel coronal como apical. Para ello, debemos poseer un profundo conocimiento no sólo de la morfología interna habitual del diente a tratar, sino también de las posibles variantes anatómicas que nos podemos encontrar

El tratamiento de conductos radiculares es una alternativa esencial cuando el órgano dentario se encuentra en una situación negativa como; pérdida de vitalidad, inflamación, traumas o una cavidad comunicante que se ha encontrado expuesto a fluidos bucales.

En nuestra práctica endodóntica se pueden presentar accidentes constantemente como las deformaciones de los conductos radiculares al ser trabajados con los sistemas rotatorios, estas producen un daño irreversible, que afecta el pronóstico de nuestro tratamiento. La transportación de los conductos se considera como un accidente indeseable que puede ocurrir durante el procedimiento endodóntico.

Para un pronóstico favorable se debe mantener la forma y curvatura del canal radicular, lo cual resulta un verdadero reto debido a las variedad de anatomías que encontramos en los órganos dentarios, sin embargo para cumplir con estos requisitos, una variedad de instrumentos manuales, rotatorios, y reciprocantes se han desarrollado.

En la literatura se han propuesto varios modelos para la investigación en laboratorios post-preparación del conducto radicular; sin embargo, las investigaciones han sido por lo general realizadas con dientes extraídos. La principal ventaja de la utilización de los dientes es la reproducción de la situación clínica, pero la amplia gama de variaciones en la raíz tridimensional hace que la estandarización de la dificulte la muestra.

Un nuevo conjunto de tecnologías de fabricación ha sido introducido en la última década para ofrecer apoyo para tareas de investigación. Estas nuevas técnicas se denominan como prototipos, y permiten ser producidos en una amplia gama de materiales con notable precisión con diferencia de unos pocos micrómetros o incluso cientos de nanómetros objeto. A causa de esta precisión, estas tecnologías son específicamente aplicables a la ingeniería biométrica.

En odontología, modelos de alta definición se pueden reproducir en resina usando impresoras 3D, con una resolución que va de 16 a 32 micras por capa, asistido por ordenador generado a partir de la tomografía computarizada (micro CT).

ANTECEDENTES

Estudios realizados sobre el tema de investigación, muestran hallazgos que sirvieron de precedente para la tesis realizada, mismos que se describen a continuación indicando metodología, resultados y conclusiones.

- En el año 2014 Ronald ORDINOLA-ZAPATA y *cols.* Evaluaron la capacidad de conformación de RECIPROC y Twisted-File adaptive en réplicas de prototipos rápido. Utilizo dos molares inferiores mostrando Curvaturas en forma de S y 62 grados en la raíz mesial fueron escaneados utilizando un microtomografía (μ CT). Los datos se exportan en el formato stereolithographic y 20 muestras de cada molar se imprimieron a 16 micras resolución. Los conductos mesiales de 10 réplicas de cada muestra se prepararon con cada sistema. Se midió la transportación mediante la superposición de las radiografías tomadas antes y después de la preparación y la resina de espesor después de instrumentación se midió por μ CT.

Resultados: Ambos sistemas mantienen la forma original del tercio apical en ambas anatomías ($P > 0,05$). En general, teniendo en cuenta el espesor de resina en las réplicas de 62 grados, no se encontraron diferencias estadísticas entre los sistemas ($P > 0,05$). En la curvatura réplica en forma de S, RECIPROC disminuyó significativamente el espesor de las paredes de resina en comparación con TF adaptive.

Conclusiones: Los sistemas evaluados fueron capaces de mantener la forma original en el tercio apical de conductos mesiales severamente curvos de réplicas molar.

- En el año 2013 Aracena D. y Cols. Evaluaron in vitro la preparación de conductos mesiales de molares con instrumentos manuales Ni-Ti y Protaper Universal rotatorio. Se realizó un estudio in vitro para comparar el grado de transporte que se presenta a nivel de la unión del tercio apical con el tercio medio de conductos radiculares con el sistema rotatorio Protaper Universal y el sistema manual de níquel-titanio, con la técnica de fuerzas balanceadas. Se trabajó con 52 conductos mesiales de 26 molares maxilares y mandibulares, las cuales fueron divididas en dos grupos. El primer grupo de conductos ($n = 28$) fueron instrumentados con Protaper Universal rotatorio y el segundo grupo de conductos ($n = 24$) fueron instrumentados con técnica manual de fuerzas balanceadas.

Las raíces mesiales de los molares fueron sumergidas en una matriz de acrílico, la cual permitió manipular las preparaciones, realizar cortes transversales y comparar los conductos radiculares antes y después de la instrumentación, para establecer las diferencias que se apreciaron en cuanto al transporte apical. Las imágenes obtenidas fueron fotografiadas con un microscopio estereoscópico y analizadas mediante el programa Autodesk AutoCAD® 2007. Finalmente, los datos obtenidos fueron tabulados y analizados con el programa Stata® 9.0 v. En el presente trabajo Protaper provocó menos transporte apical manteniéndose más centrada la preparación del conducto, no desviándose hacia la zona de peligro (pared furcal). comparado con la técnica manual de fuerzas balanceadas.

- En el año 2012 Ariana Ontiveros Gutiérrez y Cols. realizaron un Análisis de la transportación en el tercio apical utilizando la Técnica de Instrumentación de Fuerzas Balanceadas VS Sistema de Instrumentación Rotatoria Mtwo. Para conocer la transportación del conducto radicular provocada por el Sistema de Instrumentación Rotatoria Mtwo y la Técnica de Fuerzas Balanceadas. Ambos sistemas se midieron con la Técnica de Medición Angular de la Transportación. En el presente estudio, se utilizaron 19 raíces mesiales de primeros molares inferiores que cumplieron con los criterios de inclusión, Se obtuvieron los ángulos de la curvatura y se clasificaron dependiendo el resultado de 19 estos, de acuerdo al método de Shneider. Siendo recta cuando presenta entre 0 a 5°, moderada cuando entre 10 a 20° y severa si tiene entre 25 a 70°. Se les fabricó una base de acrílico autocurable y un soporte del mismo material, con la finalidad de tener un mejor control de la muestra y evitar movimientos de esta durante la instrumentación. Esto se realizó siguiendo la 20 técnica del Dr. Zaia.

Para visualizar la transportación de cada muestra se trabajó hasta una lima ISO 35 en la porción apical, se utilizó un gráfico de telaraña que nos muestra en conjunto como se distribuyen los valores en los cuatro cuadrantes. Los promedios de la transportación de los dos sistemas de instrumentación y su relación con la dirección anatómica, observando que para el sistema Mtwo el promedio fue de 3203 milits con una dirección hacia Linguo-Distal, mientras que para la técnica de Fuerzas Balanceadas, el promedio resultó ser de 3119 milits, con una dirección hacia Linguo-Mesial. Para el análisis de los resultados se empleó la prueba estadística U de Mann-Whitney en el programa de estadística Statgraphics Centurion XVI, con el siguiente

resultado: Análisis W de Mann-Whitney $W = 175,0$ valor- $P = 0,883906$ Los valores nos indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos de estudio, sin embargo, los resultados del sistema Mtwo muestran una menor dispersión.

- En el año 2012 Young-Sil Yoo y cols. realizaron un estudio comparando la habilidad de conformación de instrumentos reciprocantes de NiTi en conductos radiculares simulados utilizando limas Reciproc, WaveOne versus ProTaper, ProFile y limas manuales. Se establecieron 5 grupos de estudio. Reciproc, WaveOne, ProTaper, Profile y Limas tipo K fueron utilizados para la preparación de conductos simulados de resina. Una serie de imágenes preoperatorias y postoperatorias fueron tomadas por un microscopio y fueron sobrepuestas en 2 capas diferentes. Se midió y comparó la cantidad de resina removida por las limas.

Resultados: El promedio de resina removida del tercio apical por los grupos de limas Reciproc y WaveOne no tuvo diferencia significativa. No hubo diferencia en cuanto al cambio o modificación de la longitud de trabajo o modificación de la curvatura del conducto. Se observó que las limas de NiTi tuvieron mejor conformación del conducto que las limas tipo K de acero inoxidable.

Conclusiones: Las limas Reciproc y WaveOne mantuvieron la curvatura original del conducto simulado mejor que las limas rotatorias ProTaper y Profile, las cuales tienden a transportar la pared exterior en el tercio apical.

- Bürkleiny cols estudiaron la incidencia de defectos dentinarios después de la instrumentación de conductos: Movimiento recíprocante vs. Rotatorio.

El propósito del estudio fue de encontrar defectos en la dentina después de instrumentar conductos radiculares, utilizando limas de movimiento recíprocante, WaveOne y Reciproc y limas rotatorias ProTaper y Mtwo.

Método: Se utilizaron 100 incisivos centrales inferiores que fueron asignados aleatoriamente en 5 grupos (20 dientes por grupo). Los conductos fueron instrumentados con el sistema Reciproco de lima única Reciproc y WaveOne, y con los sistemas rotatorios ProTaper y Mtwo. El último grupo se dejó sin instrumentar para usarlo como control. Las raíces después fueron seccionadas horizontalmente a los 3, 6 y 9mm del ápice y evaluadas bajo microscopio a 25x. La presencia de defectos en la dentina (fracturas completas/incompletas, y otros defectos) fue analizada usando el método estadístico Chi-Square.

Resultados: Ningún tipo de defecto se observó en el grupo control. Todos los métodos de instrumentación crearon algún tipo de defecto. Se observaron más líneas de fractura completas con la lima Reciproc que con los sistemas de secuencia rotatoria o con WaveOne.

Conclusiones: Bajo las condiciones de este estudio, tanto las limas recíprocantes como rotatorias crearon defectos en la dentina. A nivel apical las limas de movimiento recíprocantes produjeron más líneas de fractura incompletas que con las limas rotatorias.

- En el año 2012 Elio Berutti y cols. observaron la conformación del conducto radicular con la lima WaveOne Primary recíprocante y el sistema ProTaper:

En este estudio se comparó la modificación de la curvatura y axis del conducto radicular utilizando la lima única WaveOne y limas del sistema rotatorio ProTaper, ambas de la casa comercial Dentsply Maillefer.

