

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ENDODONCIA

“Evaluación de la extrusión apical de detritus utilizando los sistemas XP-Endo Shaper, Reciproc Blue, WaveOne Gold y ProTaper Gold: estudio *in vitro*”

Tesis presentada como requisito para la obtención del Título de Maestría en Endodoncia

Presentado por:

Delmy Alicia Arias Rivas.

Asesor:

Dr. Keneth Roderico Pineda.

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2022.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ENDODONCIA



TESIS DE MAESTRIA

“Evaluación de la extrusión apical de detritus utilizando los sistemas XP-Endo Shaper, Reciproc Blue, WaveOne Gold y ProTaper Gold: estudio *in vitro*”

AUTOR

Delmy Alicia Arias Rivas.

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2022.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Secretaría Académica

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano:	Dr. Kenneth Roderico Pineda Palacios
Vocal Primero:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños
Vocal Segundo:	Dr. Sergio Armando García Piloña
Vocal Tercero:	Dr. Edgar Adolfo Guzmán Lemus
Vocal Quinto:	Br. Oscar Alberto Orellana Aguilar
Secretario Académico:	Dr. Oscar Aníbal Taracena Monzón

DEDICATORIA

A DIOS

Por mostrarme que hace lo imposible, posible y que en todo momento siempre es fiel.

A MIS PADRES

Por enseñarme con su ejemplo que no existen límites, y que con la fe en Dios todo es posible, gracias por su amor y apoyo incondicional, este triunfo es de ustedes.

A MIS HERMANOS

En todo momento me animaron y confiaron en mí, los quiero mucho.

A MIS CATEDRATICOS

Agradecimiento infinito por su paciencia, dedicación y vocación con la que me formaron.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por abrirme sus puertas.

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A MIS AMISTADES

Por animarme siempre, muchas gracias.

ÍNDICE

Sumario	3
1 Introducción	4
2 Antecedentes	5
3 Planteamiento del problema	8
3.1 Descripción del problema	8
4 Justificación	9
5 Marco teórico	10
5.1 Aleaciones	10
5.2 Aleaciones de Níquel Titanio (NiTi)	10
5.3 Tratamiento Térmico NiTi	11
5.4 Tratamiento térmico M-Wire	12
5.5 Tratamiento térmico Gold	13
5.6 Tratamiento térmico Blue	13
5.7 Tratamiento térmico MaxWire	14
5.8 Sistemas de instrumentación	15
5.8.1 Reciprocantes	15
5.8.1.1 Reciproc Blue	15
5.8.1.2 WaveOne Gold	17
5.8.2 Rotatorios	19
5.8.2.1 ProTaper Gold	19
5.8.2.2 XP Endo Shaper	21
5.9.1 Factores que influyen sobre la extrusión de detritus a nivel apical	23
6 Objetivos.	25
6.1 Objetivo general:	25

6.1	Objetivos específicos:	25
7	Hipótesis	26
8	Marco metodológico	27
8.1	Diseño de investigación	27
8.2	Población	27
8.3	Muestra	27
8.3.1	Tamaño muestral	27
8.3.2	Criterio de inclusión	27
8.3.3	Criterio de exclusión	27
8.4	Variables	28
8.4.1	Variable independiente	28
8.4.2	Variable Dependiente	28
8.5	Materiales y Métodos	29
8.5.1	Selección de muestras	29
8.5.2	aparato de prueba	30
8.5.3	Preparación del conducto radicular	31
9.	Recolección de datos y análisis estadístico	33
10.	Discusión	37
11.	Conclusiones	39
12.	Recomendaciones	40
	Bibliografía	41
	Anexos	47

Sumario

El propósito de este estudio fue determinar la cantidad de detritus extruidos apicalmente, después de la preparación de conductos mesiales bucales de primeros molares inferiores humanos extraídos, utilizando diferentes sistemas de instrumentación rotatorios y reciprocantes. Por tanto, diversos autores manifiestan que detritus, irrigantes y restos de tejido pulpar pueden extruirse hacia los tejidos periapicales durante la conformación mecánica de los conductos radiculares.

Para ello, se seleccionaron 48 raíces mesiales de primeros molares mandibulares con un ángulo de curvatura entre 10°- 20°, utilizando el método de Schneider, indicados para extracción por motivos terapéuticos, los cuales fueron seleccionados de forma aleatoria para formar 4 grupos de 12 muestras cada uno. Cada grupo se instrumentó conforme a las indicaciones del fabricante, empleando los siguientes sistemas: WaveOne Gold, Reciproc Blue, ProTaper Gold y XP-Endo Shaper, utilizando como solución irrigante agua destilada.

Los detritus extruidos apicalmente se recolectaron en tubos Eppendorf que contenían en su interior gel de agar, los cuales fueron previamente pesados. Los datos obtenidos se cotejaron a través de la prueba estadística kruskal-Wallis con un nivel de significancia del 5%. Dentro de los resultados obtenidos podemos decir que, el sistema de instrumentación ProTaper Gold extruyó una menor cantidad de detritus con 0.0116 mg, seguidamente XP Endo Shaper con 0.0122 mg, posteriormente Reciproc blue con 0.0141 y finalmente el que extruyó mayor cantidad de detritus a nivel apical fue WaveOne Gold con 0.0159 mg.

Como conclusión podemos mencionar que todos los sistemas utilizados en el presente estudio produjeron extrusión apical de detritus hacia los tejidos periapicales, existiendo diferencia estadísticamente significativa entre ProTaper Gold y Reciproc Blue, ProTaper Gold y WaveOne Gold.

1 Introducción

Durante el procedimiento de conformación del sistema de conductos radiculares se ve involucrada, tanto la combinación de limpieza con instrumentos mecanizados, desbridamiento químico y su obturación con un material inerte, con la finalidad de mantener o restaurar la salud de los tejidos periapicales (1,2).

En el transcurso de la fase de instrumentación e irrigación del sistema de conductos radiculares, se puede provocar la extrusión de diferentes cantidades de dentina, restos necróticos, tejido pulpar, microorganismos e irrigantes hacia los tejidos periapicales, causando complicaciones como dolor postoperatorio, inflamación, exacerbación y retraso en la reparación de los tejidos, lo que puede influir en el fracaso del tratamiento endodóntico (3,4,5,6)

Así mismo, cada instrumento presenta su particularidad que de una u otra forma puede influir en la extrusión de detritus, el cual parece ser, hoy por hoy, algo inevitable al momento de instrumentar y conformar el sistema de conductos radiculares, es por ello que abordaremos también las características de diseño y cinemática de los instrumentos y como estos influyen sobre la extrusión apical de detritus.

Teniendo como objetivo determinar la cantidad de detritus extruidos apicalmente asociado a diferentes sistemas de instrumentación rotatoria con instrumentos ProTaper Gold (Dentsply Maillefer), XP Endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) y sistemas de instrumentación recíprocante Reciproc Blue (VDW) y WaveOne Gold (Dentsply Maillefer), después de la conformación de conductos mesiales bucales de primeros molares inferiores humanos extraídos.

