

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



**COMPARACIÓN IN VITRO DE LA EXTRUSIÓN APICAL DE
DEBRIS ENTRE EL SISTEMA DE LIMA ÚNICA RECIPROC Y**

TF ADAPTIVE

**TRABAJO TERMINAL PARA OBTENER EL DIPLOMA
DE LA ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

PRESENTA

AARON AVILA LOPEZ

PRESIDENTE

DR. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES

SINODAL

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

DRA. VERÓNICA GONZÁLEZ TORRES

TIJUANA, B.C.

JUNIO 2017

Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	4
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
III. JUSTIFICACIÓN	7
IV. ANTECEDENTES.....	8
V. MARCO TEORICO	11
A) DEBRIS.....	11
B) CONSECUENCIA DE LA EXTRUSION DE DEBRIS.....	12
C) AGUDIZACIÓN O FLARE-UP ENTRE SESIONES.....	13
D) FACTORES QUE EVITAN LA EXTRUSION DE DEBRIS	13
E) IRRIGACIÓN	14
F) TECNICAS DE IRRIGACION MANUALES	15
-IRRIGACIÓN MANUAL DINAMICA.....	15
-LIMA DE PASAJE.....	16
G) TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN ASISTIDA POR MAQUINAS.....	17
-IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA.....	17
H) INSTRUMENTOS QUE PROVOCAN PRESIONES ALTERNADAS.....	19
- ENDO VAC	19
I) TECNICAS DE INSTRUMENTACIÓN.....	20
-RECIPROC	23
J) TIPOS DE MOVIMIENTOS	29
-Movimiento adaptativo	29
VI. HIPÓTESIS.....	31
VII. OBJETIVO.....	32
VII.TIPO DE ESTUDIO.....	32
VIII.SELECCIÓN DE VARIABLES	32
VIII.UNIVERSO DE ESTUDIO	33
IX. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	33
X. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	33
XI. CRITERIOS DE ELIMINCIÓN.....	34
XII.MATERIALES.....	34

XII. METODOLOGÍA	35
XIII.RESULTADOS	40
XIV.ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	49
XIV.DISCUSIÓN	52
XV. CONCLUSIONES:	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

COMPARACIÓN IN VITRO DE EXTRUSIÓN APICAL DE DEBRIS ENTRE EL SISTEMA DE LIMA ÚNICA RECIPROC Y TF ADAPTIVE

SUMMARY

Introduction: The purpose of this study was to compared the amount of debris extruded apically from teeth using 2 differents in vitro preparation techniques in 2 experimetal groups (n=15). **Methods:** thirty extracted human uniradicular premolars with single canals and similar lengths were instrumented using TF ADAPTIVE ML1 (25, .08; SybronEndon, Orange CA) Reciproc(R25; VDW GmbH, Munich Germany). Debris extruded during instrumentation were collected into preweighed Eppendorf tubes. The Eppendorf tubes were placed in a drying oven at stabdar temperature of 25°C for 3 hours. The Eppendorf tubes were weighed to obtain the final weight of the Eppendorf tubes when the extruded debris were included. Three consecutive weights were obtained for each tube. **Results:** There were statistically significant differences among the groups , group 1 TF ADAPTIVE(M= .0009087), group 2 RECIPROC (M= .0005027) . **Conslusions:**The TF ADAPTIVE group produced the highest mean extrusion value. The Reciproc group produced less debris compared with group 1.

RESUMEN

Introducción: El propósito de este estudio fue comparar la cantidad de residuos extruidos apicalmente de los dientes utilizando 2 técnicas de preparación in vitro diferentes en 2 grupos experimentales (n = 15). **Métodos:** Se usaron treinta premolares uniradiculares humanos extraídos con conductos individuales y longitudes similares utilizando TF ADAPTIVE ML1 (25, .08; SybronEndon, Orange CA,) Reciproc (R25, VDW GmbH, Munich, Alemania). Los residuos extruidos durante la instrumentación se recogieron en tubos Eppendorf. Los tubos de Eppendorf se colocaron en un horno de secado a temperatura estable de 25 ° C durante 3 horas. Se pesaron los tubos para obtener el peso final de los tubos Eppendorf cuando se incluyeron los residuos extruidos. Se obtuvieron tres

pesos consecutivos para cada tubo. Resultados: Hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, grupo 1 TF ADAPTIVE (M = .0009087), grupo 2 RECIPROC (M = .0005027). Conclusiones: El grupo TF ADAPTIVE produjo el valor más alto de extrusión. El grupo Reciproc produjo menos debris en comparación con el grupo 1.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos principales en endodoncia es la prevención o eliminación de la “periodontitis apical”. La periodontitis apical es el término genérico para la inflamación perirradicular o periapical relacionada con la endodoncia, ya sea desde un punto de vista histológico; granuloma, un quiste o un absceso, sintomático o asintomático. Cuando está indicado el tratamiento de conducto radicular, confiamos en el trío de instrumentación, irrigación y obturación para alcanzar este objetivo ⁽¹⁾. Durante los procedimientos del tratamiento de conductos los fragmentos de dentina, materiales de obturación, microorganismos o irrigantes pueden ser extruidos desde el espacio del conducto radicular hacia los tejidos perirradiculares. La extrusión de estos materiales puede ser clínicamente responsable de la inducción de un proceso inflamatorio, que trae consigo dolor postoperatorio y el retraso de la cicatrización periapical ⁽²⁾. Los residuos extruidos apicalmente contribuyen a la severidad de la reacción inflamatoria. Las reacciones de los tejidos después de una instrumentación más corta que el ápice son más suaves que las reacciones que siguen la instrumentación más allá del ápice. Por lo tanto, minimizar la

cantidad de debris extruidos apicalmente debe minimizar las reacciones postoperatorias ⁽³⁾.

La extrusión apical de debris durante la preparación química y mecánica de los conductos radiculares es uno de los problemas más comunes encontrados por los endodoncistas ⁽⁴⁾.

Numerosos estudios han evaluado la extrusión de debris, microorganismos, e irrigantes a través de la región periapical. A pesar de que las técnicas de instrumentación obligan el contenido del conducto a través de los tejidos periapicales, la cantidad de extrusión de debris puede diferir de acuerdo a las técnicas de preparación y el diseño de los sistemas de limas. ^(5, 6).

Actualmente, todas las técnicas e instrumentos de preparación están asociadas con la extrusión de debris, incluso cuando la preparación se mantiene antes del ápice, y la instrumentación manual parece producir mayor extrusión en comparación con la preparación rotatoria. ⁽⁷⁾

Producto a su diseño y cinemática diferentes, el sistema *Reciproc* se ha evaluado en varios estudios en términos de extrusión de desechos apicales en conductos radiculares ⁽⁸⁾.

Estos dispositivos son útiles y seguros para la preparación del conducto de una manera eficaz, incluso en conductos radiculares curvos. Además contribuyen a la disminución del tiempo de trabajo. Con los avances de las tecnologías, los instrumentos endodónticos de hoy en día vienen en una variedad que difieren en costo, el rendimiento y la seguridad ⁽⁹⁾.

Twisted File Adaptive (TF Adaptive) (Axis / SybronEndo Orange, CA, USA) es un nuevo sistema de limas NiTi que utiliza una combinación de rotación continua y movimiento alternativo. En presencia de mínima o ninguna carga aplicada, la lima funciona en rotación continua. Sin embargo, cuando la lima se aplica a la dentina o se aplica una carga, cambia a un modo de movimiento alternativo, con ángulos específicamente diseñados en sentido horario (CW) y antihorario (CCW), que varían de 600-0 ° a 370-50 °. El efecto de la cinemática de movimiento (movimientos alternativos en varios ángulos) en la extrusión apical de debris es limitado ⁽¹⁰⁾.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la llegada los instrumentos rotatorios en el campo de la endodoncia se dejaron atrás muchos problemas, en cuando dificultades de instrumentación, transportaciones de los conductos, profundidad del irrigante, y principalmente el tiempo en sillón, pero se presentaron nuevos, como la fractura de los instrumentos de níquel titanio principalmente, y como ocurre con los instrumentos manuales, la proyección de debris al periápice, muchas veces dada por el diseño del instrumento o el movimiento de este.

Por lo que nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Habrá diferencia en cuanto a la cantidad de debris proyectada al periápice por dos sistemas de instrumentacion con diferentes diseños y movimientos?

III. JUSTIFICACIÓN

Desde la aparición en el campo de la endodoncia de los instrumentos rotatorios su uso se ha vuelto imprescindible, debido a la reducción del tiempo de tratamiento, una mejora notable en cuanto a la preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares, la penetración de los irrigantes.

Existe una gran variedad de instrumentos de níquel titanio activados por un motor, en el mercado, haciendo difícil la decisión de con que instrumento trabajar o cual es el que proporciona mejores resultados, facilidad técnica, resistencia, etc.

Nuevos estudio y comparaciones entre estos son necesarios, por lo tanto este estudio está encaminado a evaluar la extrusión de debris al periápice por dos instrumentos, recíprocos in vitro y así estar más conscientes a la hora de seleccionar un instrumento para realizar un tratamiento de conductos y saber cuáles son sus pros y contras, como son, diseño del instrumento, movimiento, cantidad de debris extruido, tiempos de preparación, etc.

Hablando de debris, se ha demostrado que una pequeña cantidad extruida de debris es suficiente para iniciar respuestas inflamatorias, ya que este contiene una gran parte de desechos de la instrumentación, estos desechos, están compuestos por partículas pequeñas de matriz de colágeno mineralizado, restos orgánicos e inorgánicos que pueden contener bacterias y sus productos derivados, y es conocido como detritos o debris. ⁽¹¹⁾

IV. ANTECEDENTES

Los estudios sobre la extrusión de detritos durante la instrumentación endodóntica se remontan a la segunda mitad del siglo pasado, estaban enfocados en las comparaciones entre técnicas manuales. En este sentido quienes tuvieron la primicia fueron Vande y Brillant ⁽¹²⁾ en 1975, quienes estudiaron el efecto que producía la irrigación en la generación de material extruido a través del ápice radicular durante la instrumentación estándar. Para ello realizaron un estudio comparativo experimental en el cual demostraron que la extrusión de detritos aumentaba con la presencia de los irrigantes, pero que por razones relacionadas a la desinfección de los conductos, este paso del tratamiento no debe ser nunca excluido.

Ya desde la aparición de los instrumentos rotatorios esto quedó atrás, y los estudios de detritos se comenzaron a realizar comparando instrumentos activados con un motor eléctrico. Es por esto que dos décadas después, Reddy y Hicks ⁽¹³⁾ (1998), estudiaron comparativamente la cantidad de desechos apicales producidos *in vitro*, mediante dos técnicas de instrumentación manuales y dos técnicas que utilizaban instrumentos activados con motor con movimiento rotatorio. Esto se debió a que un hallazgo frecuente en estudios realizados previamente era que la instrumentación con movimiento de empuje y tracción, producía más desecho apical que las que incorporaban una fuerza de rotación. Ellos analizaron las técnicas *Step-back* con limas K, de fuerzas balanceadas con limas *Flex-R*, instrumentos de Ni/Ti *Lightspeed* y los *Profile Serie 29* de conicidad 0,04. A pesar de que todas las técnicas de instrumentación produjeron

extrusión apical de detritos, se encontró que la técnica *Step-back* produjo significativamente más que los otros métodos. Y no se encontró diferencia significativa entre la técnica manual de fuerzas balanceadas y las dos técnicas rotatorias con instrumentos de níquel titanio. Concluyeron que la instrumentación ya sea manual o accionada con motor que utiliza rotación parece reducir significativamente la cantidad de deshecho extruido apicalmente en comparación con movimiento de empuje y tracción ⁽¹³⁾.