Métodos: Se utilizaron 30 bloques de entrenamiento con conducto simulado ISO 15 con 2 y 3 hasta longitud de trabajo. Los especímenes fueron divididos en 2 grupos de acuerdo a su conformación: los especímenes del grupo 1 fueron instrumentados con limas ProTaper S1, S2, F1 y F2 hasta longitud de trabajo y el grupo 2 fue instrumentado con lima única WaveOne Primary (ISO 25) hasta longitud de trabajo. Imágenes pre y post-instrumentación fueron superpuestas utilizando un programa de análisis de imágenes digitales, para así determinar la modificación de la curvatura que causaron las limas.

Resultados: Las limas WaveOne Primary mostraron significativamente menor índice de modificación de curvatura del conducto en comparación con las limas del sistema ProTaper.

- En el 2011 Burklein y cols. Realizaron un estudio comparando la habilidad de conformación y efectividad de limpieza de 2 sistemas de reciprocantes de lima única en conductos severamente curvos, en molares extraídos. Reciproc y WaveOne versus Mtwo y ProTaper. Un total de 80 conductos con curvaturas que iban desde los 25 a 39 grados fueron divididos en 4 grupos de 20 cada uno. Los conductos fueron preparados hasta los siguientes diámetros apicales: Mtwo: 35, ProTaper: F3 y Reciproc y WaveOne: iso 25. Utilizando radiografías pre y post instrumentación, se determinó el enderezamiento del conducto curvo mediante análisis de imágenes con un programa

computacional. También se evaluó el tiempo de preparación y el índice de separación de los instrumentos. Se observó y evaluó la cantidad de debris y capa residual.

Conclusiones: bajo las condiciones del estudio, todos los sistemas mantuvieron la curvatura original del conducto y fueron seguras de usar. El uso de limas Reciproc y Mtwo tuvo como resultados en conductos más limpios en el tercio apical, comparado a WaveOne y ProTaper.

- En el 2011 Dalia Mukhtar Fayyad y cols. publicaron un estudio con el propósito de comparar la eficacia y la habilidad de corte de dos diferentes sistemas rotatorios, incluyendo Twisted Files (SybronEndo, Glendale, CA), midiendo cambios en el grosor de la dentina utilizando una tomografía computarizada en multiescala. Se utilizaron 30 premolares unirradiculares, dividiéndolos en dos grupos de acuerdo al sistema de rotatorios utilizado, 15 usando Twisted Files, y 15 usando las limas rotatorias ProTaper (Dentsply Maillefer, Switzerland).

El grosor de la dentina a lo largo del conducto radicular y el volumen del conducto fueron medidos antes y después de la instrumentación mediante una tomografía computarizada multiescala y un software de análisis de imágenes. Los resultados demostraron que las limas ProTaper removieron significativamente más dentina en dirección mesiodistal y bucolingual que con las limas TF ($P < .05$). No hubo diferencias significativas en cuanto al volumen del conducto radicular entre los dos sistemas. Como conclusión se obtuvo que el sistema rotatorio Twisted Files tiene la capacidad de corte más uniforme y más eficiente que el sistema rotatorio ProTaper.

- García-sanz y cols en el 2012 estudiaron la desviación del conducto original por el uso de los sistemas rotatorios Mtwo y ProTaper su objetivo fue: establecer la efectividad de los sistemas rotatorios Mtwo y ProTaper en la conservación de la forma original del conducto.

Material y método: en 60 molares extraídos se midió el ángulo inicial de la curvatura del conducto, mediante el software motic images plus. Después, treinta raíces fueron preparadas con el sistema Mtwo y las otras treinta con el sistema ProTaper, para que, al finalizar la conformación, se volviera a medir la curvatura del conducto.

Resultados: en ninguno de los 60 casos se presentaron perforaciones, desplazamientos, escalones en los conductos radiculares. Al aplicar la prueba estadística (diferencia de medias), se apreció diferencia significativa en la comparación entre el promedio del ángulo inicial y final, tanto en el sistema Mtwo como el sistema ProTaper, así como en la diferencia que hubo entre ambos sistemas.

Conclusiones: comparando los grados del ángulo inicial y final del sistema Mtwo, la diferencia fue de 2.60, mientras que en sistema ProTaper esta diferencia fue de 4.20. Cuando se aplicó la T de student para estas mediciones, resultó que esta diferencia es estadísticamente significativa al 0.01, (valor t 3.84). En un estudio similar, se comparó la efectividad de limpieza y conformación de estos sistemas en conductos curvos y los resultados indicaron que el sistema Mtwo era mejor que ProTaper para mantener la forma original del conducto, recomendando el uso de primero para la instrumentación de conductos radiculares muy curvos.

Los resultados muestran consistencia con estas observaciones. Con las condiciones de esta investigación, podemos concluir que tanto el sistema ProTaper como el Mtwo son eficientes en la preparación de conductos curvos, apreciado que este último provoca menor grado de desviación del conducto original. Ninguno de los sistemas afectó considerablemente la forma original del conducto, no se provocan perforaciones y/o desgarramientos, por lo que se consideran sistemas confiables.

- Richard Gergi y cols. en el 2010 compararon 2 sistemas rotatorios; Twisted file y ProTaper vs limas manuales de acero inoxidable aplicados a la incidencia de transportación del conducto radicular y habilidad de auto-centrado. Utilizando 90 conductos radiculares con curvatura significativa. Se dividieron aleatoriamente en 3 grupos de 30 c/u. después de instrumentar los conductos con limas rotatorias Twisted file (TF), ProTaper y limas manuales, la cantidad de transportación apical fue observada mediante tomografía computarizada. La información de tres secciones, tercio apical, medio y coronal, fue capturada.

La cantidad de transportación y la habilidad para mantener el auto-centrado fueron observadas. Los resultados mostraron que las limas rotatorias TF tenían mejor habilidad de auto-centrado y menos índice de transportación. Las limas manuales tipo k de acero inoxidable mostraron mayor índice de transportación, seguidas por las limas rotatorias ProTaper, estas mostraron mayor índice de transportación que las TF las cuales demostraron ser mejores en todos los aspectos en este estudio.

MARCO TEÓRICO

Historia:

En 1838, MAYNARD creó el primer instrumento endodóntico, realizado a partir de un muelle de reloj. Posteriormente, desarrollo otros para ser utilizados con el objetivo de limpiar y ensanchar el conducto radicular. Este principio técnico preconizado por Maynard persistió por mucho tiempo ya que para ensanchar convenientemente un conducto radicular atrésico y curvo en un molar, era necesario limar hasta una lima tipo K 25 y empezando con la de No. 10, se necesitaba de aproximadamente 1200 movimientos de introducción de esas limas en dirección al ápice y traducción lateral de la misma, hacia las paredes dentinarias.

De acuerdo a Edwin Maynard¹, para eliminar la infección de los conductos determina la instrumentación considerada como clásica o convencional mediante un aumento numérico creciente de los diámetros de los instrumentos siendo realizada en sentido ápice/corona y en toda la extensión del conducto, fabricando para ello el primer instrumento de endodoncia.

No obstante, la experiencia clínica demostró con el pasar de los años que el empleo de los instrumentos con aumento gradual de diámetro utilizados en toda la extensión del conducto radicular en sentido ápice/corona, fue el responsable de varios accidentes operatorios y consecuentemente del fracaso del tratamiento, sobre todo en el caso de conductos radiculares atrésicos y curvos¹.

En ese periodo no había consenso entre fabricantes sobre la forma (década de los 50) y características de la parte activa de los instrumentos endodónticos, no se poseían criterios preestablecidos para fabricación, excepto al aumento de diámetro

(calibre) de cada serie, siendo generalmente numerados de 1 a 6 y de 7 a 12. Cada fabricante estipulaba el diámetro y la longitud de cada instrumento, de tal manera que la lima ofrecida por un fabricante específico no correspondía en términos de numeración y serie a la de otro fabricante².

Hasta la década de los 50's, los instrumentos endodónticos no presentaron grandes transformaciones, siendo fabricados de acero al carbono bajo ningún criterio científico. Fue hasta 1955 que el Dr. John Ingle de la facultad de Odontología de la Universidad de Washington en los Estados Unidos, creó la posibilidad de fabricar instrumentos endodónticos los cuales tuvieran un tipo de estandarización en cuanto a su tamaño, en aumento secuencial de sus diámetros, con una nueva numeración y que el diámetro de la punta activa se representara en décimas de milímetro³.

En 1958, en la Segunda Conferencia Internacional de Endodoncia, realizada en la Universidad de Pensilvania, Filadelfia, en Estados Unidos, Ingle y Levine presentaron una contribución para el perfeccionamiento y simplificación de la técnica endodóntica. Los instrumentos fabricarían según normas preestablecidas, con uniformidad de diámetro y longitud, patrones de estandarización con la conicidad, así como otros parámetros dimensionales⁴.

En 1961, Ingle publicó el primer trabajo sobre el uso de instrumentos estandarizados, así como de los conos de gutapercha y plata correspondientes. Fue hasta 1962 que la Asociación Americana de Endodoncia (A.A.E.) aceptó la sugerencia de Ingle y Levine, lo que se considera uno de los mayores avances en el perfeccionamiento, simplificación y racionalización de la instrumentación de los conductos radiculares

Por sugerencia de la ASOCIACIÓN AMERICANA DE ENDODONCIA (A.A.E.) se constituyó un equipo de Trabajo de fabricantes cuyo trabajo dio como resultado la propuesta de especificaciones para la estandarización del instrumental, orientando y modificando discretamente la idea original de Ingle. Ese trabajo pionero de la A.A.E. alcanzó esferas internacionales, dando origen a lo que hoy se conoce como *Internartional Standards Orginization* (ISO).

No obstante, solamente después de 18 años de la propuesta original de Ingle y Levine o sea en enero de 1976, fue que la Asociación Americana de Estandarización aprobó la “Especificación No. 28”, la cual trata lo referente a normas para la fabricación de limas y ensanchadores. En marzo de 1981, después de 26 años de estudio, fueron divulgados los requisitos finales de la Especificación 28 AMERICAN NATIONAL STANDARD/AMERICAN DENTAL ASSOCIATION ANSI/ADA siendo entonces definida la estandarización internacional para esos instrumentos⁵. La industria Kerr Manufacturing Co. fue la primera en fabricar estos nuevos instrumentos que fueron conocidos como instrumentos tipo K, siendo también los más limitados en el mundo.