2 Antecedentes

El desbridamiento completo del sistema de conductos radiculares es fundamental para mejorar el éxito en la práctica endodóntica que varía del 31% al 96% (6). Sin embargo, la instrumentación, las soluciones de irrigación y los desechos que contienen tejido necrótico, microorganismos, restos pulpares y partículas de dentina pueden extruirse desde el conducto radicular hacia el área periapical, dando como resultado inflamación, dolor y complicaciones postoperatorias (3,4,7). Dentro de ellas podemos mencionar la exacerbación entre citas o después del tratamiento endodóntico, que puede variar entre 1.4% y el 16%, es por ello que la prevención de la extrusión de detritus es esencial para reducir la frecuencia de esta complicación (8).

Se han propuesto algunas medidas para evitar o disminuir dichas complicaciones como lo son: seleccionar técnicas de instrumentación que extruyan la menor cantidad de detritus, mantener un control exhaustivo de la longitud de trabajo, manteniendo además un adecuado protocolo de asepsia durante el tratamiento de conductos radiculares (9). Así mismo el diseño, la cinemática de los instrumentos endodónticos y las técnicas de preparación utilizadas están directamente relacionadas con la cantidad de residuos apicales extruidos, sin embargo, parece existir un consenso que todas las técnicas e instrumentos extruyen cierto grado de detritus apicalmente (6,10,11).

Ante tal situación planteada se menciona que existen diferencias entre el uso de sistemas rotatorios y sistemas reciprocantes, estos últimos tienden a extruir mayor cantidad de detritus y soluciones irrigadoras al periápice que los sistemas rotatorios (12,13).

Uslu G. et al (2018) en su investigación desarrollada en la Facultad de Odontología, Universidad Ondokuz Mayıs, Samsun, Turquía; determino evaluar la cantidad de detritus extruido apicalmente utilizando las limas REC Blue, HEDM y XPS durante la preparación del sistema de conductos radiculares a temperatura corporal con el modelo de medición modificado. Los investigadores consideraron una muestra de 60 dientes premolares, que fueron extraídos por razones periodontales, a quienes se les aplicaron distintas pruebas, como el aparato de prueba, conformación del conducto radicular y recolección de datos.

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar el supuesto de normalidad, luego se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para analizar los datos con un nivel de significancia del 5%. Tras el análisis se concluyó que las limas XPS causaron significativamente menos extrusión que las limas REC Blue ($P < 0,05$), mientras que no se registró ninguna diferencia entre las limas HEDM y las otras limas de NiTi probadas.

Lu et al (2013) en su investigación compararon la cantidad de detritus e irrigantes extruidos apicalmente producidos por dos instrumentos Ni-Ti y limas manuales en la remoción de material de obturación y compararon dos modelos experimentales. Tomando como muestra sesenta premolares mandibulares humanos extraídos, aplicándoles pruebas como el aparato de prueba, eliminación de gutapercha del conducto radicular y recolección de datos. Aplicando la prueba de análisis de varianza de un factor con un nivel de significancia del 95%, concluyendo que todos los instrumentos produjeron extrusión apical de detritus e irrigante. Los dos instrumentos de Ni-Ti produjeron menos detritus e irrigantes que las limas manuales.

De-Deus et al (2015) Evaluaron la extrusión apical de detritus utilizando dos sistemas reciprocantes de una sola lima: WaveOne y Reciproc, tomando como muestra ochenta raíces mesiales de molares inferiores. Utilizaron distintas pruebas, como selección de la muestra, instrumentación, y recolección de detritus, aplicando la prueba de análisis de varianza de un factor (ANOVA) con un error tipo Alfa de 0.05, concluyendo que no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de detritus extruidos utilizando los dos sistemas reciprocantes.

Silva et al (2014) Evaluaron cuantitativamente la cantidad de detritus extruido apicalmente comparando el sistema ProTaper Universal Retratamiento, con dos sistemas reciprocantes de lima única (Reciproc y WaveOne) durante el retratamiento endodóntico. Los investigadores consideraron una muestra de cuarenta y cinco premolares inferiores con un solo conducto y una longitud radicular similar. Se utilizaron distintas pruebas, como selección de la muestra, tratamiento del conducto radicular, retratamiento y recolección de detritus, aplicando la prueba de análisis de varianza de un factor, así mismo, utilizaron pruebas post hoc, utilizando comparaciones múltiples Tukey, con un error tipo Alfa se fijó en 0.05 según los resultados estadísticos, el sistema ProTaper Universal Retratamiento, extruyó significativamente más desechos que los

otros grupos probados, sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas recíprocos. Por tanto, este conjunto de investigaciones permitirá comparar los resultados obtenidos de acuerdo al objetivo general del estudio.

3 Planteamiento del problema

3.1 Descripción del problema

Durante la conformación manual o mecanizada del sistema de conductos radiculares se puede causar que productos dentinarios, irrigantes, materiales de obturación, microorganismos y sus subproductos se expulsan hacia los tejidos periapicales a través del foramen apical, pudiendo afectar el éxito del tratamiento endodóntico provocando inflamación, dolor post operatorio y retraso en la cicatrización de los tejidos periapicales (5,6,14)

Es importante mencionar que todas las técnicas de instrumentación producen extrusión de detritus durante el tratamiento endodóntico y que esta es mayor con instrumentos manuales en comparación con el uso de instrumentos mecanizados (6,15). Sin embargo, con las nuevas tecnologías en la fabricación de instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio (NiTi) permiten realizar una mejor conformación del sistema de conductos radiculares, respetando la anatomía original de los mismos (16,17). En la actualidad existe poca o escasa información que compare la cantidad de detritus apicales producidos por sistemas rotatorios y reciprocantes novedosos aplicados a primeros molares inferiores humanos extraídos.

Bajo estas consideraciones surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Existe diferencia significativa en cuanto a la extrusión de detritus apicales al instrumentar con sistemas rotatorios y reciprocantes XP-Endo Shaper, ProTaper Gold, WaveOne Gold y Reciproc Blue?

4 Justificación

Durante la conformación del conducto radicular, restos de dentina, tejido pulpar, microorganismos e irrigantes pueden transportarse al foramen apical y extruirse a los tejidos perirradiculares. Es por ello que existen numerosos estudios realizados en piezas monorradiculares en los cuales han evaluado la extrusión de detritus e irrigantes hacia el periápice, valorando las distintas técnicas de instrumentación, el torque, velocidad, el tipo de movimiento, encontrando que la cantidad de detritus extruido puede diferir de acuerdo a la técnica de preparación y al diseño de los instrumentos, ya que se busca disminuir esta consecuencia inevitable en la instrumentación endodóntica causante de inflamación postoperatoria, exacerbación y fracaso a corto o largo plazo (6,15,18,19).