Ya en el año 2006, Tanalp y colaboradores ⁽¹⁴⁾, realizaron la comparación entre la extrusión de *debris* por tres instrumentos rotatorios diferentes (*Protaper*, *HERO* y *Profile*). Ellos informaron que todos los instrumentos probados produjeron una cantidad medible de *debris* y no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre *ProTaper* y *HERO Shaper*, en términos de extrusión de detritos. Lo mismo sucedió *Profile* y *HERO Shaper*. Por otro lado, *ProTaper* extruyó significativamente más cantidad de residuos en comparación con *Profile*.

Con el desarrollo de nuevas tecnologías, se comenzó a estudiar nuevos movimiento aparte del rotacional, como es el caso del movimiento reciprocante. Este se diseñó con la finalidad de disminuir el tiempo de trabajo de sillón, con la consecuente disminución de la cantidad de materiales que se utilizaban en la instrumentación del sistema de conductos. De esta forma se ampliaba la resistencia de los instrumentos a la fractura por este movimiento diferente y especial. En este sentido se han realizado diferentes estudios para probar la eficacia de estas novedosas alternativas, así como, del movimiento reciprocante,

usando instrumentos que fueron diseñados inicialmente para movimiento rotacional ⁽¹⁵⁾ .

Entre los ejemplos más citados está el estudio de De-Deus y colaboradores ⁽¹⁶⁾ realizado en 2010, un estudio en el que se midió el *debris* producido por la lima F2 de *ProTaper* usada como lima única con movimiento reciprocante. Concluyeron que no hubo diferencias significativas en la cantidad de los detritos extruidos entre la secuencia convencional de las limas *Ni/Ti ProTaper* Universal y el sistema *ProTaper* F2 con técnica de lima única. En contraste, la instrumentación manual extruyó significativamente más restos que los dos grupos de *Ni/Ti*.

En un estudio realizado en el 2012 por Bürklein y Schäfer ⁽¹⁷⁾ ,compararon la cantidad de *debris* que se producía usando dos instrumentos rotatorios (*Mtwo* y *ProTaper*) y dos instrumentos reciprocantes (*Reciproc* y *WaveOne*), obteniendo que las limas activadas con el movimiento reciprocante produjeron significativamente más desechos en comparación con ambos sistemas rotatorios. El tiempo de instrumentación fue significativamente más rápido con los reciprocantes.

En una revisión sistemática realizada por Ahn y colaboradores ⁽¹⁸⁾ , también en 2016, en varias bases de datos médicas, revisaron 19 estudios sobre extrusión de *debris* por métodos reciprocantes y de rotación continua. Estos investigadores encontraron que los instrumentos reciprocantes extruyen más detritos de dentina que los de rotación continua, pero en varios estudios se muestran conflictos en los resultados.

V. MARCO TEORICO

La extrusión de debris durante el tratamiento endodóntico ha sido un problema persistente a través de los años. Se asocia más a menudo con dolor e hinchazón durante o después de la terminación de la terapia del conducto radicular. Seltzer y Naidorf (19) discutieron varios factores que posiblemente desencadenan este proceso, incluyendo: (a) una lesión periapical inflamatoria crónica inactiva que reacciona violentamente cuando se inicia la terapia de conducto radicular e introduce desechos infecciosos en la lesión y (b) fenómenos inmunológicos mediados por células que responden a materiales extraños o antígenos en la zona. Naidorf ⁽²⁰⁾ también postuló que una cierta cantidad mínima es necesaria para iniciar este tipo de respuestas.

A) DEBRIS

Los residuos o detritos (*debris*) extruidos apicalmente son generados durante la preparación del canal y contienen pequeñas partículas de matriz de colágeno mineralizado, dentina, tejido de la pulpa necrótica, restos orgánicos e inorgánicos que pueden o no contener microorganismos, virus y sus productos derivados. A pesar de tener un control estricto de la longitud de trabajo durante la preparación de los conductos radiculares, siempre hay posibilidades de que algún detrito salgan más allá del foramen⁽²¹⁾.

B) CONSECUENCIA DE LA EXTRUSION DE DEBRIS

Los materiales que se usan en endodoncia, contaminados o no con microorganismos y virus, tienen la potencialidad de desencadenar una respuesta inflamatoria cuando son forzados apicalmente. Algunos factores que pueden desencadenar este proceso, como por ejemplo una lesión periapical crónica que agudiza durante el tratamiento endodóntico. El contenido pasa del interior del conducto a la lesión, dando lugar a respuestas de defensa del sistema inmune a ese material extraño, o a los inmunógenos presentes, que trae consigo un daño local, que en ocasiones se puede convertir en sistémico ⁽²²⁾.

Con tan solo una pequeña cantidad extruida es suficiente para iniciar estas respuestas inflamatorias. Este es el principal motivo de preocupación, pues el material extruido puede estar relacionado con la aparición de dolor o tumefacción tras el tratamiento endodóntico. Aunque no parece tener influencia significativa en el pronóstico del tratamiento endodóntico, esta agudización de la lesión es extremadamente desagradable para el paciente, pudiendo en algunos casos acarrear riesgos sistémicos graves ⁽²³⁾.

De acuerdo con la bibliografía revisada, existe una controversia entre si el movimiento reciprocante reduce más la extrusión de *debris* apicales que los sistemas de rotación continua ^(24,25).

Cuatro estudios abordan que el movimiento reciprocante produjo más restos apicales que el movimiento continuo de rotación ^(26,29) mientras que otros cuatro

estudios mostraron resultados opuestos ^(30, 33), y seis estudios no mostraron diferencias significativas entre los dos tipos de movimientos ^(33,39).

C) AGUDIZACIÓN O FLARE-UP ENTRE SESIONES

El flare-up o reagudización entre las sesiones del tratamiento endodóntico se caracteriza por la aparición de un intenso dolor y tumefacción, puede presentarse horas o días después de la sesión del tratamiento. Los factores causales pueden ser desde mecánicos, químicos o microbianos. De estos, los microorganismos y sus productos son los principales causantes de los flare-ups.

Aunque el huésped sea, por sí mismo incapaz de eliminar la infección del sistema de conductos radiculares la movilización y concentración de elementos de defensa del sistema inmune en los tejidos periapicales impiden su diseminación, estableando un equilibrio entre la agresión microbiana las defensas del huésped. Sin embargo, en ciertas situaciones como por ejemplo durante el tratamiento endodóntico, el equilibrio puede ser alterado a favor de la agresión microbiana pudiendo surgir una inflamación periapical aguda. Estas situaciones incluyen la salida de detritus de los conductos radiculares a la región periapical. ⁽⁴⁰⁾

D) FACTORES QUE EVITAN LA EXTRUSION DE DEBRIS

Por lo que nos queda seleccionar la técnica que con base a los estudios sea la que menor debris hacia el periápice produce, mantener una longitud de trabajo adecuada, que incluso en una preparación corta puede presentarse debris expulsado de conducto ⁽⁴¹⁾, y una técnica de irrigación que nos asegure la

eliminación del mayor número de bacterias posible, y una continua permeabilidad del conducto radicular. Y más importante lograr una correcta desinfección dentro del conducto radicular, y que los microorganismos no migren al periápice.

Por lo que nos queda seleccionar la técnica que con base a los estudios sea la que menor debris hacia el periápice produce, mantener una longitud de trabajo adecuada, que incluso en una preparación corta puede presentarse debris expulsado de conducto ⁽⁴¹⁾, y una técnica de irrigación que nos asegure la eliminación del mayor número de bacterias posible, y una continua permeabilidad del conducto radicular. Y más importante lograr una correcta desinfección dentro del conducto radicular, y que los microorganismos no migren al periápice.

E) IRRIGACIÓN

El principal objetivo del tratamiento endodóntico es la prevención o tratamiento de la periodontitis apical, mediante la prevención o eliminación de la infección microbiana del sistema de conductos radiculares ⁽⁴²⁾. La remoción de remanentes de tejido pulpar, microorganismos así como toxinas bacterianas del sistema de conductos, es esencial para el éxito de la terapia endodóntica, y es ampliamente aceptado que la forma para lograrlo se basa en la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, ya que los microorganismos que permanecen en el conducto radicular después del tratamiento o que por alguna razón lo vuelven a colonizar después de la obturación, son la principal causa del fracaso endodóntico, por lo tanto, la desinfección debe optimizarse ⁽⁴³⁾.

La extrusión apical de debris y del irrigante durante la limpieza y la conformación del conducto radicular es uno de los problemas comunes que encuentra un endodoncista. Varios estudios han demostrado que los rellenos de dentina, tejido necrótico, restos de pulpa, los microorganismos y la solución de irrigación puede ser extruida hacia los tejidos periapicales durante la instrumentación del conducto radicular ⁽⁴⁴⁻⁵⁰⁾.

Existen diferentes técnicas de depositar el irrigante dentro de los conductos radiculares, y así lograr una correcta y adecuada desinfección de los conductos radiculares.

F) TECNICAS DE IRRIGACION MANUALES

-IRRIGACIÓN MANUAL DINAMICA

Varios investigadores han mostrado que el uso de un cono de gutapercha bien adaptado a un conducto previamente instrumentado con un movimiento gentil hacia dentro y fuera del conducto aproximadamente 2 mm, puede producir un efecto hidrodinámico y mejorar el desplazamiento e intercambio de los irrigantes apicalmente en comparación con la irrigación estática o pasiva ^(51,52).

La mayor eficacia de la irrigación manual dinámica se puede explicar de varias maneras: un cono de gutapercha que se adapte bien al conducto genera diferentes grados de presión intraconducto repartiendo mejor el irrigante hacia zonas que no han sido tocadas, el movimiento hacia adentro y hacia afuera del cono genera turbulencia intraconducto actuando por extensión física cortando las láminas de

fluido en un medio dominado por la viscosidad como el que existe en el sistema de conductos, permitiendo una mejor mezcla de los fluidos⁽⁵³⁾.

La frecuencia del movimiento de entrada y salida de la punta de gutapercha (3,3 Hz, 100 movimientos en 30 seg) es más alta que la frecuencia (1,6 HZ) de la presión hidrodinámica positiva y negativa generada por RinsEndo, posiblemente generando más turbulencia intraconducto^(54,55). La irrigación manual dinámica es por todo lo anteriormente mencionado un método simple y eficiente a muy bajo costo.