Inicialmente la Fabricación de limas endodónticas tuvieron su origen en la torsión de un asta piramidal de acero de carbono, siendo este metal sustituido después de 1961 por el acero inoxidable debido a sus mejores propiedades. Dependiendo de la forma de la base del asta metálica utilizada en la fabricación, o sea triangular, cuadrangular, circunferencial, así como la cantidad de torsiones que en ella se imprimía, se obtenía diferentes tipos de instrumentos conocidos como: ensanchadores, limas tipo K y limas Hedstrom.

Con la estandarización, el nuevo sistema de numeración 06 a 140 no es arbitrario, sino que corresponde al diámetro expresado en centésimas de milímetros medido en la extremidad activa de los instrumentos, o sea, en la base de la pirámide triangular o cuadrangular de la guía de penetración de los ensanchadores y limas tipo K. De esta forma el instrumento de numero 08, por ejemplo, debe tener 0.08mm de diámetro en la punta de su parte activa. Por esta razón, la denominación correcta de este instrumento es 08 y no 8, como muchos pregonan⁶.

A pesar del significativo avance técnico en la endodoncia con la estandarización de los instrumentos, esa evolución todavía era considerada muy sutil, principalmente con la relación al desarrollo de nuevas técnicas de tratamiento y perfeccionamiento en la conformación de la parte activa de los instrumentos.

Aunque BERG en 1953, en los Estados Unidos así como Goncalves entre los brasileños en 1956, y también Mullanet y Petrich en 1968, en los EUA hubieran hablado de la preparación de conductos radiculares en etapas, fue probablemente Clem en 1969, el primer autor en destacar con gran énfasis la importancia de la preparación en diferentes etapas (pasos), durante la instrumentación de conductos radiculares atrésicos y curvos. Ese autor sugirió la utilización de solamente instrumentos de pequeño calibre en la porción apical del conducto radicular seguido de una preparación con retroceso progresivo y con aumento en el diámetro de instrumentos en sentido ápice/corona, preparación que denominó "Step Preparation", o sea, preparación en escalón⁷.

En 1973, fue propuesto por Fava caputo, el término "Preparación Biomecánica escalonada", argumentando que "el retroceso de los instrumentos además de ser

progresivo e uniforme, recordaba los escalones de una escalera”. Aunque aplicada originariamente por Clem en incisivos laterales superiores, los cuales presentan una curvatura acentuada del tercio apical, esta preparación escalonada pasó a ser empleada en todos los otros dientes, siendo utilizado mundialmente por la gran mayoría de endodoncistas y clínicos, como también enseñado en los cursos de pregrado y posgrado de todas las facultades⁸.

Otra gran contribución al perfeccionamiento y simplificación de la técnica endodóntica fue atribuida a Schilder en 1974, en un trabajo publicado en la revista Dental Clinics Of North America el cual se tornó en un clásico de la literatura endodóntica, donde el autor recomendó un nuevo concepto de preparación de conductos radiculares caracterizándolo con dos palabras Cleaning and Shaping, traducido en limpiado y modelando del conducto radicular⁹.

Esta nueva preparación, que incluye la utilización de Fresas Gates-glidden fue considerada como fundamental en la realización de un tratamiento de conductos radiculares más defectivo, demostrado esto por el aumento en el porcentaje de éxito a través de esa terapia. Su objetivo no se resume solamente a la remoción de tejido pulpar, restos necróticos y dentina infectada del conducto radicular, sino también a una conformación de mayor diámetro en la porción cervical y menor en la porción apical. Esta preparación de mayor conicidad en cervical paso a considerarse como el aspecto más positivo de la contribución de Schilder, ya que esta técnica ofrece un conducto radicular acentuadamente cónico en sentido corono/ápice, favoreciendo la mejor irrigación del conducto radicular así como también que la obturación fuera lo más hermética posible.

Basados en el principio de Schilder, que posibilita mayor aplicación de la porción cervical del conducto radicular, las recomendaciones de Abou-Rass, Frank, Glick, en 1980, permitieron la realización de un desgaste mayor en las llamadas áreas de seguridad, preparación que fue denominada por ellos como limado desgaste anti curvatura. Ese acto operatorio paso a ser obligatorio, principalmente en la realización de un tratamiento de conductos radicular atrésico y curvo de molares¹⁰.

Este limado anti curvatura sugerido por Abou-Rass, Frank, Glick, permite un acceso libre y directo al tercio apical sin interferencias dentinarias del tercio apical, principalmente en los conductos radiculares mesiales de los primeros molares superiores que presentan una acentuada curvatura apical en el 79% y 78% de los casos respectivamente¹⁰.

En 1980, esa línea de pensamiento fue puesta en práctica por los profesores Marshall & Pappin de la asignatura de Endodoncia de la Universidad de Oregón, en Estados Unidos.

Preparación del sistema de conductos radiculares

La preparación del sistema de conductos radiculares incluye tanto la ampliación y la conformación junto con su desinfección. Para cumplir con estos requisitos, hay una variedad de instrumentos manuales, rotatorios, y se han desarrollado instrumentos de movimiento alternativo. En la literatura, se han propuesto varios modelos de laboratorio para la evaluación de post-operatorio de la preparación del conducto radicular; sin embargo, las investigaciones se han realizado generalmente con dientes extraídos. La principal ventaja de la utilización de los dientes es la reproducción de la situación

clínica, pero la amplia gama de variaciones en la raíz tridimensional y la morfología del canal hace que la estandarización dificulte la muestra¹¹

En consecuencia, los resultados podrían demostrar el efecto de la anatomía del canal en vez que la variable de interés. Además, la bioética, preocupaciones y el potencial para la infección cruzada originado a partir de las muestras contaminadas son una amenaza actual a esa práctica en algunas instituciones. Teniendo en cuenta que la principal función de los estudios de laboratorio es desarrollar condiciones controladas que permiten comparar de forma fiable ciertos factores.

Weine, y cols. (1975) propusieron anteriormente el uso de conductos radiculares simulados en la fundición de resina clara, lo que podría ser creado a cualquier diámetro predeterminado, forma o curvatura, para la evaluación de la preparación del conducto radicular. Este modelo garantiza un alto grado de reproducibilidad y estandarización del diseño experimental y se ha utilizado en varias investigaciones. Sin embargo, los bloques de plástico presentan algunas desventajas, tales como la ausencia de curvatura, irregularidades anatómicas, o convexidades, que se presentan generalmente en los dientes.

Un nuevo conjunto de tecnologías de fabricación ha sido introducido en la última década para ofrecer apoyo para tareas de investigación que requieren prototipos. Estas nuevas técnicas se denominan típicamente como tecnologías rápidas de prototipos, y permiten que los prototipos se produzcan en una amplia gama de materiales con precisión notable. Estas tecnologías recientes ofrecen una precisión optimizada de unos pocos micrómetros o incluso cientos de nanómetros. A causa de esta precisión, estas tecnologías son específicamente aplicables a la ingeniería biomédica. En

Odontología, modelos de alta definición en la resina se pueden producir con el uso de impresoras 3D, en automático, aditivo, capa por capa en los procesos de fabricación, con resoluciones que van de 16 a 32 micras por capa, obtenida desde el diseño asistido por ordenador (CAD) los modelos del objeto en formato estándar (STL), generada a partir de la tomografía computarizada (micro-TC).

La reproducción de los prototipos de réplicas de los dientes naturales, es muy prometedor y tiene el potencial de ser incluido en la especialidad de los propósitos educativos para la preparación de endodoncia. Además, permite una estandarización completa de la muestra cuando se evalúa el canal de la raíz y la instrumentación en estudios de laboratorio. A la fecha, la literatura carece de estudios utilizando el prototipado rápido¹¹.

Escaneo Micro-CT

Originalmente, cada diente fue secado ligeramente, montado y escaneado en un escáner de micro-CT (1174v2 SkyScan; Bruker microCT, Kontich, Bélgica) con una resolución isotrópica de 18 micras. El tubo de rayos X se hizo funcionar a 50 kV y 800 mA, y la exploración se realizó por 180 ° rotación alrededor del eje vertical con una etapa de rotación de 1,0, utilizando un filtro de aluminio 1,0 mm de espesor. Imágenes de cada muestra fueron reconstruidas con dedicación software (v.1.6.3 NRecon; Bruker microCT, Kontich, Bélgica), proporcionando secciones transversales axiales de la estructura interna de las muestras. Tridimensional modelos de los dientes en un formato estereolitográfica (.stl) ajustado a la resolución 600000 triángulos, desde el vértice hasta 1 mm por encima del nivel de cámara de la pulpa, fueron generados por el

proceso de binarización utilizando Software v.1.12 CTAN (Brucker-microCT, Kontich, Bélgica). Un análisis de la anatomía interna de los dientes revelaron una configuración Vertucci Tipo I en ambas raíces mesiales con un canal en forma de cinta en el tercio cervical y medio de las raíces¹¹.

3D-impresión de réplicas molares de prototipos

Los modelos tridimensionales de cada diente, en formato STL, se exportaron a un Projet HD3500 3D-máquina impresora (sistema 3D, Rock Hill, Carolina del Sur, EE.UU.), que establece las sucesivas capas de clara resina a una resolución de 16 micras (VisiJet Crystal, 3D sistema, Rock Hill, Carolina del Sur, EE.UU.) para construir una réplica real de las muestras.

Réplicas respectivas también se presentan (C-D). Secciones transversales microtomografía computarizada muestran una configuración Vertucci Tipo I en ambas raíces mesiales con un canal en

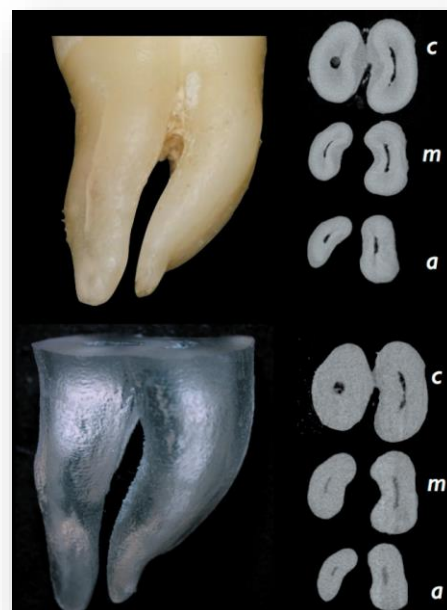


Fig. 1 Replica molar en forma de S. secciones microtomografía.

forma de cinta desde el cuello a la tercera apical.