Debido a ello, los fabricantes han diseñado diferentes opciones de sistemas de instrumentación novedosos que proporcionan diversas alternativas para minimizar de mejor manera la extrusión apical de detritus conservando la anatomía del conducto radicular (20).

Por consiguiente, la presente investigación pretende evaluar la cantidad de extrusión apical utilizando cuatro sistemas de instrumentación novedosos entre ellos rotatorios y reciprocantes. Teniendo en cuenta principalmente la extrusión que produce los instrumentos XP-ENDO SHAPER, PROTAPER GOLD, WAVEONE GOLD y RECIPROC BLUE, debido a que no se cuenta actualmente con estudios que comparen dichos sistemas aplicados a raíces mesiales de primeros molares mandibulares con un ángulo de curvatura moderado (10° a 20°). Teniendo como propósito contribuir al conocimiento y a la mejora en la calidad de los tratamientos endodónticos brindados a los pacientes.

5 Marco teórico

5.1 Aleaciones

En 1838 Maynard, creó el primer instrumento endodóntico, a partir de un muelle de reloj. Sin embargo, inicialmente no existían parámetros ni criterios establecidos para el diseño y fabricación de los mismos (21).

En 1955 John I. Ingle en Washington EEUU, ideó la posibilidad que se fabricaran instrumentos endodónticos que tuvieran una estandarización en el aumento secuencial de sus diámetros, numeración y que representaran, en décimas de milímetro, el diámetro de la punta activa de los mismos, no obstante hasta la segunda conferencia internacional de Endodoncia realizada en la Universidad de Pensilvania, Filadelfia en EEUU, el Dr. Grossman, Ingle y Levine, sugirieron que tanto los instrumentos y puntas de gutapercha se fabricaran de acuerdo al diámetro, longitud, conicidad, siendo aceptada dicha sugerencia en el año 1962 (22,23).

Así mismo a través de los años los instrumentos endodónticos han ido presentando constantes modificaciones principalmente en sus propiedades de resistencia a la torsión, flexibilidad y capacidad de corte. Siendo así que estos instrumentos permiten que las técnicas de preparación biomecánica sean más sencillas, rápidas y cómodas tanto para el operador como para el paciente, tanto el diseño y las aleaciones de los instrumentos se están adaptando al concepto de principios biológicos y mecánicos del tratamiento de conductos radiculares, razón por la cual existe una alta tasa de éxito en los procedimientos de limpieza y conformación de los mismos (24).

5.2 Aleaciones de Níquel Titanio (NiTi)

La aleación de Níquel-Titanio fue descubierta a principios de los años 1960 por W.E Buehler, un metalúrgico quien desarrolló una aleación de Níquel-Titanio para el programa espacial del Naval Ordnance Laboratory, en Silver Springs, Maryland, Estados

Unidos. Se descubrió que las propiedades termodinámicas de esta aleación intermetálica podía producir un efecto de memoria de forma, cuando se realizaba un tratamiento térmico específico y controlado. La aleación se denominó Nitinol, un acrónimo de los elementos de los que estaba compuesto: ni de níquel, ti de titanio y nol del Naval Ordnance Laboratory. Nitinol es el nombre dado a una familia de aleaciones intermetálicas de níquel y titanio que se ha encontrado que posee propiedades únicas de memoria de forma y super elasticidad (25).

El comportamiento super elástico de los alambres de Nitinol significa que tiene la propiedad de recuperar su forma original (memoria de forma) después de grandes deformaciones (alrededor del 8 %), además de sus propiedades mecánicas superiores, alta resistencia a la corrosión y adecuada biocompatibilidad (26). Está compuesta por 56% de Níquel, el cual puede ser reemplazado hasta en 2% de cobalto, y 44 % de titanio (27).

La súper elasticidad de los instrumentos NiTi está relacionada a cambios que ocurren en función de la temperatura y el estrés inducido durante su fase de transformación de la estructura cristalina del material. La fase Austenítica se transforma y pasa a una fase martensítica característica denominada memoria de forma y super elasticidad (27).

5.3 Tratamiento Térmico NiTi

Las aleaciones de Níquel-Titanio se determina por las proporciones relativas y características de las fases microestructurales. El tratamiento térmico es uno de los alcances fundamentales para el ajuste de las temperaturas de transición de la aleación, es decir las temperaturas a las cuales la estructura cristalina cambia desde una fase austenita a una martensita y viceversa, afectando la resistencia a la fatiga de las limas endodónticas de NiTi. Sin embargo, nuevos procesos termomecánicos y tecnologías de manufactura han sido desarrolladas para optimizar la microestructura de las aleaciones NiTi (28), siendo estos más flexibles y con mayor resistencia a la fractura torsional en comparación con instrumentos de acero inoxidable (29).

En los últimos 10 años, se desarrollaron varios procedimientos patentados para la aleación de (NiTi) con el fin de mejorar las propiedades mecánicas de los instrumentos (30). Además de los tratamientos específicos térmicos y mecánicos, los fabricantes introdujeron varios procedimientos de mecanizado (por ejemplo, torsión, mecanizado por descarga eléctrica), así como técnicas para el acabado final de la superficie (30).

Las aleaciones de NiTi utilizadas para fabricación de instrumentos de endodoncia se pueden subdividir en los que contienen principalmente la fase austenita (austenítica: NiTi convencional, M-Wire, R-Phase) y las que contienen principalmente la fase de martensita (martensítica: CM-Wire, Gold y Blue) (30). Así mismo, las aleaciones de NiTi tratadas termo mecánicamente son mucho mejores en cuanto a flexibilidad, resistencia a la fatiga cíclica y ángulo de deflexión en comparación con el NiTi convencional (30).

5.4 Tratamiento térmico M-Wire

Con el objetivo de producir una aleación NiTi más flexible con resistencia mejorada a la fatiga cíclica, Sportswire LLC (Langley, OK, EE. UU.) desarrolló un procedimiento de fabricación termomecánico patentado en 2007. La aleación NiTi recientemente desarrollada se denominó M-Wire (31,32). El material de partida para el tratamiento térmico de M-Wire es una composición de Nitinol que consiste en $55.8 \pm 1.5\%$ en peso de níquel (Ni), $44.2 \pm 1.5\%$ en peso de titanio (Ti) y oligoelementos de menos del 1% en peso (30). Se encontró que la temperatura de acabado de austenita de M-Wire era de alrededor de $43-50^\circ\text{C}$ y, en consecuencia, muy por encima de A_f de NiTi convencional y la temperatura corporal, lo que indica que M-Wire no está completamente compuesto de austenita en condiciones clínicas (33). De acuerdo con esto, varias técnicas metalúrgicas de laboratorio (p. Ej., DSC, XRD y SEM) revelaron que M-Wire contiene fase austenita con pequeñas cantidades de martensita y fase R a temperatura corporal (33).