-LIMA DE PASAJE

Para tener una acción efectiva el irrigante debe permanecer en contacto con la superficie radicular, lo cual resulta complicado cuando se trata de que este alcance el tercio apical por la burbuja de vapor formada de la mezcla de amonio y dióxido de carbono, proveniente del contacto del hipoclorito de sodio con material orgánico del conducto radicular⁽⁵⁶⁾.

Chow también encontró en varios experimentos la presencia de una burbuja de aire presente en el conducto que no puede ser desplazada ni rodeada por el irrigante impidiendo su acceso a la porción apical⁽⁵⁷⁾.

Una alternativa para conseguir que el irrigante alcance el tercio apical es la utilización de la técnica "lima de pasaje", la cual consiste en utilizar una lima de bajo calibre, flexible, que se moverá de forma pasiva a través del término del conducto radicular sin agrandar la constricción apical⁽⁵⁸⁾.

El instrumento se lleva 1 mm más allá de la longitud de trabajo permitiendo una mejor limpieza del tercio apical radicular debido probablemente a su influencia en la penetración del irrigante a esa zona ⁽⁵⁹⁾.

Aunque su uso sigue siendo un tema de controversia, hay estudios que demuestran que el uso de la lima de pasaje no produce un aumento en la incidencia, grado, ni duración de dolor postendodóntico ⁽⁶⁰⁾, y que, realizado mediante el uso de limas # 08 Y 10, no produce transporte del conducto radicular a nivel apical y/o foramen ⁽⁶¹⁾.

G) TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN ASISTIDA POR MAQUINAS

-IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA

El uso de sistemas ultrasónicos como auxiliares en la irrigación es conocido como irrigación ultrasónica pasiva, fue introducido por primera vez por Weller y cols. Para describir un tipo de irrigación en donde no se involucraba la instrumentación así como ningún contacto de las paredes dentinarias con la lima o instrumento utilizado ⁽⁶²⁾.

Con esta terminología no cortante, la posibilidad de crear defectos en el conducto radicular fue reducida. Durante la irrigación ultrasónica pasiva la energía es transmitida de una lima o cable oscilante hacia el irrigante dentro del conducto radicular por las ondas ultrasónicas. Esto último produce ondas acústicas y cavitación en el irrigante ⁽⁶³⁾.

La técnica consiste en depositar el irrigante dentro del conducto radicular por medio de una jeringa, seguido de la activación del irrigante por el sistema ultrasónico, llevando la lima entre 2 o 3mm de la longitud de trabajo, el conducto radicular es irrigado nuevamente para sacar todos los remanentes que quedan dentro del conducto⁽⁶⁴⁾ .

Comparado con la energía sónica, la energía del ultrasonido produce altas frecuencias pero bajas amplitudes ⁽⁶⁵⁾ .Las limas oscilan entre 25 y 30 kHz, que está más allá del límite de la percepción auditiva humana. Su forma de operar es en una oscilación transversa, creando un patrón característico de nodos y antinodos en toda su longitud ⁽⁶⁶⁾ .

Al comparar la irrigación sónica con la técnica de irrigación ultrasónica, esta última ha demostrado ser más eficiente en la remoción de detritus ⁽⁶⁷⁾ .

En cuanto a la reducción de la carga bacteriana, son varios los estudios que demuestran que el uso de IUP después de la instrumentación manual o rotatoria de los conductos radiculares da como resultado una significativa reducción del conteo bacteriano ⁽⁶⁸⁻⁷⁰⁾ .

Estos resultados pueden deberse a que la alta potencia del ultrasonido provoca de-aglomeración de los biofilms bacterianos por medio de la acción de la corriente acústica, la cual puede hacer que las bacterias expuestas sean más susceptibles al efecto bactericida del NaOCl⁽⁷¹⁾ .

H) INSTRUMENTOS QUE PROVOCAN PRESIONES ALTERNADAS

- ENDO VAC

Para la técnica de irrigación mediante presión negativa se emplea el dispositivo EndoVac (Discus Dental), que presenta una terminación en T, lo que permite realizar al mismo tiempo la irrigación de una notable cantidad de solución irrigadora en la cámara y aspirar en la zona apical mediante la aplicación de vacío a la microcánula o aguja.

El sistema presenta dos cánulas: la macrocánula, adaptada a una pieza de mano, se utiliza durante toda la preparación del conducto al mismo tiempo que se irriga, su función es remover los residuos rústicos y las burbujas de aire que se crean en la hidrólisis de los tejidos, esto se realiza mediante un movimiento longitudinal de 2 mm arriba y abajo hasta la constricción apical ⁽⁷²⁾.

Después de la utilización de la macrocánula, se introduce una microcánula que es una aguja fina con .32 mm de diámetro, que presenta en la punta 12 agujeros de pequeño calibre y que permiten aspirar partículas de hasta 0,10 mm. Se emplea al finalizar la preparación colocando la punta a longitud de trabajo por 6 segundos seguido de extraer la punta 6 segundos más, varias veces. Para conseguir este objetivo se precisa haber alcanzado un calibre 35/.04 en la porción apical del conducto ⁽⁷²⁾.

En varios estudios se menciona que no existe una sola técnica que limpie en su totalidad los conductos radiculares, especialmente en zonas de difícil acceso como las regiones de los istmos; sin embargo, diversos estudios han comprobado una

mayor eficacia en la limpieza en estas zonas de los conductos cuando se utiliza el sistema Endovac (Presión Apical Negativa), la irrigación manual dinámica y/o la irrigación ultrasónica pasiva, que con la irrigación pasiva por sí sola ^(73,74) .

I) TECNICAS DE INSTRUMENTACIÓN

-Sistema TF-Adaptive (SybronEndo)

Las limas Twisted Files (TF) desarrolladas por SybronEndo tienen un corte transversal de forma triangular con taper constante de .04, .06, .08, .10 y .12. Están disponibles en 5 tamaños en su punta (25-50). El fabricante refiere nuevos métodos de diseño de estas limas, entre ellos el tratamiento a base de calor llamado R-Phase que le otorga significativamente mayor resistencia a la fatiga cíclica y flexibilidad, manteniendo el centrado del conducto original y minimizando la transportación del conducto incluso en aquellos severamente curvos.

En mayo de 2013, la compañía SybronEndo presentó en Latinoamérica un nuevo sistema de instrumentación, tan solo unos meses después de su lanzamiento mundial. Éste propone una nueva cinemática que mezcla las ventajas del movimiento recíproco con el de rotación continua.

El sistema se origina a partir del instrumento Twisted File, uno de los más flexibles y de mayor resistencia a la fatiga cíclica que existen. Sus características se deben a una modificación en la aleación de NiTi llamada R-Phase o Fase R, que permite una fabricación por torsión en vez de torneado, lo que evita las

marcas que deja el torno y que muchas veces son el punto de inicio de una fractura.

SMALL (SM)	SM1: #20/ .04 	SM2: #25/ .06 	SM3: #35/ .04 
MEDIUM/ LARGE (ML)	ML1: #25/ .08 	ML2: #35/ .06 	ML3: #50/ .04 

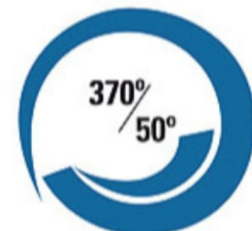
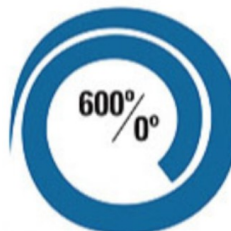
Este nuevo sistema se llama TF Adaptive, y presenta un movimiento que cambia y se adapta según las necesidades de cada caso; gira de forma tradicional y horaria cuando el instrumento se encuentra libre dentro del canal o está sometido a bajo stress, y realiza un movimiento recíproco cuando la carga aumenta. Con este movimiento adaptativo, dependiente de la carga sobre el instrumento, SybronEndo afirma que se obtienen los beneficios de los sistemas rotatorios tradicionales, como la eficiencia de corte, eliminación de limalla y disminución de la posibilidad del empaquetamiento e impulsión de detritos más allá del foramen apical, y los del movimiento recíproco, que mejora la resistencia a la fatiga cíclica en situaciones de mayor carga o stress.

Este movimiento adaptativo necesita de un nuevo motor eléctrico, “Elements” que detecta qué tan “trabado” está el instrumento, a lo que responde modificando la forma de rotación. El motor aparte de desarrollar este nuevo movimiento, es capaz de girar de forma tradicional permitiendo la utilización de otros instrumentos rotatorios. Cuando TF Adaptive gira de forma “normal”, sin mucha carga sobre el instrumento, el movimiento rotacional se describe como $600^{\circ}/0^{\circ}$, es decir, el instrumento da un poco más de 1,5 vueltas, hace una pequeña pausa casi

imperceptible, y vuelve a girar de forma horaria. Cuando el movimiento es reciprocante, gira 370° horario y 50° antihorario. Es importante recalcar que estos giros son los límites de los movimientos, pues no son constantes y van variando de acuerdo al esfuerzo al que está sometido el instrumento.

La razón de esta singular cinemática es evitar un movimiento reciprocante continuo, que según investigaciones recientes impulsa detritos a los tejidos periapicales, generando inflamación, daño y malestar postoperatorio. Por ello, la reciprocación queda reservada para las situaciones de mayor stress o atrapamiento del instrumento, como el inicio de la preparación o la terminación del tercio apical.

TF Adaptive tiene una secuencia para canales amplios y otra para canales estrechos. Cada una presenta tres instrumentos, los que están codificados con los colores de un semáforo, de tal



manera que es fácil de recordar al utilizar.

El instrumento verde es el primero en utilizarse, y realiza el ensanchamiento inicial hasta longitud de trabajo; el amarillo continúa ensanchando la preparación, y su color sugiere detenerse o seguir hasta el instrumento rojo si se considera que no se ha alcanzado la amplitud adecuada para terminar la conformación mecánica del canal.

SybronEndo sostiene que al utilizar una secuencia de tres instrumentos en vez de uno solo (como es la tendencia actual), el incremento en diámetro de la preparación en apical será progresivo, menos agresivo y minimizará la posibilidad de cracks en las paredes radiculares. En cuanto al instrumento, se disminuirían los esfuerzos y por lo tanto, las fracturas ⁽⁷⁵⁾ .

-RECIPROC

La curvatura del canal radicular siempre ha sido una complejidad dentro del tratamiento del canal radicular. Basado en los conceptos actuales en instrumentos rotatorios de NiTi y con un motor control de torque, el Dr. Ghassan Yared de Toronto/Canadá, ingeniosamente desarrolló un método a la perfección. Después de una fase de experimentación de más de 7 años envió la primera descripción de su técnica de preparación del canal radicular con sólo un instrumento rotatorio a ROOTS en marzo de 2007. Sin embargo, se requirieron más de 3 años con un equipo que incluía al Dr. Yared, ingenieros, metalúrgicos y técnicos electrónicos para convertir una gran idea en un producto profesional: el instrumento RECIPROC ®, motor, puntas de papel y conos de gutapercha.