La disminución del área radiolúcida en el espacio

del conducto radicular de réplicas molar está

relacionado con el material de apoyo utilizado durante el proceso de impresión (cera).

La reproducción de la anatomía accesorio como istmos y canales laterales se puede

observar en respectivas secciones microtomografía computarizada de réplicas molares como se muestra en la fig.1¹¹.

PROTAPER GOLD

La propiedad avanzada en la metalurgia con la que está diseñada ProTaper Gold crea una diferencia que los odontólogos especialistas en endodoncia pueden ver y sentir, ya que las limas rotatorias tienen la misma geometría que ProTaper universal, pero ofrecen un aumento de la flexibilidad. Esto es importante en las limas para terminado, las cuales deben someterse a curvas desafiantes en la región apical del conducto. Además de su flexibilidad, ProTaper Gold proporciona más de dos veces la resistencia a la fatiga cíclica que ProTaper Universal. Esto proporciona una ventaja clave, ya que la fatiga cíclica es la principal causa de la separación de instrumentos. El Diseño ProTaper probada Con la brillantez de avanzada Metalurgia¹².

ProTaper Gold cuenta con la misma eficiencia, formas cónicas variables y el rendimiento predecible usted conoce y confía desde ProTaper® Universal. Desarrollado con la tecnología propietaria metalurgia avanzada, limas rotatorias ProTaper Gold ofrecen una mayor flexibilidad y durabilidad para un rendimiento ProTaper predecible que es más brillante que nunca gracias a su metalurgia lograda con ciclos de calentamiento y enfriamiento.

ProTaper Gold ofrece más del doble de la resistencia a la fatiga cíclica que ProTaper Universal. * Y eso es una ventaja importante, porque la fatiga cíclica es la causa líder de la separación de limas. Esto proporciona flexibilidad adicional y una

mayor resistencia a la fatiga cíclica, la causa principal de fractura de la lima, mejor acceso en posterior¹².

Sección Transversal - Triangular Convexa (corte helicoidal) como se muestra en la figura 2. Esta característica disminuye el área de contacto entre el filo cortante de la lima y la pared de dentina, lo que permite que aumente la acción de corte y la seguridad, debido a que disminuye el estrés por torsión. La extrusión de detritus fuera del conducto y previene el posible atornillamiento de la lima en el interior del mismo Angulo Helicoidal: Es el ángulo formado entre las estrías y el eje axial del instrumento¹³.



Fig. 2 Sección Transversal - Triangular Convexa (corte helicoidal)

Una disminución en el ángulo helicoidal aumenta la distancia entre las hojas de la lima. Permite al instrumento seguir la forma del conducto sin dañar las paredes del mismo. Las puntas de forma piramidal producen mayores dificultades en la conformación crown down de conductos curvos que los diseños

cónico y biconico. La rotación horaria de las limas con punta piramidal preciso más presión. La transportación, los escalones y las limas dañadas son más frecuentes con puntas piramidales que con los otros dos tipos de puntas¹³.

Esta existencia de conicidades variables en la parte activa de un mismo instrumento ha dado lugar a la existencia de dos grupos de instrumentos dentro de este sistema. Tendríamos en primer lugar una serie de instrumentos que la casa comercial denomina "S" (Sx, S1 y S2), de "shaping" o preparación coronal. Estos instrumentos S se caracterizan por tener mucha conicidad cerca del mango, y poca en la porción apical como se puede observar en la fig. 3¹⁴.

Frente a ello están los otros instrumentos, de la serie "F" (F1, F2 y F3), de "finishing" o preparación apical. Estos instrumentos tienen diseño opuesto a los S, con mucha conicidad en la parte apical, que se reduce mucho conforme vamos hacia coronal. ProTaper gold utiliza el mismo sistema de acción rotatoria y trabaja con los mismos motores y los ajustes como ProTaper Universal.

La tecnología ProTaper Gold TM incluye una serie de "Shaping" y "Acabado" que crean el ProTaper® forma predecible, y un sistema probado por la ciencia y la confianza por los clínicos en todo el mundo el cual incluye velocidad y torque recomendados por los fabricantes como se muestra en la tabla 1¹⁴.



Fig. 3 Conicidad de instrumentos ProTaper Gold

ProTaper® Gold		
File Size	Speed (RPM)	Torque (g-cm)
ProTaper S1 & SX	300	520
ProTaper S2 & F1	300	150
ProTaper F2, F3, F4, F5	300	312

Tabla 1 Velocidad y torque recomendado de uso ProTaper Gold

MOVIMIENTO RECIPROCANTE:

El movimiento reciprocante como una alternativa a la rotación continua convencional, debido que alivia el estrés del instrumento en sentido anti-horario (acción de corte, el instrumento avanza en el canal y atrapa dentina para cortarla) y en sentido horario (liberación del instrumento, el instrumento se libera inmediatamente) y con ello extiende la vida del instrumento de NiTi, le brinda mayor resistencia a la fatiga, en comparación con rotación continua¹⁵.

Los fabricantes de instrumentos endodónticos desde hace tiempo que buscan evitar o minimizar la fractura o separación de éstos. Los primeros esfuerzos fueron dirigidos a cambiar el diseño y luego a la modificación de las propiedades de la aleación. Recientemente, han implementado cambios en el tipo de movimiento que efectúan durante la conformación del sistema de canales radiculares. WaveOne y Reciproc fueron los primeros instrumentos modernos en utilizar un movimiento de reciprocación, que se caracteriza por un mayor giro a favor del sentido de su helicoide que en contra (150°/30° aproximadamente).

El movimiento reciprocante básicamente se fundamenta en que cuando los instrumentos giran en contra del sentido de su helicoide se centran, disminuyen su stress y riesgo de fractura, sin embargo, tienden a impulsar detritus apicalmente¹⁵.

TF ADAPTIVE: UN NUEVO ABORDAJE EN EL MANEJO DE INSTRUMENTOS DE NIQUEL-TITANIO

A lo largo de ésta última década los instrumentos de NiTi han sido utilizados con un abordaje rotatorio continuo, hasta recientemente se ha implementado su utilización con un movimiento reciprocante, gracias al Dr. Yared.

Los movimientos Horario y anti-horario propuestas por el Dr. Yared, son de 4 revoluciones y 2 revoluciones respectivamente, a una velocidad de 400 rpm. El concepto de la utilización de una sola lima de NiTi para preparar la totalidad del conducto fue propuesta ya que el movimiento reciproco se cree que reduce la fatiga del instrumento. Estudios y literatura recientes demuestran que el movimiento reciproco puede extender la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos de NiTi comparados a aquellos de rotación continua, principalmente por la reducción del estrés en el instrumento. Cuando el instrumento gira hacia una dirección (Angulo mayor) éste realiza el corte de la dentina y después se retrae al girar en dirección opuesta (Angulo menor) y el estrés por consiguiente es menor¹⁶.

TF Adaptive: La técnica de se ha propuesto con la finalidad de maximizar las ventajas del movimiento reciproco mientras que reduce el índice de desventajas de la técnica. Al utilizar un movimiento único y patentado, la tecnología *TF Adaptive Motion* acompañada de un protocolo de 3 limas, la mayoría de los casos clínicos pueden llevarse a cabo con seguridad y eficacia¹⁶.

TF Adaptive se basa en un movimiento único el cual automáticamente se adapta a los niveles de estrés del instrumento. Cuando el instrumento TF Adaptive se encuentra bajo poco o nulo estrés dentro del conducto, el movimiento se puede describir como rotación continua, presentando mejor corte y remoción de debris, ya que su diseño está dirigido a un mejor desempeño en dirección “horario”.

El movimiento TF Adaptive se puede describir como un movimiento “interrumpido” de 600-0°. Este movimiento interrumpido no solo es tan efectivo como la rotación continua al cortar lateralmente, pero también al emplear movimiento de “cepillado” para el mejor manejo de conductos ovalados, pero también minimiza errores iatrogénicos al evitar el efecto de “atornillado” que se presenta con instrumentos de NiTi de gran conicidad¹⁶.

Por lo contrario, al negociar el conducto, debido a la incrementación del estrés por instrumentación, el movimiento del TF Adaptive cambia a reciprocante, en donde los movimientos horario y anti-horario cambian a 370-50°. Estas medidas no son constantes, sino que varían según las variaciones anatómicas y estrés del instrumento dentro del conducto. Esta “adaptación” tiene el objetivo de reducir accidentes y fracaso intraconducto sin afectar el desempeño, ya que se utilizan dos diferentes movimientos para cada obstáculo o caso. Es muy interesante que el clínico difícilmente perciba el cambio entre movimiento rotatorio y reciprocante, y esto se debe gracias a una serie de complicados algoritmos que permite este cambio tan imperceptible.

En cuanto a desventajas del movimiento reciprocante, TF Adaptive ofrece un movimiento reciprocante con ángulos cortantes (movimiento horario) mayores a los de Reciproc/WaveOne. Y como consecuencia pasa mayor tiempo con el ángulo en sentido

horario, lo cual brinda mejor corte y remoción de debris, con menor tendencia a extrudir el material hacia los tejidos periapicales. Obviamente hay cambios en la angulación de corte en anatomías extremas (a mayor curvatura, menor el ángulo de corte), pero no influye significativamente el desempeño del instrumento. Por lo contrario, estos cambios influyen en la resistencia a la fatiga cíclica del metal, ya que según los estudios realizados por el Dr. Gambarini demuestran que las limas TF usadas con el movimiento “adaptive” sufren menores índices de estrés y fatiga cíclica que aquellos usados en rotación continua. Esto explica porque TF Adaptive desempeña mejor clínicamente que los otros sistemas reciprocantes¹⁶.

Por otra parte, el uso de una secuencia y la utilización de instrumentos de NiTi más flexibles (Fig. 4) pueden ser otros factores importantes en determinar la baja incidencia de dolor postoperatorio, al bajar los niveles de material extruido y sobreinstrumentación. Se ha encontrado que los instrumentos TF son los más flexibles en el mercado, significativamente por encima de la competencia, incluyendo ProTaper y Mtwo, las cuales comparten diseños similares a WaveOne y Reciproc. Como ya se mencionó, la flexibilidad es fundamental en la negociación correcta del conducto radicular, ya sea con movimiento recíprocante como en rotación continua.