5.5 Tratamiento térmico Gold

Gold Wire (Dentsply Tulsa Dental Specialities) es una aleación introducida en 2015. Esta nueva generación de instrumentos con tratamiento térmico corresponde a un complejo tratamiento patentado de calentamiento y enfriamiento, que da como resultado una capa visible de óxido de titanio en la superficie del instrumento, que otorga el color dorado de las limas WaveOne Gold y ProTaper Gold (15). Este tratamiento controla las temperaturas de transición, creando una aleación con memoria de forma, que el fabricante afirma que da como resultado propiedades mecánicas y un rendimiento superior en comparación con los instrumentos de NiTi convencionales (15).

5.6 Tratamiento térmico Blue

Es aquella que se encuentra en instrumentos M-Wire, un NiTi con tratamiento térmico que potencia su súper elasticidad (15). Es así que para el año 2011, Dentsply Tulsa Dental (Tulsa, OK, EE. UU.) presentó ProFile Vortex Blue, que fue el primer instrumento endodóntico que poseía un color azul distintivo. Estos instrumentos también presentan un efecto de memoria controlada y pueden deformarse. Teniendo en cuenta el comportamiento de memoria controlada de estas limas calor azul, se puede suponer que a pesar de las temperaturas de transformación más bajas, estos instrumentos contienen una mayor cantidad de martensita estable que M-Wire, lo que conduce a una aleación de NiTi más suave y dúctil, siendo estas limas con tratamiento térmico Gold y Blue demostraron una mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga en comparación con los instrumentos convencionales NiTi y M-Wire (30).

5.7 Tratamiento térmico MaxWire

Recientemente, FKG Dentaire introdujo otra aleación de NiTi tratada termomecánicamente patentada llamada MaxWire (Martensite-Austenite-electropolish-fileX), que es la primera aleación de NiTi endodóntica que combina el efecto de memoria de forma y la superelasticidad en la aplicación clínica. Existen dos instrumentos disponibles que están hechos de MaxWire; XP-Endo Shaper y XP-Endo Finisher (ambos FKG Dentaire). Si bien estos instrumentos son relativamente rectos en su fase M (ESTADO MARTENSÍTICO) a temperatura ambiente, cambian a una forma curva cuando se exponen a temperatura intraconducto debido a una fase de transformación de fase A (estado austenítico) (34). Por lo tanto, estos instrumentos presentan un efecto de memoria de forma cuando se colocan en el conducto radicular (fase M a fase A) y poseen superelasticidad durante la preparación. Se afirma que la forma curva permite una preparación en morfologías complejas del sistema de conductos radiculares con la capacidad de adaptarse a las irregularidades del conducto. Posee además una baja conicidad (0.01) lo que afecta su resistencia (30).

Se reporta en la literatura que al igual que el sistema TRUShape, el instrumento XP-Endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) consiste en un instrumento rotatorio en forma de serpiente hecho de una aleación patentada (MaxWire, Martensite-Austenite Electropolish Flex, FKG Dentaire). Debido a esta nueva aleación, la lima cambia su forma de acuerdo con la temperatura. Cuando se enfría, en su fase martensítica, la lima se mantiene recta con un tamaño n. ° 30 y una conicidad inicial de 0,01. Sin embargo, cuando se somete a la temperatura corporal, cambia a su fase austenítica asumiendo una forma de serpiente que puede lograr una preparación mínima final del conducto de 30 / 0.04 cuando se usa este instrumento como único. Según el fabricante, el instrumento XP-Endo Shaper aplica una tensión mínima a las paredes de la dentina, adaptándose fácilmente a las irregularidades del conducto (20).

5.8 Sistemas de instrumentación

5.8.1 Reciprocantes

El movimiento reciprocante es una innovación reciente en los sistemas de instrumentación de Níquel-Titanio (NiTi) que afirma resistir mejor la separación del instrumento (35). Recientemente, se introdujeron dos sistemas basados en un movimiento reciprocante (Reciproc [VDW, Munich, Alemania] y WaveOne [Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza]), este sistema alternativo alivia la tensión en el instrumento mediante movimientos en sentido antihorario (acción de corte) y en sentido horario (liberación del instrumento) y, por lo tanto, aumenta la durabilidad y aumenta su resistencia a la fatiga en comparación con un sistema de rotación continua (35). Así mismo, su rotación completa en 360° es realizada después de 3 ciclos de movimientos en sentido reciprocante, de esta forma el instrumento puede progresar fácilmente en sentido apical, ya que está diseñado para llegar a la longitud de trabajo, sin mayor riesgo de alcanzar su límite de deformación, minimizando de esta manera el riesgo de fractura del mismo (35,36,37).

5.8.1.1 Reciproc Blue

Recientemente, se han introducido nuevas técnicas de instrumentación que permiten el uso de una sola lima de Níquel-Titanio (NiTi) con diferentes diseños, aleaciones y cinemática para la preparación de los conductos radiculares (7). Reciproc (VDW, Munich, Alemania), es un sistema de una sola lima utilizada en movimiento reciprocante. Reciproc Blue es la última versión de limas conocida como Reciproc. REC Blue posee una aleación Blue, ya que se fabrican alterando la estructura molecular a través de un nuevo tratamiento térmico (color azul) para aumentar la resistencia a la fatiga cíclica, posee una sección transversal en forma de S, con 2 puntos de corte, una punta inactiva

no cortante, y su conicidad variable provee a estos instrumentos una alta eficiencia de corte (38,39).

El sistema Reciproc blue está compuesto por tres instrumentos de características iguales a su antecesor, el sistema Reciproc:

Limas	Diámetro en punta	Conicidad
R25	ISO 25	8%
R40	ISO 40	6%
R50	ISO 50	5%

<https://www.vdwdental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproke-Aufbereitung/RECIPROC-blue/VDW-Dental-RECIPROCblue-User-Brochure-EN.pdf>



<https://www.vdwdental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproke-Aufbereitung/RECIPROC-blue/VDW-Dental-RECIPROCblue-User-Brochure-EN.pdf>

Selección del instrumento a utilizar:

Se debe decidir mediante la radiografía preoperatoria si nos encontramos frente a un conducto: estrecho, mediano o ancho (37).