El sistema fue presentado por primera vez en el Congreso de 2010 de IFEA en Atenas, por el doctor Yared y VDW, Alemania. La anatomía de la mayoría de los canales radiculares puede ser preparada con la nueva técnica utilizando una única lima. En la reciprocidad del movimiento, la lima RECIPROC ® actúa, en primer lugar, en una dirección de corte y a continuación se invierte para liberar el instrumento. Una rotación de 360 grados se completa con tres movimientos alternados. La preparación inicial del canal radicular y un ensanchamiento previo del acceso es el estándar actual de la enseñanza para instrumentación rotatoria, ya que con esto se reduce al mínimo el riesgo de fractura del instrumento en el canal. Sin embargo, en los movimientos de reciprocidad los ángulos de alternancia en las rotaciones de derecha a izquierda son considerablemente inferiores a los ángulos en los que se fracturan el resto de los instrumentos. Para estos movimientos se utiliza un motor de endodoncia, el VDW.SILVER ® RECIPROC ®, que permite prevenir que el instrumento se fracture en su rotación, cuando éste sobrepase su ángulo de deformación plástica específico. La capacidad de centrado de la técnica de reciprocidad permite al instrumento seguir el camino natural de menor resistencia del canal radicular. Los Instrumentos RECIPROC ® han sido diseñados específicamente para su uso en la reciprocidad y se fabrican de níquel titanio de M-Wire ® en un proceso de tratamiento térmico innovador. Esta aleación tiene tanto mayor resistencia a la fatiga cíclica y proporciona mayor flexibilidad que el material de NiTi común.

Otra ventaja del diseño específico es una enorme capacidad para eliminar los desechos del conducto. Además, la sección transversal en forma de S con dos

bordes cortantes ofrece una alta capacidad de corte y flexibilidad con reducción de la fricción. De los tres tamaños de limas disponibles, se selecciona el que mejor se adapte al tamaño del canal: R25, R40 o R50. La forma del canal obtenido con cada uno de los tres instrumentos es óptima para todas las técnicas modernas de obturación del canal radicular.

Características

Los conductos radiculares curvos siempre han aumentado la complejidad en la realización de los tratamientos radiculares. El concepto de fuerzas balanceadas fue desarrollado hace más de doce años y propuesto por Roane en 1985 y ha sido de gran influencia en la actualidad. Utilizando esta técnica fue posible preparar canales radiculares curvos con instrumentación manual, sin embargo la preparación de los canales radiculares con instrumentos manuales presentaba más errores, requerían más tiempo y era un trabajo arduo para el operador.

El desarrollo de la instrumentación rotatoria de níquel titanio resolvió mucho de estos inconvenientes; fue así que el Dr. Ghassan Yared comenzó a desarrollar instrumentos rotatorios de níquel titanio que utilizaran la reciprocidad en su movimiento, es decir con pequeños giros horario y anti horarios.

En conjunto con la VDW crearon el sistema rotatorio RECIPROC® Para la reciprocidad en el movimiento de 360°, también se debió crear un motor específico con control de torque, el VDW.SILVER® RECIPROC® que está pre programado con el movimiento de reciprocidad para sistemas rotatorios de níquel titanio RECIPROC® y WaveOne® y rotación continua para sistemas

rotatorios de níquel titanio Mtwo® FlexMaster® Protaper, K3 y Gates. Los instrumentos del sistema rotatorio de níquel titanio RECIPROC® son sólo 3 limas hechas de la aleación M-Wire que ofrece gran flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica. La sección transversal que poseen es de forma de S y punta inactiva.



Los tres instrumentos en orden progresivo son:

R25 con un diámetro ISO tamaño 25, conicidad 8%, color rojo

R40 con un diámetro ISO tamaño 40, conicidad 6%, color negro

R50 con un diámetro ISO tamaño 50, conicidad 5%, color amarillo.

Poseen un largo de 21mm, 25mm, 31mm y un tope de silicona con tres puntas con el color respectivo a cada instrumento.

Los instrumentos RECIPROC® están diseñados para ser utilizados como instrumento único, eso significa que en la mayoría de los casos se requiere de sólo un instrumento para preparar el canal radicular. La preparación del canal radicular obtenida por RECIPROC® y una abundante irrigación permite técnicas de obturación en frío, como en caliente.

Consideraciones

1. Asegurarse que se tiene acceso en línea recta al canal radicular, no es necesario la utilización de fresas Gates Glidden o de orifice opener ya que el diseño de RECIPROC® permite remover las obstrucciones del tercio coronal.
2. Radiografía preoperatoria para seleccionar correctamente el diámetro del instrumento a utilizar en relación a la anatomía del canal radicular ya que puede ser un canal fino, mediano o largo.
3. Si el canal radicular está parcial o completamente invisible en la radiografía, utilizar la lima R25, ya que es un canal estrecho.
4. Si el canal radicular está completamente visible en la radiografía: Se debe probar una lima manual ISO 30, si entra en forma pasiva a longitud de trabajo, utilizar la lima R 50, ya que es un canal amplio. Si la lima no entra en forma pasiva a longitud de trabajo, probar una lima manual ISO 20 a longitud de trabajo y luego la lima R40, ya que es un canal mediano.□
5. Si la lima manual ISO 20 no entra en forma pasiva a longitud de trabajo, usar la lima R25. De manera “pasiva” significa que el instrumento va directamente a la longitud de trabajo con un suave movimiento similar al dar cuerda al reloj (pequeñas rotaciones derecha izquierda), pero sin movimiento de limado.
6. Determinación Electrónica de la longitud: Canales Estrechos, durante la preparación con R25. Antes de comenzar la preparación, es necesario estimar la

longitud de trabajo con la ayuda de una radiografía preoperatoria. Ajustar el tope a 2/3 de esa longitud. Una vez que se han preparado aproximadamente 2/3 del canal radicular, utilice una lima C-PILOT o una lima K y un localizador de forámen para determinar la longitud de trabajo.

7. Determinación Electrónica de la longitud: Canales Medios o amplios – antes de comenzar la preparación con R40 o R50.

Antes de comenzar la preparación, controle la longitud de trabajo utilizando una lima C-PILOT® o una lima K y un localizador de forámen. Ajustar el tope a la longitud. Una vez que han sido preparados los dos tercios coronal y medio del canal, se debe controlar de nuevo la longitud de trabajo.

Protocolo de uso

- Radiografía preoperatoria para tener conocimiento de la anatomía y longitud del canal radicular.
- Realizar cavidad de acceso y mantenerla siempre con irrigación. Seleccionar la lima RECIPROC® apropiada y asegurarla en el motor VDW.SILVER® RECIPROC®.
- Introducir la lima seleccionada al interior del canal y utilizar movimiento de adentro afuera pecking motion sin presión (picoteo), aproximadamente por 1-2 segundos avanzando 2mm hasta llegar a longitud de trabajo. La amplitud de estos movimientos hacia adentro y afuera no debe superar los 3mm, solo se debe aplicar una presión muy ligera. El instrumento avanzará fácilmente en el canal.

- Limpiar y remover la limalla de los instrumentos en el Interim Stand.

Irrigación

- abundante del canal radicular.
- Verificar la permeabilidad del canal radicular con una lima tamaño ISO10 C- PILOT®. □ Secar y utilizar el método de obturación elegido por el operador.⁽⁷⁶⁾ .

J) TIPOS DE MOVIMIENTOS

-MOVIMIENTO RECIPROCANTE:

En 2008, se le dio un nuevo enfoque al uso de la lima F2 de ProTaper (DENTSPLY Ltd, Addlestone, UK) en un movimiento reciprocante como una alternativa a la rotación continua convencional. El movimiento reciprocante alivia el estrés del instrumento en sentido antihorario especial (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 continua ⁽⁷⁷⁾ .

La preparación rotatoria recíproca ha ampliado el movimiento de giro antihorario a 120 grados y el horario a 60 grados. Para ello se han diseñado instrumentos o limas de níquel-titanio como Recíproc (VDW) o Wave One (Dentsply). En principio, cada conducto se prepara mediante un solo instrumento que avanza hacia apical impulsado por un movimiento de entrada y salida, como de picoteo previa creación de una vía de deslizamiento. Tras preparar un diente se desecha el instrumento.

La curvatura del conducto siempre ha significado un elemento de complejidad para su preparación. El concepto de "fuerzas balanceadas" (es decir, pequeños movimientos en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario) fue desarrollado a lo largo de un período de 12 años y propuesto en 1985 por Roane como un medio para superar la influencia de la curvatura. Utilizando la técnica de fuerzas balanceadas, es posible dar forma a los conductos curvos con instrumentos manuales de mayor diámetro. Sin embargo, el uso de instrumentos manuales de acero inoxidable exige mucho tiempo, supone un esfuerzo intenso y conlleva una alta frecuencia de errores de preparación.

El desarrollo de la preparación rotatoria con instrumentos de níquel-titanio resolvió algunas de estas cuestiones, aunque aún es necesario usar varias limas manuales y rotatorias en diferentes pasos y puede haber una larga curva de aprendizaje antes de que se alcance un buen nivel.

Con el objetivo de encontrar un modo más simple, conveniente y seguro de preparar exitosamente un conducto radicular, el Dr. Ghassan Yared comenzó a investigar y a probar la técnica recíproca mecánica con instrumentos de níquel-titanio. En 2008 publicó un artículo clínico que explicaba cómo preparar el conducto con un solo instrumento de NiTi activado por motor y se unió a VDW para desarrollar Reciproc, un sistema diseñado específicamente para el uso con técnica recíproca.

En la técnica recíproca, el instrumento es impulsado en primer lugar en una dirección de corte y luego se produce un giro en sentido inverso para liberar el instrumento en cuestión. Una rotación de 360° se completa con varios

movimientos recíprocos. El ángulo en la dirección de corte es mayor que el ángulo en sentido inverso, de forma que el instrumento avanza continuamente hacia el ápice. Los ángulos de la técnica recíproca son precisos y específicos para el diseño del instrumento Reciproc, el motor han sido diseñado para ser inferiores a los ajustes de ángulo, donde se llegaría al límite de elasticidad del instrumento, lo que minimiza el riesgo de fractura de instrumentos ⁽⁷⁷⁾ .

-MOVIMIENTO ADAPTATIVO

Es un movimiento que cambia y se adapta según las necesidades de cada caso; gira de forma tradicional y horaria cuando el instrumento se encuentra liberado dentro del canal o está sometido a bajo estrés (600°), y se realiza un movimiento recíproco cuando la carga aumenta ($370^{\circ}/50^{\circ}$).

Con este movimiento adaptativo, dependiente de la carga sobre el instrumento, SybronEndo afirma que se obtienen los beneficios de los sistemas rotatorios tradicionales, como la eficiencia de corte, eliminación de limalla y disminución de la posibilidad del empaquetamiento e impulsión de detritos más allá del foramen apical, y de los movimientos recíproco, que mejora la resistencia a la fatiga cíclica en situaciones de mayor carga o stress. Este movimiento adaptativo necesita de un nuevo motor eléctrico, "Elements", que detecta qué tan "trabado" está el instrumento, a lo que responde modificando la forma de rotación ⁽⁷⁵⁾ .

VI. HIPÓTESIS

H1. El sistema Reciproc y TF Adaptive extruyen diferente cantidad de debris.