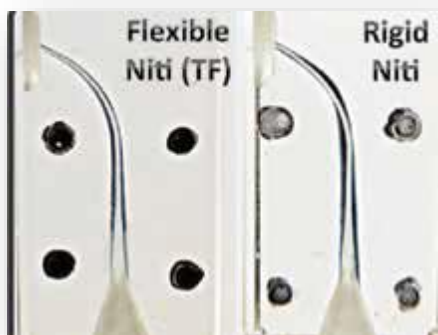


Fig. 4 Instrumentos de NiTi comparación Niti TF

En la figura 4 podemos observar que aunque se utilice el mismo movimiento y ángulos recíprocos que la competencia, el instrumento más flexible, en este caso TF, respeta más la anatomía del conducto (simulado), con menor índice de transportación. Por lo tanto, el movimiento recíproco, por sí solo, no ayudará al instrumento de gran conicidad negociar conductos con una curvatura acentuada, sin errores iatrogénicos¹⁷.

La técnica:

TF Adaptive es básicamente una secuencia de tres instrumentos, diseñada para tratar la mayoría de los casos clínicos. Encontramos 2 sets de 3 instrumentos, uno para conductos estrechos/calcificados y otro sistema para conductos más amplios, ofreciendo conicidades y diámetros apicales que se adaptan a cualquier caso. El número de instrumentos dentro de cada secuencia puede variar y adaptarse a la anatomía del conducto, utilizando la última lima en casos donde se tenga que agrandar el diámetro de preparación apical, ya sea por la anatomía amplia del conducto o para facilitar la irrigación del mismo. El concepto de conformación biomecánica también varía con los sets de instrumentos; el set para conductos amplios, ofrece una verdadera técnica “crown-down”, mientras que el set para conductos pequeños ofrece una lima más delgada y flexible (20/04) que actúa patentizando el conducto y creando una vía más libre para los instrumentos de mayor conicidad¹⁷.

Esto último también ayuda a respetar la anatomía del conducto radicular. La utilización de un instrumento para aumentar el diámetro de la preparación apical ISO 35, no solo tiene la finalidad de facilitar el uso de aparatos para irrigar, como son el

EndoVac (Axis/Sybron endo, Coppell, Texas), pero también en mejorar la preparación del conducto al tener más contacto con las paredes del tercio apical, ya que el uso de varios instrumentos es mejor que la técnica de lima única. La alta flexibilidad de las limas TF permite la utilización de mayores medidas apicales sin el alto índice de transportación que se observa con el uso de instrumentos de mayor masa metálica/menos flexibles.

Técnica de secuencia TF Adaptive: Se utiliza una técnica en base a los colores de un semáforo, que son el verde, amarillo y rojo. Este método de identificación de colores, es intuitivo y fácil de usar; básicamente se inicia con la lima color verde, se continúa o detiene con el amarillo, de acuerdo a las medidas del conducto, y se detiene por completo con el rojo¹⁶.

Acceso coronal y patentización:

1. Aislar con dique de hule.
2. Obtener un acceso recto, sin interferencias y obstáculos.
3. Obtener la patentización apical del conducto con una lima manual #8, siguiendo la instrumentación del conducto con lima manual #10 y #15. Se debe llenar la cavidad con suficiente irrigante, en éste casi hipoclorito de sodio.

Determinación de tamaño de secuencia dependiendo del tamaño del conducto:

- Conductos pequeños: Usando sensación táctil, si cuesta trabajo bajar una lima #15 a longitud de trabajo, entonces se considera el tamaño del conducto como “pequeño”. Utilizar la secuencia de instrumentos “pequeños”, los cuales se identifican con una sola banda de color en su mango.

- Conductos medianos/grandes: Usando sensación táctil, si la lima manual #15 se siente holgada dentro del conducto a longitud de trabajo, entonces se considera que el conducto es “grande” ó “mediano” según sea el caso.

Establecer longitud de trabajo: Se recomienda la utilización de un localizador de ápices. Se puede o no tomar una radiografía para corroborar la posición del instrumento.

Técnica de instrumentación de TF Adaptive:

1. Seleccionar la opción de “TF Adaptive” en el motor *Elements* (SybronEndo,).
2. Asegurar que la cámara pulpar esté inundada de hipoclorito de sodio ó EDTA e introducir el instrumento SIEMPRE EN ROTACIÓN.
3. Lentamente avanzar el instrumento VERDE (SM1 o ML1) con un movimiento sencillo y controlado hasta sentir tracción/resistencia con la dentina. Enseguida retirar el instrumento, sin tratar de hacer “picoteos” forzando hacia apical.
4. Limpiar las estrías del instrumento. Irrigar cámara pulpar y conducto. Patentizar con lima #15 manual.
5. Repetir pasos 3 y 4 con el mismo instrumento (si aplica), hasta llegar a longitud de trabajo.
6. Repetir pasos 3 y 4 con el siguiente instrumento, en este caso la lima con bandas AMARILLAS SM2 ó ML2 hasta llegar a longitud de trabajo. Si se desea instrumentar a mayor diámetro apical continuar con instrumento ROJO SM3 ó ML3 hasta longitud de trabajo.

Irrigar y secar: Se recomienda el uso del sistema de irrigación EndoVac. En este caso llevar instrumento SM3 hasta longitud de trabajo. En conductos más amplios, instrumentar a un mínimo del instrumento ML3 hasta longitud de trabajo. Se pueden usar puntas de papel estandarizadas para el sistema TF Adaptive¹⁸.

Obturación: Se puede utilizar gutapercha estandarizada para el sistema TF Adaptive para la correcta obturación de los conductos.

Conclusiones: El movimiento ADAPTIVE está basado en un algoritmo nuevo y patentado diseñado para funcionar con los instrumentos de NiTi TF Adaptive. Esta tecnología fue diseñada para ajustarse a las fuerzas torsionales ejercidos dentro del conducto dependiendo de la presión aplicada a la lima. Esto quiere decir que el instrumento se adapta, ya sea en rotación continua o en movimiento recíprocante, dependiendo de la situación. El resultado es una remoción excepcional de debris con el diseño clásico de TF, menor efecto de atornillado y debris extruido. Ver figura 5¹⁹.

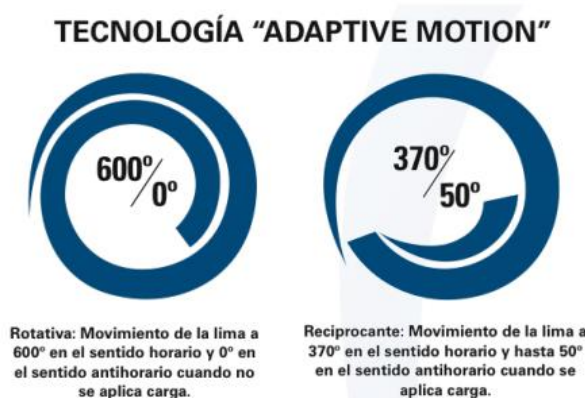


Fig. 5 Movimiento patentado de TF Adaptive: Rotación continua 360° cuando no hay fuerza aplicada. Recíprocante: 370° en sentido horario y hasta 50° de movimiento en sentido anti-horario cuando la lima está sometida a sobrecarga

Twisted Files Rotatorios (TF), lo que significa que el instrumento en vez de maquinado, es torcido hasta conseguir su forma y obtener su alta durabilidad, presenta la fase R para elevar su índice de flexibilidad y conseguir excelente remoción de debris¹⁹.



Fig. 6 Motor SybronEndo Elements. Utilizado para la técnica de TF Adaptive. En la otra imagen observamos la secuencia intuitiva de “semáforo” de las limas TF Adaptive.

Planteamiento del problema

¿Cuál de los dos sistemas de instrumentación; ProTaper Gold o TF Adaptive presenta menor índice de transportación en conductos con curvatura mayor a 30° en réplicas de molares de prototipos basados en MicroCT?

Justificación

En la actualidad existe un número considerable de sistemas rotatorios, con diferentes características las cuales refieren presentar un menor índice de transportación apical y mayor flexibilidad de sus instrumentos, sin embargo es muy importante poder demostrar clínicamente cual es el sistema que respeta mejor la anatomía de los conductos, principalmente en aquellos que presentan curvaturas severas. Con la introducción de sistemas de instrumentación con movimiento reciprocante e instrumentos con nuevos tratamientos metalúrgicos se logra disminuir la transportación de los conductos, separación de instrumentos, los niveles de torsión y fatiga cíclica a los cuales son sometidos, todo esto para mejorar el porcentaje de éxito en la práctica diaria.

En este tipo de estudios, normalmente se han utilizado piezas extraídas pero la amplia gama de variaciones de ángulos y formas de la raíz hace que la estandarización de la muestra se dificulte y el hecho de utilizar órganos dentales necróticos hace fácil la contaminación del área de trabajo. Por estas razones se propone la reproducción de los dientes naturales en prototipos de réplicas transparentes, esto representa una técnica prometedora ya que permite una estandarización completa de la muestra cuando se evalúa el conducto de la raíz y la instrumentación en estudios de laboratorio.

A la fecha, la literatura carece de muchos estudios utilizando el prototipo rápido de réplicas transparentes dentales con diferentes instrumentos y técnicas.

Hipótesis

HO No existe una diferencia significativa entre la media de grados del instrumento ProTaper Gold y TF Adaptive.

H1 Existe una diferencia significativa entre la media de grados del instrumento ProTaper Gold y TF Adaptive

Objetivo

Evaluar la capacidad de conformación de dos sistemas rotatorios PRO-TAPER GOLD y Twisted-File Adaptive en conductos con curvatura mayor de 30° en réplicas de molares mandibulares, utilizando tres dimensiones con la tecnología de impresión basado en datos de imagen microCT.

Tipo de estudio

- Prospectivo
- Transversal
- Comparativo
- Experimental

Variable dependiente

Transportación de conductos se refiere a: El enderezamiento de conductos curvos, es uno de los errores más comunes durante la instrumentación, debido al uso de instrumentos muy rígidos los cuales regresan a su posición recta y deforman la los conductos radiculares. Este es visible radiográficamente al observarse la pérdida del curso original del conducto.