Reciproc Blue	Radiográficamente	Conducto	Verificación con instrumento manual
R 25	Parcial o completamente visible	Estrecho	Lima ISO #20 no pasa de forma pasiva a longitud de trabajo
R 40	Visible	Mediano	Lima ISO #20 pasa de forma pasiva a longitud de trabajo
R50	Visible	Ancho	Lima ISO #30 alcanza de forma pasiva la longitud de trabajo

<https://www.vdwdental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproke-Aufbereitung/RECIPROC-blue/VDW-Dental-RECIPROCbue-User-Brochure-EN.pdf>

5.8.1.2 WaveOne Gold

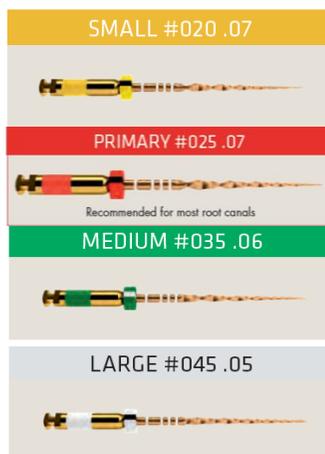
Las limas WaveOne Gold fueron lanzadas al mercado en 2016, siendo la versión mejorada de las limas WaveOne (Dentsply Maillefer). Manteniendo el movimiento de reciprocidad de las limas se realizó la modificación de sus dimensiones, sección transversal y geometría. La sección transversal de la lima se modificó a un paralelogramo, con 2 bordes cortantes, para reducir la masa del instrumento y proporcionar espacio para liberar detritus del conducto radicular con ángulo helicoidal variable (39,40). Además, El diseño descentrado utilizado en las ProTaper Next (PTN, Dentsply Maillefer) también se utiliza en las limas WaveOne Gold, utilizándose una

aleación con tratamiento térmico Gold que realiza un calentamiento y enfriamiento de la lima después de su producción, aumentando según el fabricante su flexibilidad. Además de poseer una conicidad variable en proporción activa para permitir una preparación más conservadora del sistema de conductos radiculares en la zona coronal (40). El movimiento recíprocante es con giro de enganche de 150° en sentido antihorario y giro de desenganche de 30° en sentido horario (39,40).

El sistema incluye cuatro instrumentos:

Lima	Diámetro en punta	Conicidad
WaveOne Gold Small	ISO 20	7%
WaveOne Gold Primary	ISO 25	7%
WaveOne Gold Medium	ISO 35	6%
WaveOne Gold Large	ISO 45	5%

https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/en_GB/Endodontics/Obturation/Gutta_Percha_Points/WaveOne_Gold_Gutta_Percha_Points/WaveOne%20GOLD%20Brochure%202015.pdf.



https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/en_GB/Endodontics/Obturation/Gutta_Percha_Points/WaveOne_Gold_Gutta_Percha_Points/WaveOne%20GOLD%20Brochure%202015.pdf.

5.8.2 Rotatorios

El uso de limas rotatorias de níquel titanio (NiTi) durante la instrumentación, ha ganado popularidad, debido a su mayor flexibilidad y capacidad de mantener la configuración original de los conductos curvos con paredes delgadas (29). Así mismo, cabe destacar que el movimiento rotatorio es aquel que gira en sentido horario los 360° a una velocidad y fuerza constante, permitiendo que el instrumento avance progresivamente en sentido apical, hasta llegar a longitud de trabajo. Además, existe evidencia de que estos sistemas reducen las fallas relacionadas con la instrumentación y permiten una conformación de conicidad adecuada con gran velocidad y efectividad. A pesar de presentar estas ventajas, para algunos clínicos resulta difícil seleccionar el sistema rotatorio de limas NiTi más apropiado, debido a la numerosa cantidad de instrumentos que conforman los diferentes sistemas existentes en el mercado (29,41).

5.8.2.1 ProTaper Gold

Recientemente se introdujeron los instrumentos ProTaper Gold (PTG, Dentsply Tulsa Dental Specialties), que presentan un diseño con geometrías idénticas a su antecesor ProTaper Universal, pero son más flexibles y se han desarrollado con metalurgia avanzada y debidamente patentada. Los sistemas PTG consisten en 3 limas de modelado (SX, S1 y S2) y 5 limas de acabado (F1, F2, F3, F4 y F5), presentan secciones transversales triangulares y conicidad progresiva como ProTaper Universal, utilizando la misma acción rotatoria (42). Sin embargo, se ha encontrado que las limas PTG son más resistentes a la fatiga cíclica en comparación con su antecesor ProTaper Universal. Esto se debe a su metalurgia avanzada, que resulta en una mayor flexibilidad, el fabricante afirma que estos instrumentos tienen una resistencia mayor a la fatiga cíclica comparándola con ProTaper Universal (43,44,45).

El sistema ProTaper Gold incluye las siguientes limas:

Limas de conformación que pre-ensanchan los conductos:

Limas	Diámetro en punta	Conicidad
SX	ISO 19	4%
S1	ISO 18	2%
S2	ISO 20	4%

<http://www.dentsplyargentina.com.ar/protapergoldfolleto.PDF>.



<http://www.dentsplyargentina.com.ar/protapergoldfolleto.PDF>.

Limas de conformación y finalización con un sistema de finalización completo

Limas	Diámetro en punta	Conicidad
F1	ISO 20	7%
F2	ISO 25	8%
F3	ISO 30	9%
F4	ISO 40	6%
F5	ISO 50	5%

<http://www.dentsplyargentina.com.ar/protapergoldfolleto.PDF>.



<http://www.dentsplyargentina.com.ar/protapergoldfolleto.PDF>.

5.8.2.2 XP Endo Shaper

Recientemente, se introdujo en el mercado un novedoso sistema rotatorio, el instrumento XP-Endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza), que consiste en un instrumento rotatorio en forma de serpiente fabricado con una aleación patentada (MaxWire, Martensita-Austenita Electropolish Flex, FKG Dentaire), este novedoso sistema posee un corte transversal triangular y debido a esta nueva aleación, la lima cambia de forma de acuerdo con la temperatura. Cuando se enfría, en su fase martensítica, la lima se mantiene recta con un tamaño #30 y una conicidad inicial de 0.01. Sin embargo, cuando se somete a temperatura corporal (35°C) cambia a su fase austenítica asumiendo una forma de serpiente que puede lograr una preparación mínima final 30/0.04 cómo lima única (7,20,46,42). Según el fabricante, el instrumento XP-Endo Shaper aplica una tensión mínima a las paredes de la dentina, adaptándose fácilmente a las irregularidades del conducto, aplicando un estrés mínimo a las paredes de la dentina manteniendo la forma original del conducto, minimizando así el riesgo de fractura (20,46).

Lima	Diámetro en punta	Conicidad
XP Endo Shaper	ISO 30	1% Inicialmente (sin activar) 4% finalmente (activada)

Silva E, et al



Figure 1: At or below room temperature, the instrument is very malleable and has a relaxed serpentine shape



Figure 2: When introduced to warmer temperatures (>95°F), the instrument transitions to a more robust serpentine shape

<https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/xp-endo-shaper>.