H2. El sistema Reciproc y TF Adaptive extruyen la misma cantidad de debris.

HN. No hay extrusión de debris por ninguno de los dos sistemas.

VII. OBJETIVO

El objetivo de este estudio es medir la cantidad de debris proyectada al periápice por dos sistemas reciprocantes y adaptativo in vitro utilizando sistema de lima única.

VII.TIPO DE ESTUDIO

Experimental

Prospectivo

Longitudinal

Comparativo

Observacional

VIII.SELECCIÓN DE VARIABLES

Variables dependientes ---- Cantidad de extrusión apical de debris

Variable independiente----- Sistemas Reciproc y TF Adaptive

Operación de variable----- extrusión de debris

Gran parte de estos desechos, están compuestos por muy pequeñas partículas de matriz de colágeno mineralizado, restos orgánicos e inorgánicos que puede o no contener bacterias y sus productos derivados, es conocido como detritus o debris (78).

VIII. UNIVERSO DE ESTUDIO

32 órganos dentarios uniradiculares de premolares.

IX. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Primeros y segundos premolares inferiores

Ápice maduro

Curvatura moderada (10 a 20 grados)

X. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Ápices abiertos

Conductos calcificados/obliterados

Reabsorción radicular

Curvaturas severas (mayor de 20 grados)

XI. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Lima fracturada (Reciproc, TFA o manual) dentro del conducto durante la instrumentación.

XII.MATERIALES

- 1- Guantes Ambiderm latex, bajo en polvo.
- 2- Charola de plástico
- 3- Cloruro de sodio, 0.9 %, Baxter.
- 4- Frasco de plástico.
- 5- Campos de aislamiento, Tidi products.
- 6- Radiovisiografo carestream, rvg 6500, kodak
- 7- Aparato de rayos x cs 2200, kodax
- 8- Vernier
- 9- Plumón punto fino, Sharpie
- 10-Fresa bola #2 y 4.
- 11-Fresa EndoZ, densply
- 12-Disco de diamante con mandril, Midwest
- 13-Pieza de baja velocidad, NSK.
- 14-Pieza de mano de alta velocidad, NSK,
- 15-Jeringa 10 ml, BD Plastipak.
- 16-Limas Pathfinder, Keer 10.
- 17-Limas 15, 20 y K-file de 25mm, Maillefer.
- 18-32 Tubos de microcentrifuga de 1.5ml, Eppendorf

- 19-Aguja ventana lateral, 1 “ Irrigator Tips, Ultradent.
- 20-Eyector quirúrgico de plástico
- 21-Dique de hule, Dental Dam , Blossom.
- 22-Instrumentos TFA 25/08, Sybron, Kerr.
- 23-Instrumentos Reciproc 25/08, VDW.
- 24-Motor Elements, Sybron Endo, Kerr.
- 25-Motor Silver Reciproc VDW
- 26-Contrángulo reductor 1:16 Sirona
- 27-Gasas, accolade
- 28-Semi-microbalanza analítica New Classic MS, Mettler Toledo
- 29-Desecador de vidrio, Pyrex
- 30-Diedrite con indicador de color, mesh 4. Hammond
- 31-Estufa de secado, Binder
- 32-Calentador digital de bloque Termoblock, VWR
- 33- Laptop Apple, Mac book Pro.
- 34- Programa estadístico SPSS 22.

XII. METODOLOGÍA

Se colectaron premolares uniradiculares superiores e inferiores y fueron almacenados en solución fisiológica en un frasco cerrado. Se les tomó radiografía digital utilizando el sistema carestream, rvg 6500 kodak y el aparato de rayos x cs 2200 kodax, con esto se corroboró que el conducto no estuviera obliterado, así como el grado de curvatura de la raíz con el método de Scheneider, que todos

estuvieran con curvatura moderada de 10 a 20 grados siendo este el criterio de inclusión. Todos fueron debidamente limpiados y debridados de sarro, restos de ligamento periodontal adheridos a la raíz y cualquier contaminante presente, para evitar que estos, fuera una obstrucción a nivel del foramen apical.



De los premolares unirradiculares colectados fueron seleccionados treinta y dos, los cuales fueron numerados numerados del uno al treinta; dos con el signo (+), correspondiente al del grupo control positivo y otro con el signo de (-) correspondiente al grupo control negativo.

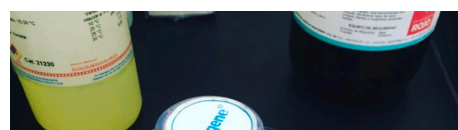
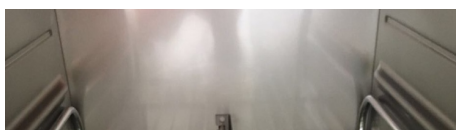
Los 32 premolares se midieron desde ápice de la raíz hasta la corona con un vernier digital, y se trazó una raya con un plumón Sharpie de punta fina a una longitud de 16mm. Con una pieza de baja velocidad NSK y un disco de corte con diamante se procedió a cortar los premolares uno a uno,. Con una fresa de bola número 2 y 4 así como con una Endo Z se realizó el acceso a los conductos eliminando interferencias de las paredes en el tercio cervical.



Las raíces con el número del 1 al 30 junto con los del grupo control fueron instrumentados con limas manuales número 10,15 y 20 a longitud de trabajo eso para estandarizar el CDC (la longitud de trabajo se logró con una lima 10, al observar la punta de la lima saliendo del foramen se restó 0.5mm estableciendo de esta manera la longitud de trabajo para todas las muestras).

Se utilizaron 32 tubos Eppendorf de plástico de 1.5 ml, los cuales fueron marcados y numerados en el tubo del 1 al 30 y 2 con los signos (+) y a (-), correspondiendo a los grupos control positivo y negativo.

Después se colocaron los tubos dentro de un horno de secado a una temperatura estándar de 25°C por tres horas, para eliminar restos de humedad que pudieran variar el peso de la futura muestra, posteriormente se procedió a pesar cada tubo de manera individual y reflejando los datos en una tabla de captura para su comparación futura.



Se utilizó para para la recolección del debris un frasco, al cual se le colocó en el cuello del mismo un círculo de caucho para que sujetara al tubo de la parte superior, un dique de hule para simular el aislamiento absoluto. En este mismo se insertó una aguja 22G para que se mantuviera un equilibrio de presión en el interior y exterior del tubo, una vez instrumentados las muestras. ⁽⁷⁹⁾ .

Una vez armado el dispositivo se procedió a la instrumentación de las muestras en ambos grupos se realizó la misma técnica de entrada por salida y cantidad de movimientos; 8 veces en cada conducto.

En el grupo 1 fueron instrumentados con el sistema TF Adaptive, utilizando el motor Elements Sybron Endo, en modo TFA , contránguo reductor 1:16, se utilizó unico instrumento ML1 25/08 por cada 3 especímenes, se procedió a colocar el tubo y el diente correspondiente en el dispositivo colector, después se activó el motor y se realizó instrumentación con la técnica correspondiente en 8 intensiones, inundando la cámara antes de la introducción del instrumento, e irrigando después de cada introducción de este. Se utilizó como solución irrigante agua destilada un total de 2.5 ml con aguja de salida lateral vista 30,a una longitud

menos a 2 mm de la longitud de trabajo, y se colocó la aguja lo más profundo dentro del conducto sin que esta se encajara en las paredes y al mismo tiempo que se colocaba la solución irrigante se succionó con un eyector quirúrgico. Entre cada instrumento se irriego con .5 ml y al final se lavó el ápice para arrastrar restos de limalla dentinaria adherida a la raíz hacia el tubo con .5 ml de agua destilada, se taparon los tubos y se colocaron en un frasco para mantenerlos en posición vertical.

El grupo 2 fueron instrumentados con el sistema R 25 de Reciproc VDW 25/08 instrumento único, con el motor DVW Silver Reciproc, contrángulo Sirona 1.16, el motor se activó en el programa Reciproc All, ya preestablecido en el motor, al igual que en grupo 1 se utilizó un instrumento por cada 3 especímenes.

En el grupo control negativo, únicamente se colocó 1ml de agua destilada directamente en el tubo, (solo fue 1 ml porque era en promedio lo que se colectaba después de instrumentar las muestras y arrastrar el debris del ápice con .5ml) ,y se tapó con la respectiva tapadera.

El grupo control positivo, los dientes fueron instrumentados en el mismo dispositivo, pero utilizando limas manuales tipo K, 10, 15 y 20 a 15.5 mm a longitud de trabajo y se irriegó de igual manera que los grupos anteriores.

Los tubos se llevaron nuevamente al laboratorio, se limpiaron en su exterior con un paño de cuarto limpio y fueron colocados en un calentador digital con un termoblock, destapados para evaporar el agua de los tubos, se mantuvieron a 85 grados celsius durante 8 horas.

Una vez evaporada el agua, los tubos se colocaron en una caja Petri, dentro del desecador con diédrita hasta que se enfriaron a temperatura ambiente y así mantener los tubos sin humedad. Una vez fríos se pesaron los tubos en la balanza analítica hasta obtener el peso constante, debido a que podía contener restos de debris adherido en las paredes de la tapadera, hasta obtener un peso constante. Los valores obtenidos se registraron en tablas y en el programa de estadísticas, y los resultados arrojados se describen a continuación.

XIII. RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los pesos de los tubos antes y después de haber instrumentado las muestras con el sistema Tf Adaptive, y en la tabla 2 se muestran los pesos de los tubos utilizados con el sistema Reciproc.

Tabla 1. Registro de los pesos de los tubos utilizados con el sistema Tf Adaptive.

tubo	peso tubo	peso tubo - debris	peso debris
1	0.85421	0.85492	0.00071
2	0.84343	0.84878	0.00535
3	0.82174	0.82209	0.00035
4	0.82346	0.82382	0.00036
5	0.83071	0.83174	0.00103
6	0.83083	0.83109	0.00026
7	0.7994	0.80053	0.00113
8	0.7994	0.80053	0.00113
9	0.81825	0.81877	0.00052
10	0.8369	0.83741	0.00051
11	0.85303	0.85328	0.00025
12	0.83781	0.83832	0.00051
13	0.84907	0.84935	0.00028
14	0.8448	0.84522	0.00042
15	0.82065	0.82213	0.00148

Peso en gramos

Tabla 2. Registro de los pesos de los tubos utilizados con el sistema Reciproc.

tubo	peso tubo	peso tubo – debris	peso debris
1	0.84145	0.84211	0.00066
2	0.8224	0.82269	0.00029
3	0.8275	0.82828	0.00078
4	0.84193	0.8426	0.00067
5	0.82275	0.82348	0.00073
6	0.83571	0.83598	0.00027
7	0.82346	0.8241	0.00064
8	0.83061	0.83066	0.00005
9	0.8084	0.80862	0.00022
10	0.84827	0.84912	0.00085
11	0.80461	0.80493	0.00032
12	0.80395	0.80489	0.00094
13	0.85957	0.85996	0.00039
14	0.81509	0.81557	0.00048
15	0.81909	0.81934	0.00025

En la figura 1 se muestra un gráfico que presenta el incremento y diferencia de peso inicial del tubo (peso constante) y el peso del tubo con debris colectado (peso constante) con el sistema Tf Adaptive.