Variables independientes

Sistema rotatorio TF Adaptive

Sistema rotatorio ProTaper Gold

Universo de estudio

Se trata de 16 réplicas de raíces mesiales conducto vestibular de primeros molares mandibulares basados en MicroCT con una curvatura mayor de 30°, 4 para cada sistema de instrumentación: ProTaper Gold, TF Adaptive, instrumentación manual (lima #25) y control negativo (lima #10).

Criterios de inclusión

- Réplicas sin obstrucciones en el conducto al momento de trabajar.
- Instrumentos sin imperfecciones visibles.

Criterios de exclusión

- Cualquier réplica en la que se haya separado algún instrumento.
- Réplicas que no estén clínicamente permeables.
- Instrumentos con imperfecciones visibles.

Materiales y Metodología

Materiales

- 16 Réplicas de primeros molares mandibulares basados en microCT
- Bata blanca (Dickies)
- Silicona (Speedex)
- Aparato posicionador para RVG(Radiovisografo)
- Aparato de rx (HELIODENT^{PLUS}) SIRONA)
- RVG (schick33)
- 2 paquetes nuevos de instrumentos (PRO Taper Gold)
- 1 paquete nuevo de instrumentos (TF Adaptive ML1)
- 1 paquete nuevo de instrumentos manuales #10 (MANI K-FILES)
- 1 paquete nuevo de c/u instrumento manual 25 mm: #15 ,#20 y # 25 (K-FILE DENTSPLY)
- Endo-ring (SYBRON ENDO)
- Motor Elements (SYBRON ENDO)
- Hipoclorito de sodio 5.25% (Clorox)
- Alcohol de 70 grados (Las canitas)
- Lentes de proteccion (VIRTUA V4)
- Guantes de latex (AMBIDERM)
- Cubre bocas (Western Safety)
- 2 Jeringas hipodérmicas de 10 ml. (BD PLASTIPAK)
- Agujas para irrigar #30 y #27 (Vivid de Pearson)

Metodología

Se inició la practica realizando una impresión para las réplicas de molares con silicona (Speedex) se hizo una con la réplica en posición horizontal como se aprecia en la fig.7. Estas impresiones fueron colocadas en el posicionador, para que embonaran perfectamente y fuera fácil cambiarlas sin perder la angulación (Fig. 8).



Fig. 7 y 8 Impresión de las réplicas en posición horizontal, con silicona (Speedex).

Preparación de la muestra inicial

La preparación biomecánica de los conductos se llevó a cabo en la raíz mesial de las réplicas, fue realizada por un operador con experiencia en instrumentación rotatoria, reciprocante y técnicas alternativas, después de un periodo de formación utilizando molares de creación a base de resina. Se inicia el proceso de irrigación inicial utilizando NaOCl al 5.25% para eliminar impurezas de la réplica, la patentización del conducto se inicia con una lima tipo K #10 (MANI FILES) la cual fue introducida en el conducto

mesio-vestibular utilizando técnica de fuerzas balanceadas hasta llegar al foramen apical (fig. 10)



Fig.9 instrumentos rotatorios utilizados en el trabajo.



Fig. 10 Patentización lima K #10 (MANI FILES).

Se construyó un bloque de silicona (Speedex) para sujetar la réplica y fuera más factible la instrumentación biomecánica (fig. 11), la longitud de trabajo se determinó a 0.5 mm del foramen apical (longitud de trabajo 13.5mm) (Fig. 12). Los molares réplicas

de cada muestra ($n = 16$) fueron aleatoriamente distribuidos en 4 grupos según el sistema de instrumentación y técnica utilizada para preparar los conductos mesiales: Twisted-File Adaptive (TFA) y ProTaper Gold (PTG) impulsados por un motor eléctrico (ELEMENTS DE SYBRON ENDO). El instrumento utilizado fue ProTaper gold F2 (25.08) (Figura 13 y 14) y TFA ML1 (25.08) (Figura 15 y 16) utilizando un motor Sybron Elements (Sybron Endo Glendora, CA, EE.UU.) seleccionado en el movimiento adaptativo.



Fig. 11 Bloque de silicona (speedex) utilizado para sujetar los molares replicas.



Fig. 12 Medición de longitud de trabajo con ENDORING (SYBRON ENDO).

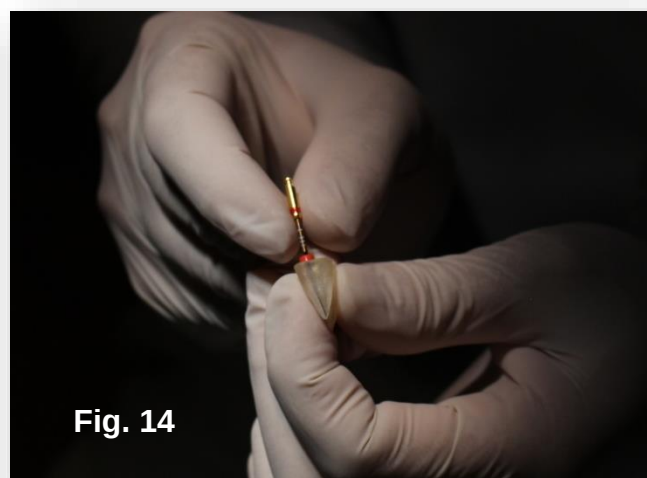


Fig. 13 y 14 Instrumentación con limas rotatorias ProTaper Gold (PTG) impulsados por un motor eléctrico (ELEMENTS DE SYBRON ENDO).

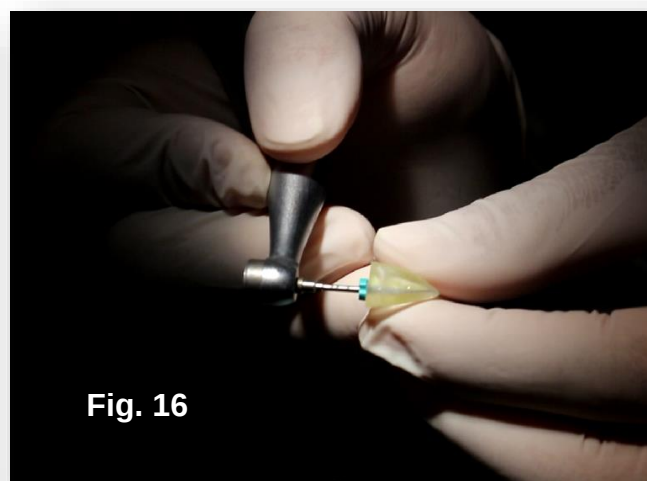
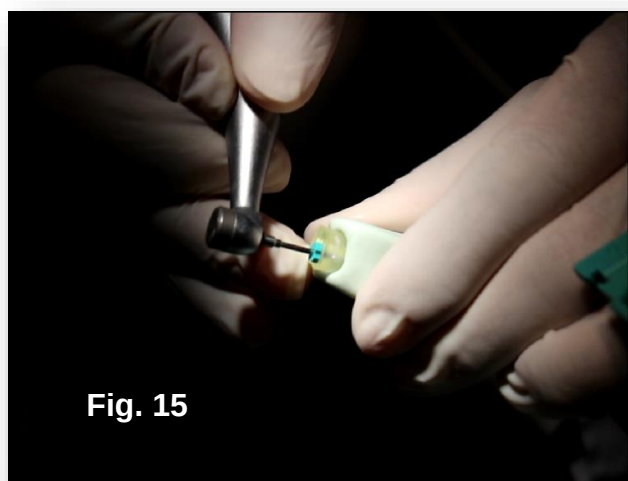


Fig. 15 y 16 Instrumentación con limas recipricantes TF Adaptive impulsados por un motor eléctrico (ELEMENTS DE SYBRON ENDO).

Cada instrumento con ProTaper Gold y TF Adaptive se movía en dirección apical utilizando un movimiento de picoteo ingresando aproximadamente 3 mm con una presión apical suave. Después de tres movimientos de picoteo, el instrumento fue

retirado del canal y limpiado. Se llevó a cabo la irrigación copiosa con NaOCl al 5.25% durante la instrumentación del conducto radicular y un enjuague final con 10ml de alcohol al 70% (fig. 17) se utilizó para eliminar residuos de resina, con el fin de mejorar la transparencia de las réplicas, utilizando una jeringa de 10 ml con una aguja de calibre 30 (Vivid de Pearson) (Fig. 18).



Fig. 17 y 18 Cloro (Cloralex) y Alcohol (Las Canitas) utilizados para la remoción de restos de resina y cera en la instrumentación de los molares (Replicas).

La evaluación de transportación del conducto fue realizada después del procedimiento de instrumentación, con una imagen radiográfica digital estandarizada del conducto mesial se obtuvo con el instrumento final posicionado a longitud (13.5 mm). Se tomaron, radiografías digitales buco-lingual con el RVG (Schick 33 Sirona) (Fig. 20) para cada prototipo utilizando la técnica del eje paralelo y un dispositivo posicionador, modo en el que el molar replica podría ser colocado en la misma posición antes y después de la preparación (fig. 19).

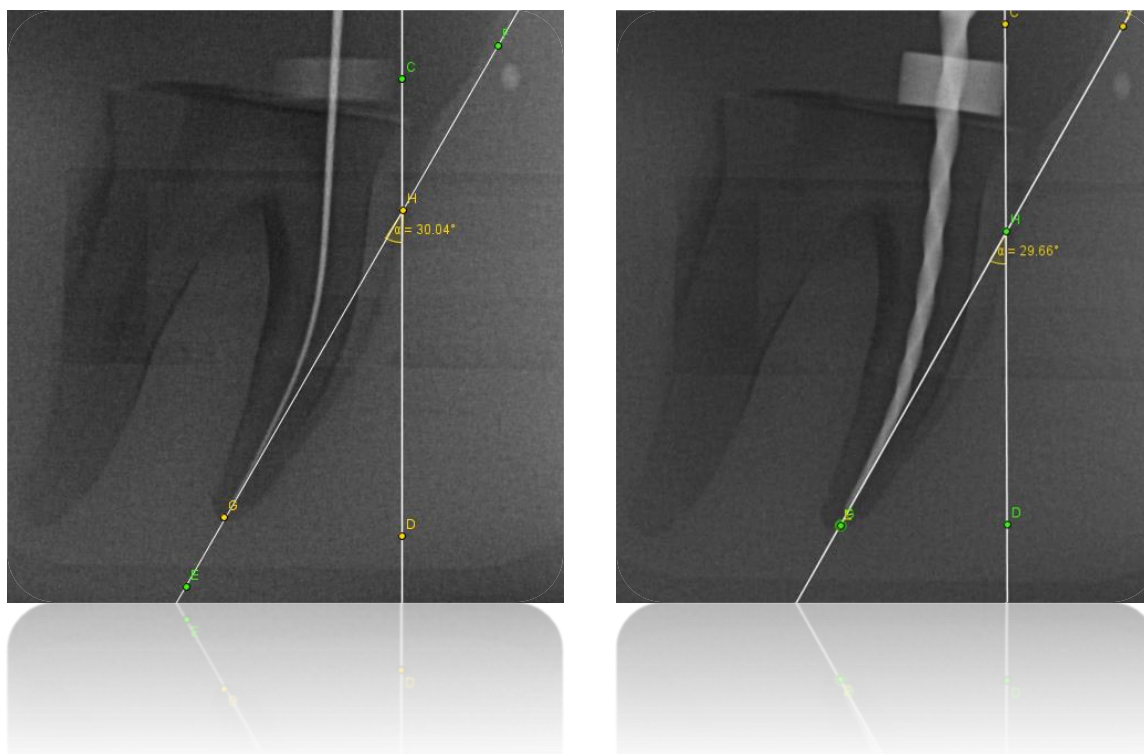
**Fig.19****Fig.20**

Fig. 19 Y 20 Toma de radiografías con aparato de RX (HELIODENT^{PLUS}) SIRONA y RVG (Schick 33)

Todas las imágenes digitales fueron capturadas y almacenadas.