5.9 Extrusión Apical de detritus

Todos los instrumentos y técnicas que se utilizan para la preparación del conducto radicular pueden causar la extrusión de diferentes cantidades de dentina, restos de tejido pulpar, microorganismos y soluciones irrigantes fuera del foramen apical. Así mismo se ha mencionado que la cantidad de contenido extruido puede verse influida por el diseño y cinemática de las limas utilizadas en endodoncia (6,7). El concepto de extrusión apical no sólo se limita a la salida forzada de residuos o líquido hacia los tejidos periapicales sino también irritantes que pueden interferir en la integridad o curación de los tejidos periapicales, como lo son materiales de obturación, medicación intraconducto o incluso instrumentos de conformación como limas endodónticas fracturadas (3,47). Sin embargo, las agudizaciones y el dolor post operatorio son algunas de las complicaciones más importantes como consecuencia de la extrusión apical, dando lugar al retraso en la

cicatrización o incluso ocasionando el fracaso del tratamiento debido a reacción a cuerpo extraño (4,8,47).

Durante la instrumentación mecánica, el número y virulencia de los microorganismos extruidos son los factores que determinan la intensidad de la reacción periapical. Así mismo una lesión periapical crónica, puede dar una respuesta inflamatoria violenta después de haber iniciado un tratamiento de conductos. Es decir que cualquier irritante ya sea físico o químico que interactúe con el tejido periapical, altera el equilibrio que existe en el organismo. Desencadenando una respuesta inflamatoria llamada agudización o exacerbación (3). Naidorf et al (1985) explicó cómo las bacterias y la dentina necrótica pueden iniciar reacciones antígeno-anticuerpo que desencadenan la cascada del complemento y el proceso inflamatorio. La liberación de prostaglandinas, histamina y bradiquinina puede provocar dolor, destrucción ósea y lisis celular (48).

5.9.1 Factores que influyen sobre la extrusión de detritus a nivel apical

La extrusión apical de detritus se da inevitablemente como consecuencia de la preparación biomecánica (7,8,15). Así mismo esto se ve influenciado por ciertos factores como: longitud de trabajo, diámetro de preparación apical y la mecánica del sistema de preparación y sus aspectos específicos de diseño.

En cuanto a la longitud de trabajo, siempre hay probabilidad de extrusión apical a través del foramen apical, se han propuesto diferentes longitudes de trabajo, pero el enfoque más ampliamente aceptado para establecer la longitud de trabajo es a 1 mm del ápice radicular. Sin embargo, puede ocurrir un sobrepase más allá de la longitud de trabajo de forma inadvertida (49). Seguidamente según Vande Visse et al (1975) mencionaron que, en cuanto al diámetro de la preparación apical, entre más grande fuera, mayor sería la cantidad de extrusión apical (50).

Por otra parte, las diferencias en cuanto a la cantidad de residuos extruidos apicalmente son relacionados con los aspectos específicos del diseño y cinemática de los instrumentos. No obstante, en 1990 se reportó que la técnica de fuerzas balanceadas (corono apical) extruían significativamente menor cantidad de detritus, en comparación con la técnica ultrasónica y la técnica apico-coronal tanto en conductos rectos y curvos (51,52,53).

Los sistemas reciprocantes, por ejemplo, están diseñados para reducir la cantidad de pasos y limas a utilizar, permitiendo a su vez la preparación y limpieza adecuada del conducto radicular (54). Aunque estos sistemas son capaces de cortar cantidades significativas de dentina en cortos períodos de tiempo, estudios previos han demostrado que los sistemas reciprocantes tienden a extruir más residuos, soluciones irrigantes a través del ápice y hacia los tejidos periapicales que los sistemas rotatorios (12). Del mismo modo Bürklein et al 2014 mencionaron que la instrumentación rotatoria de una sola lima OneShape y Mtwo de múltiples limas se asoció con una menor extrusión de detritus en comparación con la instrumentación reciprocante (Reciproc) (49). Sin embargo, Kocak et al (2013) no encontraron diferencias significativas entre los grupos ProTaper F2 (25.08) de una sola lima, Reciproc 25 (R 25) y Revo-S SU (25.06) y concluyeron que todas las técnicas de instrumentación se asociaron con extrusión de detritus (6).

En contraste, Tinoco et al. (2014) encontraron que los sistemas de lima única y reciprocante como WaveOne y Reciproc extruyeron menos bacterias apicalmente que los sistemas rotatorios de múltiples limas (BioRace; FKG Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, Suiza). Del mismo modo, De-Deus et al. (2015) reveló que el sistema rotatorio (ProTaper) extruyó significativamente más detritus que WaveOne y Reciproc (15). Sin embargo, nuevos sistemas rotatorios como XP Endo Shaper (FKG Dentaire) extruyó significativamente menor cantidad de detritus apicalmente en comparación con el sistema Reciproc Blue (REC Blue, VDW) y Hyflex EDM (HEDM; Coltene/ Whaledent, Altstätten, Suiza), así mismo dentro del mismo estudio compararon sistemas rotatorios versus reciprocante e informaron que no hay diferencia entre la cantidad de detritus extruidos apicalmente (7).

6 Objetivos

6.1 Objetivo general:

Determinar la cantidad de detritus extruidos apicalmente después de la conformación de conductos mesiales bucales de primeros molares inferiores humanos extraídos con diferentes sistemas de instrumentación rotatorios y reciprocantes.

6.1 Objetivos específicos:

1. Medir en gramos (g) la cantidad de detritus extruidos apicalmente producidos después de la preparación biomecánica, utilizando el sistema Reciproc Blue en conductos mesiales bucales de primeros molares inferiores extraídos de humanos.
2. Medir en gramos (g) la cantidad de detritus extruidos apicalmente producida después de la preparación biomecánica, utilizando el sistema WaveOne Gold en conductos mesiales bucales de primeros molares inferiores extraídos de humanos
3. Medir en gramos (g) la cantidad de detritus extruidos apicalmente producida después de la preparación biomecánica utilizando el sistema ProTaper Gold en conductos mesiales bucales de primeros molares inferiores extraídos de humanos.
4. Medir en gramos (g) la cantidad de detritus extruidos apicalmente producida después de la preparación biomecánica utilizando el sistema XP-Endo Shaper en conductos mesiales bucales de primeros molares inferiores extraídos de humanos.
5. Comparar con cuál de los cuatro sistemas se extruye menor cantidad de detritus apicalmente.

7.Hipótesis

Hipótesis nula

No existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto a extrusión de detritus a nivel apical entre los sistemas Reciproc Blue, WaveOne Gold, ProTaper Gold y XP Endo Shaper.

Hipótesis alterna

H1:

Existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto a extrusión de detritus a nivel apical entre los sistemas Reciproc Blue, WaveOne Gold, ProTaper Gold y XP Endo Shaper.

8 Marco metodológico

8.1 Diseño de investigación

Se realizará un estudio observacional, analítico, comparativo.

8.2 Población

Conductos mesiales bucales de primeros molares inferiores extraídas de humanos.