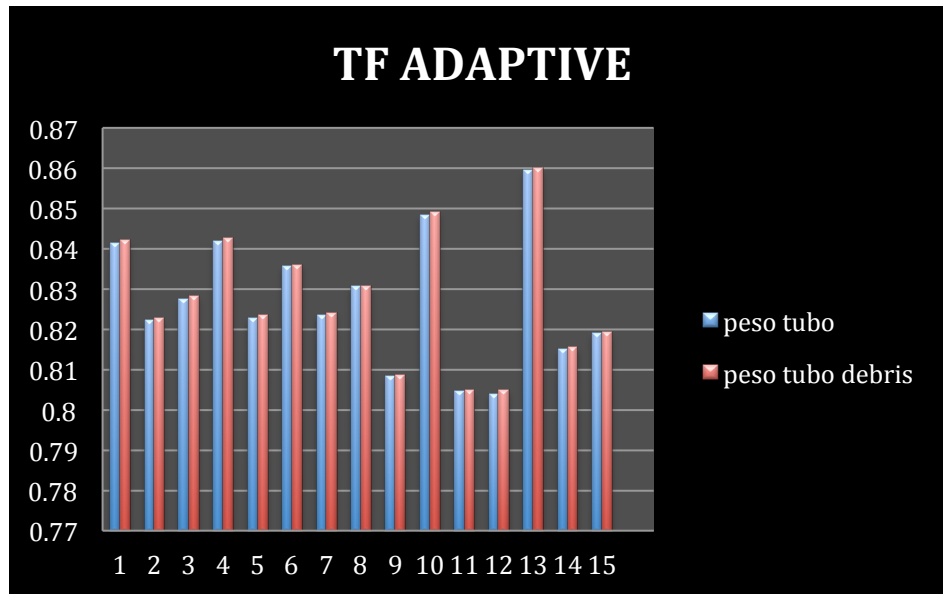


Figura 1. Pesos de los tubos utilizados con el sistema TF ADAPTIVE.

El peso constante promedio de los tubos limpios fue de 1.55059875 gr, después de ser procesados el peso promedio fue de 1.55154125 gr. El peso promedio del debris

generado fue de 0.0009087 ± 0.00127946 gr. En la figura 2 se muestra la variación del debrís generado en el grupo.

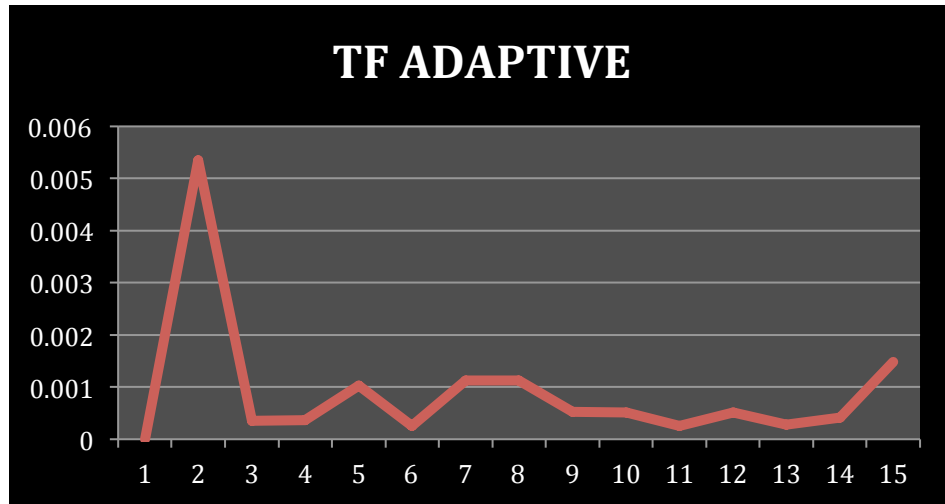


Figura 2. Peso neto del debrís generado por el sistema TF ADAPTIVE.

En la figura 3 se muestra un gráfico que presenta el incremento y diferencia de peso inicial del tubo (peso constante) y el peso del tubo con debrís colectado (peso

constante) con el sistema Reciproc y en la figura 4 se muestra la variación del debris generado.

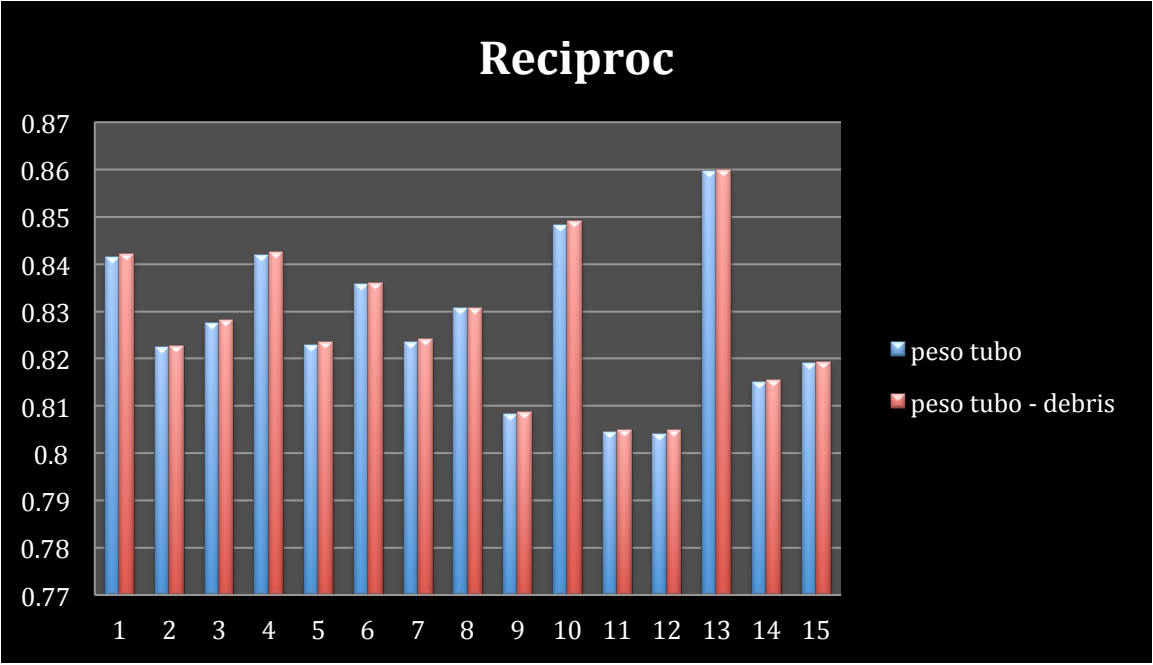


Figura 3. Pesos de los tubos utilizados con el sistema Reciproc.

El peso constante promedio de los tubos limpios fue de 1.55059875 gr, después de ser procesados el peso promedio fue de 1.55154125 gr. El peso promedio del debris generado fue de 0.0005027 ± 0.00026815 gr. En la figura 4 se muestra la variación del debris generado en el grupo.

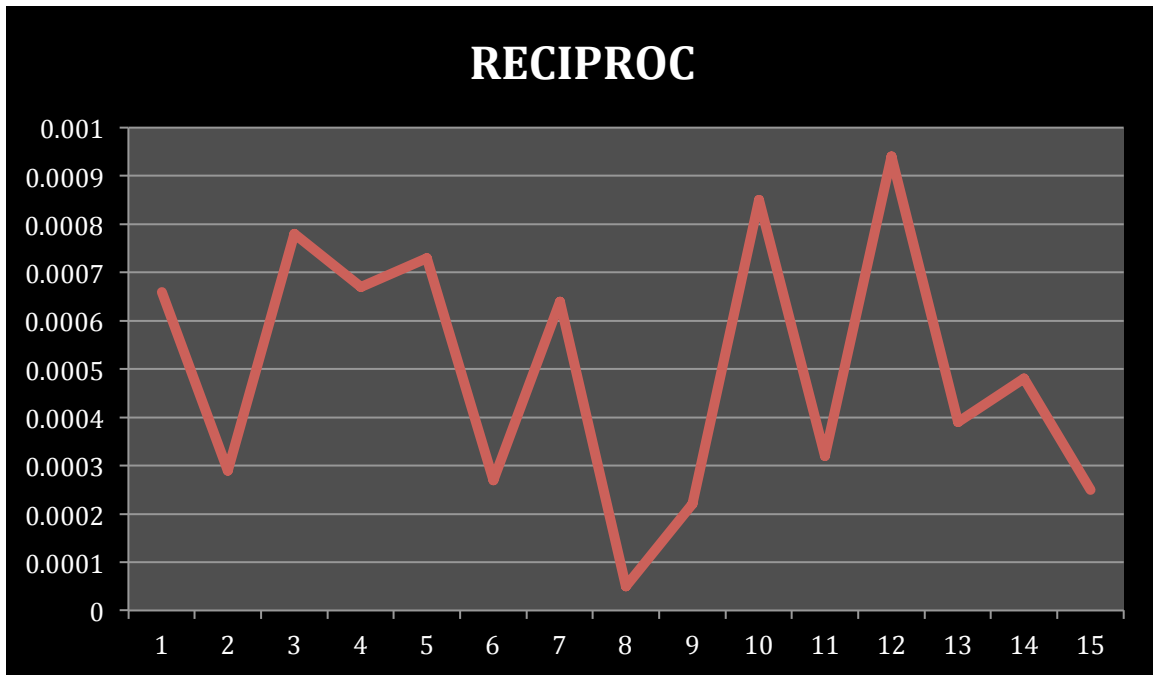


Figura 4. Peso neto del debris generado por el sistema Reciproc.

En la figura 5 se muestra un gráfico comparativo del debrís generado por ambos sistemas.