Las imágenes digitales tomadas antes y después de la preparación del conducto se trabajaron en el programa GeoGebra versión 5 para medir el ángulo de la curvatura.

El grupo control negativo fue tomado con una lima K # 10 (Mani) dando una media de 30.085° y después con los diferentes instrumentos: lima K # 25 (Dentsply), ML1 (TF Adaptive 25.08) y F2 (ProTaper Gold 25.08) Ejemplo fig.21 y 22. La diferencia fue considerada como la cantidad de transportación.



Imágenes radiográficas de réplicas de molares inferiores con una curvatura en el conducto vestibular de la raíz mesial mayor a 30 grados. fig. 21 Control negativo imagen preoperatoria y fig. 22. TF Adaptive. El ángulo fue formado por la intersección del eje del conducto radicular en el tercio apical y el eje largo que es perpendicular al nivel cervical (línea recta).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El test de normalidad pasó con $p=0.474$, así como la igualdad de varianzas paso con $p=0.680$

El estudio se realizó bajo el programa Sigma PLOT para Windows versión 12 considerando un nivel de significancia de 0.05 para el estudio.

Con el valor de $p=0.137$ en este estudio, se demuestra que se acepta H_0 , No Existe una diferencia significativa entre la media de grados del instrumento Protaper Gold y TF Adaptive. No hay diferencia significativa (Tabla 2).

Test de normalidad (Shapiro-Wilk) paso ($P = 0.474$)

Igualdad de varianzas paso ($P=0.680$)

Poder de la prueba realizada con $\alpha = 0.50$: 1,00

Comparaciones de tratamientos con prueba de Tukey

Grupos	N	perdidos	media	StdDev	SEM
ProTaper Gold	4	0	29,603	0,0555	0,0278
TF-Adaptive	4	0	29,684	0,064	0,032
Fuerzas Balanceadas	4	0	29,181	0,0384	0,0192
Fuente de variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	2	0,585	0,293	101,37	<0.001
Residual	9	0,026	0,00289		
Total	11	0,611			

Tabla 2, Comparación grupos: ProTaper Gold, TF Adaptive y Fuerzas Balanceadas. (Se observa en amarillo una menor transportación del conducto en el resultado de TF Adaptive. Se muestra la fuente de variación: Entre grupos, Residual y Total.

RESULTADOS

Se realizó una comparación múltiple con la prueba estadística de TUKEY y se obtuvo que no existe una diferencia significativa entre el sistema rotatorio ProTaper Gold y TF Adaptive (Tabla 3).

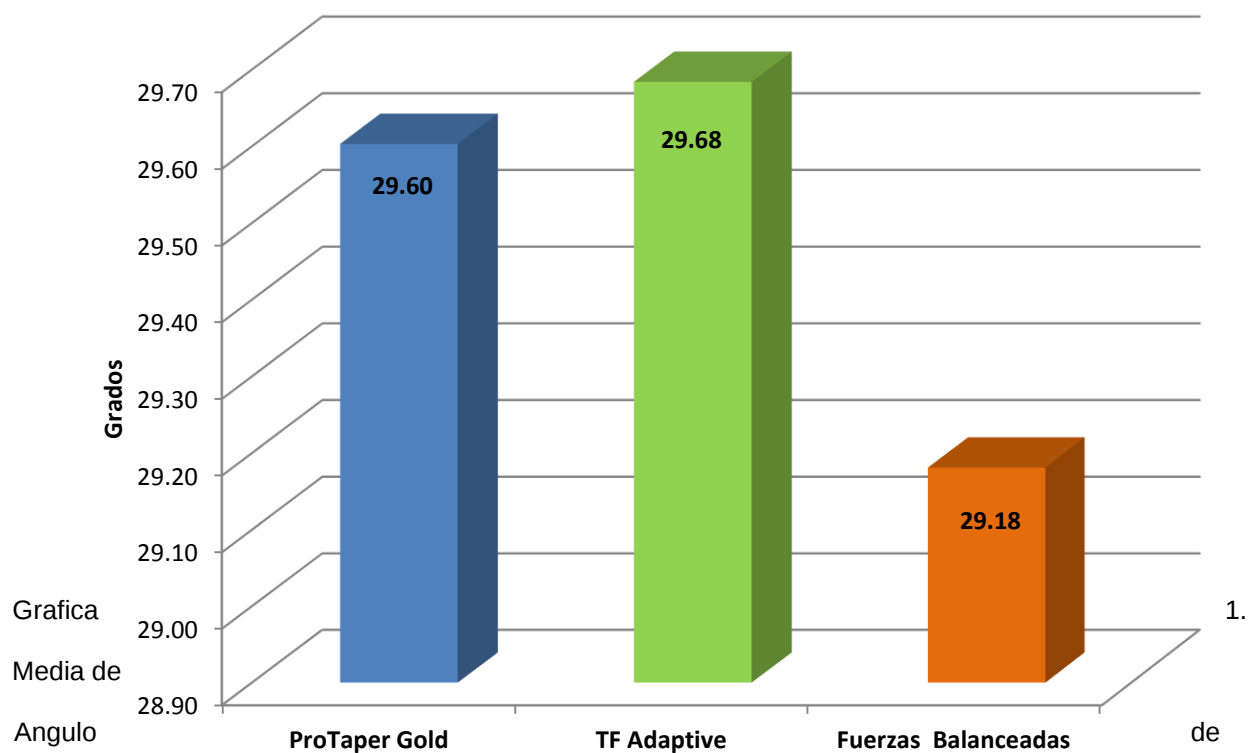
Comparación	Diferencia de medias	p	q	P2	P<0.050
TF-adaptive vs. Fuerzas balanceadas	0,504	3	18,753	<0.001	Yes
TF-adaptive vs. Protaper gold	0,0813	3	3,025	0,137	No
Protaper gold vs. Fuerzas balanceadas	0,422	3	15,728	<0.001	Yes

Tabla 3. Resultados comparativos. TF Adaptive vs ProTaper Gold: No Existe una diferencia significativa entre la media de grados del instrumento. Al comparar los instrumentos con el grupo control positivo (Fuerzas balanceadas) si resultan con una diferencia significativa

El test de normalidad paso con una $P = 0.472$, el test de igualdad de varianzas paso con un valor de $P = 0.6$. El estudio se realizó bajo el programa Sigma PLOT para Windows versión 12 considerando un nivel de significancia de alfa 0.05 para el estudio.

Con el valor de $P = 0.137$ en este estudio se demuestra que se acepta H_0 , no existe diferencia significativa entre rotatorio ProTaper Gold y TF Adaptive.

Media de Angulo de curvatura



curvatura en grados de ProTaper Gold, TF Adaptive y Fuerzas Balanceadas. (TF Adaptive mostro una ligera menor transportación del conducto)

DISCUSIÓN

En el presente estudio, se comparó la transportación del conducto radicular en réplicas de molares mandibulares, con curvatura superior a los 30°. Se utilizó la raíz mesial para evaluar dos recientes sistemas de instrumentación ProTaper Gold y TF Adaptive. Según el fabricante ProTaper Gold proporciona más de dos veces la resistencia a la fatiga cíclica que ProTaper Universal, lo cual nos brinda una ventaja clave, ya que la fatiga cíclica es la principal causa de la separación de los instrumentos rotatorios. El Diseño de corte helicoidal probado en ProTaper Universal aunado a la brillantez de Metalurgia avanzada patentada permite al instrumento seguir la forma del conducto sin dañar las paredes del mismo.

El sistema TF Adaptive ha sido designado específicamente para su uso con movimiento adaptativo (reciprocante) el objetivo del movimiento reciprocante es minimizar el riesgo de la fractura de instrumentos causada por el estrés torsional. Cuando es utilizado con el motor Elements con tecnología de movimiento adaptativo, el cual funciona en sentido de las manecillas del reloj y dependiendo de la carga que se presente el instrumentó, se adapta y hace un movimiento contrario.

Los resultados del presente estudio mostraron que la transportación de la curvatura del conducto en el tercio apical fue similar para ambos instrumentos. Se realizó una comparación múltiple con la prueba estadística de TUKEY y se obtuvo que no existe una diferencia significativa entre el sistema rotatorio ProTaper Gold y TF Adaptive, sin embargo TF Adaptive transporto un poco menos. Lo que corrobora la efectividad del uso de instrumentos NiTi comparando con hallazgos encontrados en estudios previos como el realizado por el Dr. Zapata (2014) en réplicas de molares. De

igual forma Bürklein S. (2012) y García-sanz (2012) obtuvieron resultados con las mismas características en dientes humanos, al igual que Elio Berutti (2012) utilizando bloques de entrenamiento. .