8.3 Muestra

8.3.1 Tamaño muestral

Se recolecto una población de 90 primeros molares mandibulares donados por las clínicas dentales San José, y Universidad de El Salvador, a través del Biobanco de la Facultad de Odontología, en el periodo comprendido de septiembre del 2019 a febrero de 2020. Las muestras seleccionadas previamente debían cumplir los criterios de inclusión, para ello fueron sometidas a inspección clínica y evaluación radiográfica digital, obteniendo para este estudio una muestra total de 48 raíces mesiales bucales de primeros molares mandibulares.

8.3.2 Criterio de inclusión

El estudio se hará en primeros molares inferiores extraídas que cumplan con los siguientes criterios de inclusión:

- ✓ Piezas humanas extraídas con raíces separadas
- ✓ Piezas con ápices completamente formados.
- ✓ Piezas que posean raíz mesial con forámenes separados
- ✓ Piezas que posean raíz mesial con un ángulo de curvatura de al menos 10-20°
- ✓ Ausencia de fracturas o fisuras
- ✓ Ausencia de calcificaciones

8.3.3 Criterio de exclusión.

Se omitirán las piezas dentales extraídas que estén dentro de los criterios de exclusión:

- Piezas con ápice abierto
- Piezas con perforación o fractura
- Piezas con presencia de conductos calcificados,
- Piezas con reabsorción (interna o externa).
- Piezas que posean raíz mesial con un solo forámen apical
- Tratamiento de Conductos Radiculares Previo.

8.4 Variables

8.4.1 Variable independiente

- Sistemas de preparación biomecánica
 - ✓ Lima reciprocante Reciproc Blue R 25 (25. 08)
 - ✓ Lima reciprocante WaveOne Gold 25 (25.07)
 - ✓ Lima rotatoria ProTaper Gold 25 (25.08)
 - ✓ Lima rotatoria XP Endo Shaper 30 (30.04)

Clasificación: variable cualitativa y nominal.

- Cinemática de movimiento
 - ✓ Rotatorio
 - ✓ Reciprocante

Clasificación: variable cualitativa nominal

8.4.2 Variable Dependiente

- Extrusión de detritus

Peso en gramos de detritus extruidos apicalmente mediante balanza analítica

Clasificación: variable cuantitativa escalar.

8.5 Materiales y Métodos

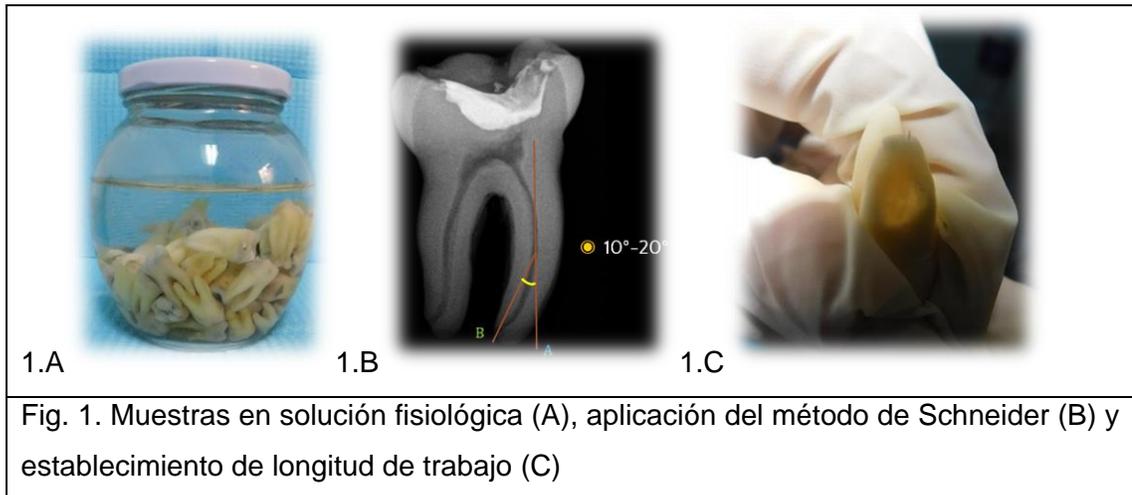
8.5.1 Selección de muestras

Las piezas dentales que se utilizaron en este estudio fueron indicadas para extracción por motivos terapéuticos, estas fueron higienizadas con curetas periodontales Hu-Friedy para eliminar calculo dental y fueron sumergidas en NaOCL al 2.5% durante 5 minutos para eliminar restos orgánicos, posteriormente fueron almacenadas en solución fisiológica en frascos de vidrio hasta la ejecución del estudio (Fig.1A).

Inicialmente se realizó la selección de primeros molares inferiores al azar (dentro de los criterios de inclusión), luego se hizo la toma de radiografías ortoradiales y mesioradiales utilizando el aparato de rayos x Fona XDG, 70 KVp, 35 Ma, 120 V, 50-60 Hz con 0.42 segundos de exposición utilizando el sensor Fona CDR Elite, para obtener el ángulo de curvatura moderada (10-20°) de la raíz mesial utilizando el método de Schneider, en combinación con el radio de curvatura, se obtendrá midiendo un punto A y un punto B (Fig.1B).

Para el punto A se trazó una línea paralela al eje largo del conducto y para el punto B se trazó otra línea para interceptar el foramen apical con el punto donde se comenzó a abandonar el eje largo del conducto. Una vez establecido nuestro ángulo de curvatura, se procedió a eliminar las cúspides para crear puntos de referencia más estables, el acceso endodóntico se realizó con una fresa redonda # 4 eliminando además dentina cariada, luego con una fresa Endo-Z (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) se terminó de conformar la cavidad hasta la embocadura de los conductos, pudiendo ser identificados con un explorador endodóntico DG16.

Se tomó conductometría colocando una lima K de tamaño #10 (SybronEndo, México) en el conducto radicular hasta que fue visible en el foramen apical, y la longitud de trabajo se ajustó a 1 mm menos que la longitud observada (Fig. 1C).



8.5.2 Aparato de prueba.

La cantidad de residuos extruidos apicalmente se evaluaron utilizando una modificación del método de Lu et al (19). El cual consistió en la toma de 60 piezas humanas extraídas divididas en 2 grupos y 1 grupo control, para nuestro estudio seleccionamos 48 piezas extraídas, debido al cumplimiento riguroso de los criterios de inclusión, manteniendo un nivel de confianza del 95%, con un error de estimación máximo del 14.15%. Por ende, una vez establecida nuestra muestra, se seleccionaron y dividieron al azar en 4 grupos (n=12). Posteriormente se procedió a seccionar cada pieza dental seleccionada en dos partes a nivel de furca (fig. 2A).