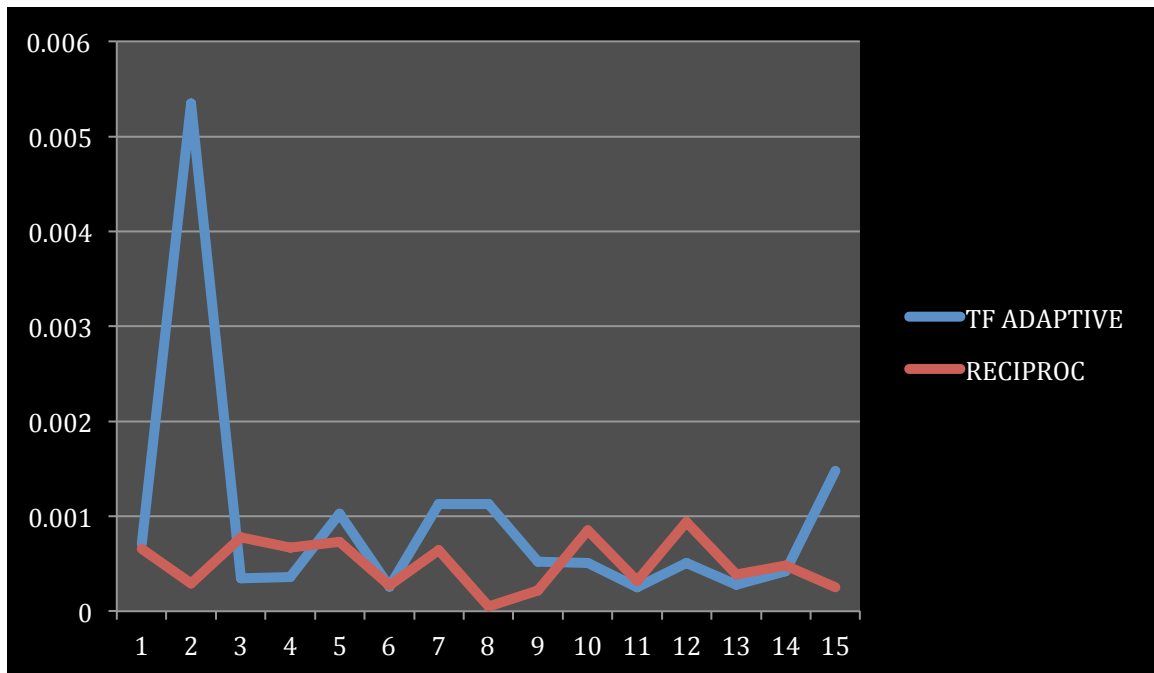


Figura 5

El peso promedio de debris generado se muestra en la figura 6.

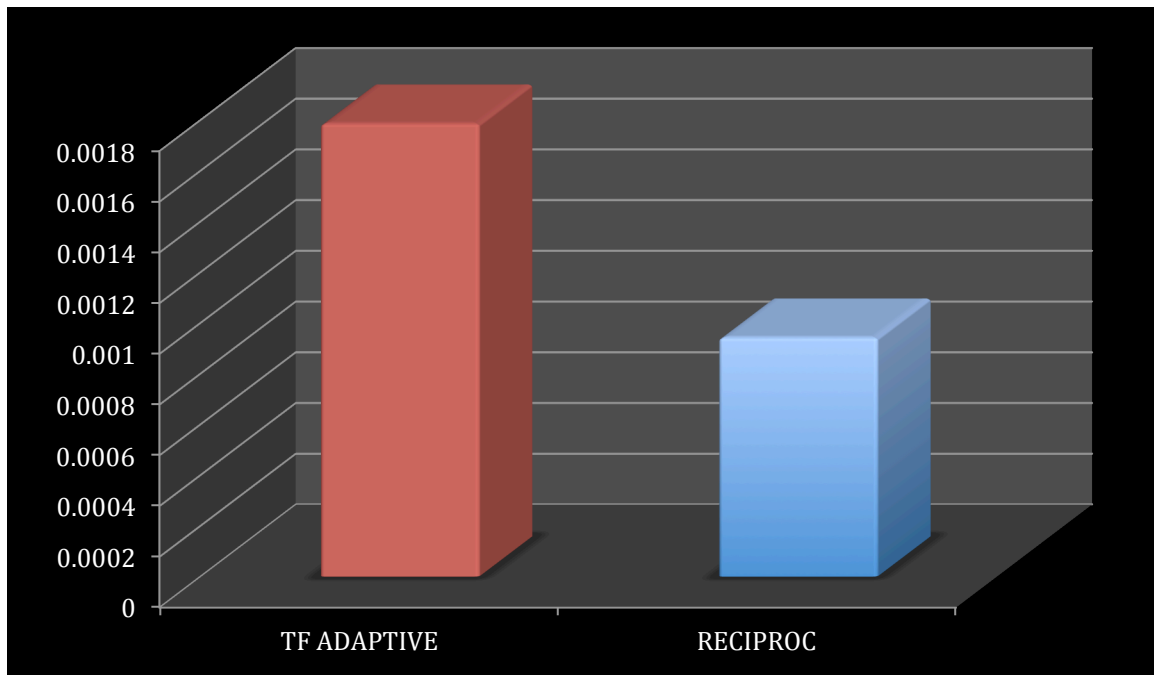


Figura 6

XIV.ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistics 22 para realizar el análisis estadístico. Se realizó una prueba T de student para muestras independientes, arrojando los siguientes valores:

Estadísticos descriptivos

Técnica	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
TF adaptive	15	.00025	.00535	.0009087	.00127946
N válido (según lista)	15				
Reciproc	15	.00005	.00094	.0005027	.00026815
N válido (según lista)	15				

Estadísticos de grupo

Técnica	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
TF adaptive	15	.0009087	.00127946	.00033035
Debris (gr)				
Reciproc	15	.0005027	.00026815	.00006924

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias	
		F	Sig.	T	GI
Debris (gr)	Se han asumido varianzas iguales	3.137	.087	1.203	28
	No se han asumido varianzas iguales			1.203	15.228

Prueba de muestras independientes

		Prueba T para la igualdad de medias			
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia
					Inferior
Debris (gr)	Se han asumido varianzas iguales	.239	.00040600	.00033753	-.00028540
	No se han asumido varianzas iguales	.247	.00040600	.00033753	-.00031250

Prueba de muestras independientes

		Prueba T para la igualdad de medias
		95% Intervalo de confianza para la diferencia
		Superior
Debris (gr)	Se han asumido varianzas iguales	.00109740
	No se han asumido varianzas iguales	.00112450

Tabla 3. Muestra el peso inicial de los tubos control positivo, los pesos con el debris colectado (peso final), y la diferencia (peso debris).

tubo	peso inicial	peso final	debris
(-)	0.861	0.861	0

Tabla 4. Muestra los pesos de los tubos del control negativo, peso inicial y el peso final (después de evaporada el agua destilada colocada dentro).

tubo	peso inicial	peso final	debris
(+)	0.83628	0.8366	0.00032

XIV. DISCUSIÓN

El dolor postoperatorio y la hinchazón después del tratamiento del conducto radicular se asocian principalmente con los procedimientos de preparación, como la respuesta inmune del huésped contra las soluciones de irrigación, los microorganismos en los residuos extruidos, la sobreinstrumentación o las reacciones a cuerpos extraños debido a los materiales de obturación. La conformación de irrigación del conducto radicular puede desencadenar una reacción inflamatoria forzando el contenido intraconducto, como restos de dentina, tejido necrótico de pulpa, o microorganismos a través de la región periapical.

Se logró demostrar en este estudio que los sistemas TF Adaptive y Reciproc extruyen diferente cantidad de debris, siendo TF Adaptive el que presento la mayor cantidad, sin diferencias estadísticamente significativas, por lo cual la hipótesis nula se rechaza. La hipótesis 1 es aceptada: El sistema TF Adaptive y Reciproc extruyen diferente cantidad de debris.

En el presente estudio, se llevó a cabo inicialmente la decoronación de los órganos dentarios para poder obtener una longitud similar de la raíz, y todos los procedimientos de la cavidad de acceso y la conductometría del conducto se llevaron a cabo posteriormente. Para eliminar posibles complicaciones tales como la pérdida de la longitud de trabajo o una preparación no estandarizada y la irrigación conductos radiculares curvos, se usaron dientes uniradiculares con grados de curvaturas menores a 20°. El método generalmente aceptado de Myers y Montgomery ⁽⁷⁹⁾ fue utilizado para recolectar restos extruidos apicalmente.

Aunque los tejidos periapicales vitales no pueden ser imitados, la técnica permite la comparación de sistemas de instrumentación. Se utilizó agua destilada como solución de riego para evitar la posible cristalización del hipoclorito sódico.

Burklein and Schafer ⁽⁸⁰⁾ encontraron que el sistema reciprocante Reciproc extruía significativamente mayor cantidad de debris comparado con sistemas rotatorios e incluso en comparación con el sistema reciprocante Wave One, esto quizás dado por la diferencia en cuanto al diseño de instrumento.

La curvatura y la presencia de más de un conducto son factores que pueden afectar la cantidad final de extrusión apical ⁽⁵⁰⁾ .

Cuando la instrumentación se combina con la irrigación, tiende a generar una cantidad significativamente mayor de debris que cuando se omite la irrigación ⁽¹²⁾.

Es posible eliminar cantidades mayores de debris usando cantidades mayores de soluciones de irrigante. Así, aunque la irrigación contribuye a la eliminación de los desechos del conducto radicular y facilita la instrumentación, no evita la extrusión por completo.

XV. CONCLUSIONES:

Bajo estas condiciones experimentales, tanto el movimiento recíprocante como el movimiento adaptativo extruyen debris apicalmente. Arrojando en este estudio un resultado con que no tiene diferencia estadísticamente significativa de extrusión de debris por parte de ambos sistemas por lo que la hipótesis 1 es aceptada.

Se considera que debido a las características morfológicas, el tipo de movimiento, su eficacia en el corte por parte de ambos sistemas influye significativamente con dicha extrusión. Así como el grado de curvatura, la presencia de 2 o más conductos son factores que pueden afectar la cantidad de debris proyectado hacia el periápice.

Se sugiere para futuros estudios aumentar el número de muestras para valorar si en realidad podría existir alguna diferencia estadísticamente significativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gambarini G, Al Sudani D, Di Carlo S, Pompa G, Pacifici A, Pacifici L, et. al. Incidence and intensivity of postoperative pain and periapical inflammation after endodontic treatment with two different instrumentation techniques. *European Journal of Inflammation*. 2012; 10(1):99-103.
2. Witherspoon DE, Small JC, Regan JD. Missed canal systems are the most likely basis for endodontic retreatment of molars. *Tex Dent J*. 2013; 130(2):127-39.
3. Hinrichs RE, Walker WA 3rd, Schindler WG. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument system. *J Endod*. 1998 Feb; 24(2):102-106.
4. Mangalam S, Rao CV, Lakshminarayanan L. Evaluation of apically extruded debris and irrigant using three instrumentation techniques. *Endodontology* 2002; 14:19-23.
5. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. Seltzer S, Naidorf IJ. *J Endod* 1985;
6. Apical Extrusion of Debris Using Self-Adjusting File, Reciprocating Single-file, and 2 Rotary Instrumentation Systems Sibel Koc,ak, DDS, PhD,* Mustafa Murat Koc,ak, DDS, PhD,* Baran Can Saglam, DDS, PhD,* Sevinc, Aktemur T€urker, DDS, PhD,* Burak Sagsen, DDS, PhD,† and Ozgur Er, DDS, PhD†
7. Apically Extruded Debris with Reciprocating Single-File and Full-sequence Rotary Instrumentation Systems Sebastian Burklein, Dr med dent, and Edgar Schafer, Prof Dr med dent.
8. Berutti E, Paolino DS, Chiandussi G, Alovise M, Cantatore G, Castellucci A, et. al. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *J Endod*. 2012; 38(1):101-4.