CONCLUSIONES

Después de los resultados obtenidos en nuestra comparación de instrumentos, realizada en el tercio apical de raíces mesiales de réplicas molares inferiores basados en microCT, los sistemas comparados en este estudio ProTaper Gold y TF Adaptive fueron capaces de mantener la forma original del tercio apical con una curvatura mayor a 30 grados, sin mostrar una diferencia significativa entre ellos, aunque la diferencia de medias fue .08 a favor de TF Adaptive probablemente por el taper variable que presenta ProTaper Gold, al haberlos utilizado personalmente en la práctica profesional los dos han mostrado muy buenos resultados, por lo que se recomienda la utilización de estos sistemas para curvaturas severas, siempre y cuando el operador conozca el manejo adecuado de estos sistemas. Sugiere la realización de más estudios sobre estos sistemas en molares con diferentes configuraciones anatómicas.

Se recomienda la utilización de prototipos de resina para futuras prácticas endodónticas y la realización estudios comparativos.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer principalmente a mi familia que me ha apoyado en todo momento desde que tengo memoria, han estado presentes para impulsarme brindándome ayuda cuando es necesario. Gracias a mis padres Agustín Aveleyra Fernández y Norma Vizcarra Vizcarra puedo decir que soy un especialista.

Especial agradecimiento a mi madre que me ayudo con dudas y recomendaciones sobre metodología en la elaboración de este trabajo terminal.

También quiero dar gracias a todos los maestros que han sido parte de mi formación académica. Porque con su paciencia y convicción para compartir sus conocimientos, nuestros pasos van asegurados por el camino del profesionalismo y el buen juicio basado en fundamentos. En especial a mi presidente de trabajo terminal CDEE. Julio César García Briones y sinodales: Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez y M.C. Elizabeth Leyva Rodriguez quienes con sus conocimientos, y tiempo dedicado a este trabajo fueron parte imprescindible para la elaboración de este trabajo.

Especial Agradecimiento al Dr. David E. Jaramillo por su completa disposición para ayudarme desinteresadamente con material bibliográfico, consejos y facilitando la obtención de las réplicas de molares las cuales fueron indispensables en la realización de este trabajo terminal.

Especial Agradecimiento al Dr. Ronald O. Zapata quien me ayudo con dudas y material bibliográfico esencial en la realización de este trabajo terminal.

Por último pero no menos importante le doy gracias a mis compañeros de especialidad con los que he compartido bastante conocimiento este año y medio de estudio pero sobretodo muy buenos momentos y experiencias enriquecedoras.

REFERENCIAS

- 1.** Bueno, R. M. (2006). Historia de la Endodoncia. Revista Odontologica de Especialidades, 5-21.
- 2.** Garcia, M. F., & Racciati, G. (10 de 2004). Incidencia entre el diseño transversal y la capacidad de corte de los Instrumentos Rotatorios. Electronic Journal of Endodontics Rosario, 2, 2-17. Obtenido de <http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/1397/23-58-1-PB.pdf?sequence=1>
- 3.** Steiner, J., & Hertl, N. (2012). History of the Department of Endodontics School of Dentistry University of Washington. Obtenido de Department of Endodontics at the University of Washington: http://dental.washington.edu/wp-content/media/endodontics/Endo_History.pdf
- 4.** Pérez, E., Burguera, E., & Carvallo, M. (31 de 07 de 2002). "Tríada para la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares". Acta Odontológica Venezolana, 41, 13.
- 5.** Ingle, John I.;Taintor, Jerry F. Endodontics. 3rd Ed., Editorial: Hagerstown, Maryland, U.S.A.: Lea & Febiger, Año de publicación: 1985, 3ra Edición.
- 6.** Santos, D. L. (2006). "Comparacion de la seccion transversal y de la punta de cuatro marcas de limas flexibles". Obtenido de Odonto-UNAM: http://www.odonto.unam.mx/pdfs/limas_flexibles.pdf

- 7.** Araujo, R. S. (03 de 1995). técnica de inversión secuencial, una alternativa a la preparación de los conductos radiculares curvos. Revista ABO, 3(2). Recuperado el 7 de 02 de 2015, de http://www.endodontiaclinica.odo.br/media/download_gallery/01.%20Tecnica%20da%20Inversao%20Sequencial%20%20uma%20alternativa%20para%20o%20preparo%20de%20canaais%20curvos.pdf
- 8.** Regan, J., & Gutmann, J. (2008). Preparation of the root canal system. HARTY'S ENDODONTICS IN CLINICAL PRACTICE, 77-94.
- 9.** Bellamy, R. (30 de 11 de 2003). Explaining Schilder's Five Mechanical Objectives. CLINICAL, 14-17.
- 10.** Gallego , K. L., Cabrales , R. S., & Díaz , A. C. (06 de 2011). PreParación de canales curvos y calcificados. Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud, DUAZARY, 8(1), 66-73.
- 11.** Ronald ORDINOLA-ZAPATA, et. al. (21 de Febrero de 2014). Shaping ability of Reciproc and TF Adaptive systems in severely curved canals of rapid microCT-based prototyping molar replicas. Scielo. p.p 1-7.
- 12.** DENTSPLY Tulsa Dental Specialties. (2 de 05 de 2014). DENTSPLY Tulsa Dental Specialties launches ProTaper Gold™ – the next generation of its ProTaper® legacy. Obtenido de The Profesional Advisory: <http://www.tulsadentalspecialties.com/>
- 13.** Fagundo, C. M. (2005). Sistema ProTaper: Técnica Clínica. Revista Odontológica de Especialidades, 5-22.

- 14.** Aracena Rojas D, Borie E, Fuentes R, Boldt F, Aracena A, Valenzuela R. Evaluación in vitro de la preparación de conductos mesiales de molares con instrumentos manuales NI-Ti y Protaper Universal rotatorio. Av. Odontoestomatol 2013; 29 (2): 73-79.
- 15.** DentSply Tulsa Dental (2014). ProTaper Gold.™ The Brilliance of ProTaper. Obtenido de Special DENTSPLY International, Inc. BRPTGRev:http://www.tulsadentalspecialties.com/Libraries/Tab_Content__Endo_Access_Shaping/Brochure_for_ProTaper_Gold.sflb.aspx.
- 16.** De-Deus, G. (2014). Lack of Causal Relationship between Dentinal Microcracks and Root Canal Preparation with Reciprocation Systems. Basic Research—Technology, 1-4.
- 17.** Gianluca, G., & Glassman, G. (05 de 2014). TF Adaptive: A Novel Approach to Nickel-Titanium Instrumentation. (M. M.-2. Kerr, Ed.) Kerr News, 6-12.
- 18.** Gianluca Gambarini, Italia & Dr. Gary Glassman, Canada. “In vitro Analysis of efficiency and safety of a new motion for endodontic instrumentation: TF Adaptive”. Research Instrumentation, ROOTS Journal, 2013
- 19.** Segura, J. J. (2014). PATOLOGÍA Y TERAPÉUTICA DENTAL II, INSTRUMENTAL ENDODÓNCICO. Sevilla: Dpto. de Estomatología, Universidad de Sevilla.
- 20.** Chandía, C. G. (28 de 9 de 2013). TF Adaptive “Rotación cuando quieres. Reciprocación cuando necesitas”. Canal Abierto, Revista de la Sociedad de Endodoncia de Chile, 9-11. Obtenido de <http://www.socendochile.cl/revistas/28.pdf>

- 21.** Ariana Ontiveros Gutiérrez y cols. "Análisis de la transportación en el tercio apical utilizando la Técnica de Instrumentación de Fuerzas Balanceadas VS Sistema de Instrumentación Rotatoria MTWO" REVISTA ADM /SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2012/VOL. LXIX NO. 5 P.P. 226-232.
- 22.** Clifford J. Ruddle, DDS. "Endodontic Canal Preparation: WaveOne Single file technique". Dentistry Today, Enero 2012
- 23.** Cohen S, Burns R, Vías de la Pulpa, Editorial Harcourt, 8va Edición, 2002. Pag. 203-252.
- 24.** Dalia Mukhtar Fayyad, BDS, MSc, PhD, y Abeer A. Elhakim Elgendy, MSc, PhD. "Cutting efficiency of Twisted versus Machined Nickel-Titanium Endodontic Files". Journal of Endodontics, Agosto 2011.
- 25.** Elio Berutti, MD, DDS, Giorgio Chiandussi, MS, "Canal Shaping with WaveOne Primary Reciprocating Files and ProTaper System: A Comparative Study". JOE, 2012.
- 26.** Elio Berutti, MD, DDS, Giorgio Chiandussi, "Effect of canal length and curvature on working length alteration with WaveOne reciprocating files". J Endod, 2011.
- 27.** García-Sanz CE y Cols. Desviación del conducto original por el uso de los sistemas rotatorios Mtwo y Protaper, Rev. Odontologica Latinoamericana (2010) Vol. 2, Núm. 2, pp. 25-31.
- 28.** Gergi et al. "Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system and stainless steel hand K-files by using computed tomography". J Endod 2010; 36: 904-7

- 29.** G. Gambarini, R. G. (20 de 02 de 2012). Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *International Endodontic Journal*, 1-5. doi:10.1111/j.1365-2591
- 30.** Julian Webber, y Cols. "The WaveOne single file reciprocating system". *ROOTS Journal*, 2011.
- 31.** Leonardi L.E. 1, D.M. Atlas2, Espesores de dentina/cemento en conductos curvos instrumentados con sistemas rotatorios Volumen 27/ Número 4/Octubre-Diciembre 2009.
- 32.** Leonardo, MR, De Toledo, R Sistemas Rotatorios en Endodoncia: Instrumentos de Níquel Titanio. Editorial Artes Médicas Ltda. 2002
- 33.** Michael A. Baumann, Alemania. "WaveOne – first experiences of third-year students". *ROOTS Journal*, 2012.
- 34.** S. Bürklein, K. Hinschitza, T. Dammaschke & E. Schäfer. "Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper". Pags. 449-461 *International Endodontic Journal*, Nov. 2011.
- 35.** Twisted file adaptive system. [website] 2013 [cited Nov. 19, 2014]. Available from: http://axis.sybronendo.com/tfadaptive_confidence.
- 36.** Yared, G: "Canal preparation using only one NiTi rotary instrument: preliminary observations", *International Endodontic Journal*. 41:4, 339-344, 2008

- 37.** Young-Sil Yoo, Yong-Bum Cho, Korea. (21 de Nov. de 2012) "A comparison of the shaping ability of reciprocating NiTi instruments in simulated curved canals". 220-227, Restorative Dentistry & Endodontics Journal.