9. Eaton JA, Clement DJ, Lloyd A, Marchesan MA. Micro-Computed Tomographic Evaluation of the Influence of Root Canal System Landmarks on Access Outline Forms and Canal Curvatures in Mandibular Molars. *Journal of endodontics*. 2015; 41(11):1888-91.
10. Karataş E, Arslan H, Kırıcı DÖ, Alsancak M, Çapar İD. Quantitative evaluation of apically extruded debris with Twisted File Adaptive instruments in straight root canals: reciprocation with different angles, adaptive motion and continuous rotation. *International Endodontic Journal*, 49, 382–385, 2016.
11. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *International endodontic journal*. 2014; 47(3):211-21.
12. Vande JE, Brilliant JD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *Journal of Endodontics*. 1975;1(7):243-6.
13. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *Journal of endodontics*. 1998; 24(3):180-3.
14. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2006; 101(2):250-7.
15. Monguilhott B, Correa YT, Bianchi G, Mazzi-Chaves JF, Fantinato T, Baratto-Filho F, et. al. Micro Computed Tomography Study of Filling Material Removal from Oval-shaped Canals by Using Rotary, Reciprocating, and Adaptive Motion Systems. *J Endod*. 2016; 2(5):1-5
16. De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *International Endodontic Journal*. 2010; 43(12):1063-8.

17. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *Journal of endodontics*. 2012; 38(6):850-2.
18. Ahn SY, Kim HS, Kim E. Kinematic Effects of Nickel-Titanium Instruments with Reciprocating or Continuous Rotation Motion: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod*. 2016; 2(4):1-9
19. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics I. Etiological factors. *JEndodon* 1985;11:472-8.
20. Naidorf IJ. Endodontic flare-ups: bacteriological and immunological mechanisms. *J Endodon* 1985;11:462-4.
21. Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Müüunoz HR. The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *International endodontic journal*. 2016; 49(3):255-70.
22. Saoud TM, Huang GT, Gibbs JL, Sigurdsson A, Lin LM. Management of teeth with persistent apical periodontitis after root canal treatment using regenerative endodontic therapy. *Journal of endodontics*. 2015; 41(10):1743-8.
23. Azim AA, Griggs JA, Huang GJ. The Tennessee study: factors affecting treatment outcome and healing time following nonsurgical root canal treatment. *International endodontic journal*. 2016; 49(1):6-16.
24. Tinoco JM, De-Deus G, Tinoco EM, et al. Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multife instrumentation systems. *Int Endod J*. 2014; 47:560–6.
25. Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J*. 2014; 47:405–9.

26. Caviedes-Bucheli J, Moreno JO, Carreno CP, Delgado R, Garcia DJ, Solano J, et. al. The effect of single-file reciprocating systems on Substance P and Calcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament. *International endodontic journal*. 2013; 46(5):419-26.
27. Topcu KM, Karatas E, Ozsu D, Ersoy I. Efficiency of the Self Adjusting File, WaveOne, Reciproc, ProTaper and hand files in root canal debridement. *European journal of dentistry*. 2014; 8(3):326.
28. Nayak G, Singh I, Shetty S, Dahiya S. Evaluation of apical extrusion of debris and irrigant using two new reciprocating and one continuous rotation single file systems. *J Dent (Tehran)*. 2014; 11:302–9.
29. Kirchhoff AL, Fariniuk LF, Mello I. Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *J Endod*. 2015; 41:237–41.
30. Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC, Türker SA, Sağsen B, Er Ö. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *Journal of Endodontics*. 2013; 39(10):1278-80.
31. Kucukyilmaz E, Savas S, Saygili G, Uysal B. Assessment of apically extruded debris and irrigant produced by different nickel-titanium instrument systems. *Braz Oral Res*. 2015; 29:1–6.
32. Ozsu D, Karatas E, Arslan H, Topcu MC. Quantitative evaluation of apically extruded debris during root canal instrumentation with ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne, and self-adjusting file systems. *Eur J Dent*. 2014; 8:504–8.
33. Silva EJ, Carapiá MF, Lopes RM, Belladonna FG, Senna PM, Souza EM, et. al. Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *Int Endod J*. 2016. 49(7): 700-5

34. Surakanti JR, Venkata RC, Vemisetty HK, Dandolu RK, Jaya NK, Thota S. Comparative evaluation of apically extruded debris during root canal preparation using ProTaper™, Hyflex™ and Waveone™ rotary systems. *Journal of Conservative Dentistry*. 2014; 17(2):129.
35. Scattina A, Alovisei M, Paolino DS, Pasqualini D, Scotti N, Chiandussi G, Berutti E. Prediction of Cyclic Fatigue Life of Nickel-Titanium Rotary Files by Virtual Modeling and Finite Elements Analysis. *Journal of endodontics*. 2015; 41(11):1867-70.
36. De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 Pro- Taper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J*. 2010; 43:1063–8.
37. Lopes HP, Gambarra-Soares T, Elias CN, Siqueira JF, Inojosa IF, Lopes WS, Vieira VT. Comparison of the mechanical properties of rotary instruments made of conventional nickel-titanium wire, M-wire, or nickel-titanium alloy in R-phase. *Journal of endodontics*. 2013; 39(4):516-20.
38. de Vasconcelos RA, Murphy S, Carvalho CA, Govindjee RG, Govindjee S, Peters OA. Evidence for reduced fatigue resistance of contemporary rotary instruments exposed to body temperature. *Journal of endodontics*. 2016; 42(5):782-7.
39. Jamleh A, Komabayashi T, Ebihara A, Nassar M, Watanabe S, Yoshioka T, et al. Root surface strain during canal shaping and its influence on apical microcrack development: a preliminary investigation. *Int Endod J*. 2015; 48:1103–11.
40. Microbial causes of endodontic flare ups. Review. Siqueira Jr. JF *Int. Endod J*. 2003; 36: 453-463 .
41. Apical Extrusion of Debris Using Self-Adjusting File, Reciprocating Single-file, and 2 Rotary Instrumentation Systems Sibel Kocak, DDS, PhD,* Mustafa Murat Kocak, DDS, PhD,* Baran Can Saglam, DDS, PhD,* Sevinc, Aktemur

Turker, DDS, PhD, * Burak Sagsen, DDS, PhD,† and Ozg € ur Er, DDS, PhD JOE — Volume 39, Number 10, October 2013

42. Essential endodontology prevention and treatment of apical periodontitis. Orstavik D, Pitt Ford TR. Oxford Blackwell Science, 1998).
43. Root canal irrigants. Zender M. J Endod 2006
44. Tzoanopoulou M. The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. J Endod. 2001 Nov; 27(11):696-698. [PubMed] [CrossRef] 2. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. Int Endod J. 2005 Oct; 38(10):743-752.
45. Mohammadi Z. In vitro evaluation of apical extrusion of bacteria following use of new rotary instrumentation system. NY State Dent J. 2009 Apr;75(3): 28-30.
46. Kustarci A, Akpınar KE, Er K. Apical extrusion of intracanal debris and irrigant following use of various instrumentation techniques. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad Endod. 2008 Feb;105(2):257-262.
47. Kustarci A, Akpınar KE, Sumer Z, Er K, Bek B. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of various instrumentation techniques. Int Endod J. 2008 Dec;41(12):1066-1071. [
48. Er K, Sumer Z, Akpınar KE. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of two engine-driven instrumentation techniques. Int Endod J. 2005 Dec;38(12):871-876.
49. Vansan LP, Pecora JD, da Costa WF, Silva RG, Savioli RN. Comparative in vitro study of apically extruded material after four different root canal instrumentation techniques. Braz Dent J. 1997; 8(2):79-83.
50. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris. Using 3 different rotary

instrumentation systems. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad Endod. 2006 Feb;101(2):252-259.

51. Lee SI, Wu MK, Wesselink P. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. Int Endod J 2004;37:672-8.
52. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndoO) determined by removal of a collagen 'biD-molecular film' from an ex vivo model. Int Endod J 2008; 41(7):602-8.
53. Huang T-Y, Gulabivala K, Ng Y-Lo. A biD-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. Int Endod J 2008;41:60-71.
54. Lee SI, Wu MK, Wesselink P. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. Int Endod J 2004;37:672-8.
55. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndoO) determined by removal of a collagen 'biD-molecular film' from an ex vivo model. Int Endod J 2008; 41(7):602-8.
56. Schoeffel GJ. The EndoVac Method of Endodontic Irrigation Safety First. Dentistry today 2008;48-50.
57. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. J Endod 1983;11:475-9.
58. Vera J., Benavides M., Moreno E., Romero M. Conceptos y técnicas actuales en la irrigación endodóntica. Endod 2012; 30: 31-44.
59. Tsesis I, Amdor B, Tamse A, Kfir A. The effect of maintaining apical patency on canal transportation. Int Endod J 2008;41:431-5.

60. Arias A, Azabal M, Hidalgo n, Macorra Jc. Relationship between Postendodontic Pain, Tooth Diagnosis Factor, and Apical Patency. J Endod 2009;35:189-92.
61. González I, Duran F, Albuquerque M, Garda T, Mercade M, More- 110 S, Roig M. Apical transportation created using three different patency instruments. Int Endod J 2010;43:560-4.
62. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. J Endod 1999;25:735-8.
63. Ahmad M, Pitt Ford TI, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. J Endod 1987;13:490- 9.
64. Cameron JA. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. J Endod 1988;14:554-9.
65. Walmsley AD, Williams AR. Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. J Endod 1989;15:189-94.
66. van derSluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink P. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. Int Endod J 2007;40:415-26.
67. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. J Endod 2003;29:674-8.
68. Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M, Johnson JD. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. J Endod 2003;29:562-4.
69. Spoleti P, Siragusa M, Spoleti MJ. Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation J Endod 2003;29:12-4.

70. De Nunzio MS, Hicks ML, Pelleu GB Jr., Kingman A, Sauber JJ. Bacteriological comparison of ultrasonic and hand instrumentation of root canals in dogs. *J Endod* 1989;15:290-3.
71. Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D, The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular enterococcus faecalis biofilms in extracted single-rooted human teeth. *Int Endod J* 2010; 43:241-50.
72. Miller TA, Baumgartner e. Comparison of the Antimicrobial Efficacy of Irrigation Using the EndoVac to Endodontic Needle Delivery. *J Endod* 2010;36(3):509-11.
73. Saber SED, Hashem AAR. Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal. Published online 15 July 2011 (in press).
74. Susin L, Liu Y, Yoon Je, Parente JM, et al. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J* 2010;43:1077-90.
75. Gianluca Gambarini, Gary Glassman: TF Adaptive: A Novel Approach to Nickel-Titanium Instrumentation 'Rotary when you want it, Reciprocation when you need it. Oral health group, May 2013.
76. Ghassan Yared DDS MSc, Endodontist. "Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filing: A new concept". 2010 endodontic courses.
77. 31. You SY, Bae KS, et al. "Lifespan of One Nickel-Titanium Rotary File With Reciprocating Motion in Curved Root Canals". *J endod*, 2010; Volume 36.
78. The smear layer in endodontics – a review. Violich D.R., Chandler N.P. *International Endodontic Journal*. 43, 2 – 15. 2010
79. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and canal master techniques. *J Endod* 1991;17:275–9.

80. Apically Extruded Debris with Reciprocating Single-File and Full-sequence Rotary Instrumentation Systems Sebastian Burklein, Dr med dent, and Edgar Schafer, Prof Dr med dent JOE — Volume 38, Number 6, June 2012.