A continuación, las superficies radiculares de todas las raíces mesiales seleccionadas fueron cubiertas con una banda de teflón a excepción del último milímetro apical, seguidamente fueron pesadas 3 veces en una balanza analítica, calculando el valor medio (Fig. 2B). Posteriormente se inyectó gel de agar (1.5 ml, 1,5%) en tubos Eppendorf, con la finalidad de proporcionar presión de retorno de los desechos e irrigantes extruidos apicalmente simulando tejido periapical, posteriormente la raíz mesial se fijó en el tubo a nivel de la unión cemento-esmalte utilizando papel Parafilm "M" (American National Can Laboratory film) luego se invirtieron hacia abajo para que la solución de agar pudiera rodear completamente la raíz, hasta que el agar se solidificó,

el grosor del gel en el ápice fue de aproximadamente 1 cm. Se pesó el aparato 3 veces y se sacó un valor medio, al cual también se le calculó el peso del aparato sin el diente (19,55)

Posteriormente se colocó agua al interior del frasco marrón, seguidamente se añadió el tubo eppendorf y se fijó nuevamente con papel Parafilm "M" (American National Can Laboratory film), seguidamente se aplicó adhesivo termoplástico para fijar el aparato al frasco marrón que prontamente se colocaron en un baño de agua caliente a 35 ° C (Fig. 2C). El peso de cada aparato (aparato sin la raíz mesial) se calculó al restar la primera medición de peso de las muestras, al segundo valor de medición de peso del aparato completo (19).



8.5.3 Preparación del conducto radicular

Se utilizó una lima nueva para la conformación del conducto radicular mesial bucal de cada pieza, según las instrucciones del fabricante, la lima fue retirada del conducto y los restos acumulados en la lima se limpiaron con una gasa con alcohol.

Los conductos radiculares se irrigaron con 2 ml de agua destilada cada vez que se retiró la lima del conducto, posteriormente se realizó permeabilidad con una lima Tipo K #10 a la longitud de trabajo y el conducto fue irrigado nuevamente con 2 ml de agua destilada (Fig. 3A)

Para realizar una estandarización en la conformación del conducto mesial bucal se repitió 5 veces dicho proceso, hasta alcanzar la longitud de trabajo, utilizando un total de 20 ml de agua destilada. Para la irrigación de cada muestra, se utilizó una aguja de irrigación de salida lateral 30-G colocada a 2 mm antes de la longitud de trabajo. Todas las preparaciones se realizaron por un solo operador.

En el grupo REC Blue R25, la lima se utilizó con el programa Reciproc utilizando el motor endodóntico MARCA X-SMART PLUS (MAILLEFER). De acuerdo con las recomendaciones del fabricante, la lima se utilizó con movimientos suaves de entrada y salida. Para el grupo WaveOne Gold fue utilizada la lima Primary accionada con movimientos suaves de entrada y salida de acuerdo a las instrucciones del fabricante prepararon utilizando el motor X-SMART PLUS. Así mismo, para el siguiente grupo ProTaper Gold, el conducto mesial bucal fue conformado utilizando el motor X-SMART PLUS en rotación continua a los valores y recomendaciones del fabricante (300 rpm y 3 Ncm). En el grupo XP Endo Shaper, el conducto mesial bucal se preparó con el motor endodóntico X-SMART PLUS en rotación continua a una velocidad de 800 rpm y 1 Ncm con movimientos suaves de entrada y salida de 3 a 5 veces hasta alcanzar la longitud de trabajo, una vez establecida la longitud de trabajo se realizaron movimientos de entrada y salida (10 veces según el fabricante) (Fig. 3B).

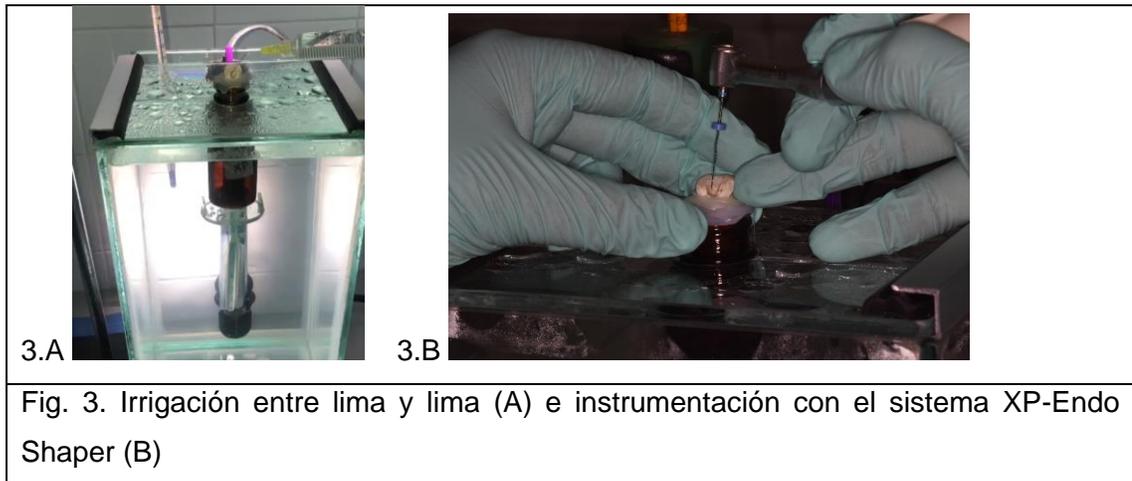
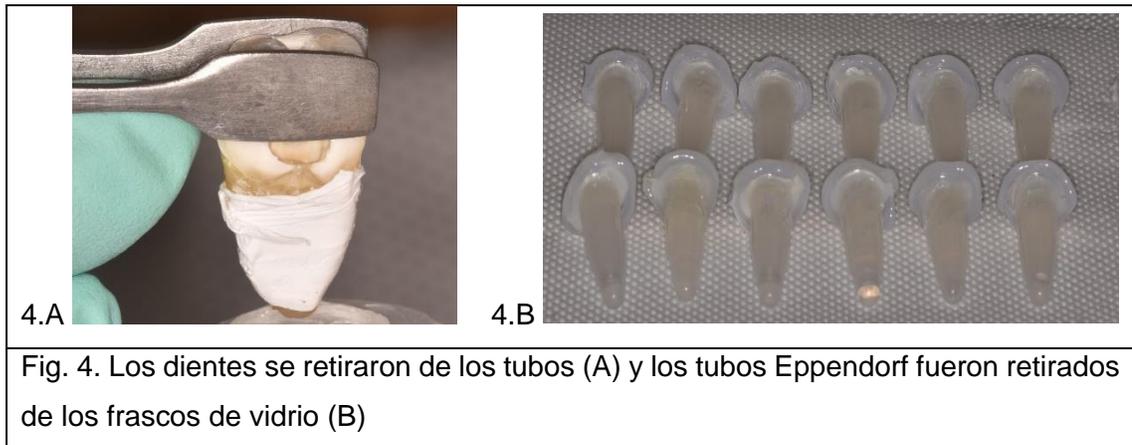


Fig. 3. Irrigación entre lima y lima (A) e instrumentación con el sistema XP-Endo Shaper (B)

9. Recolección de datos y análisis estadístico

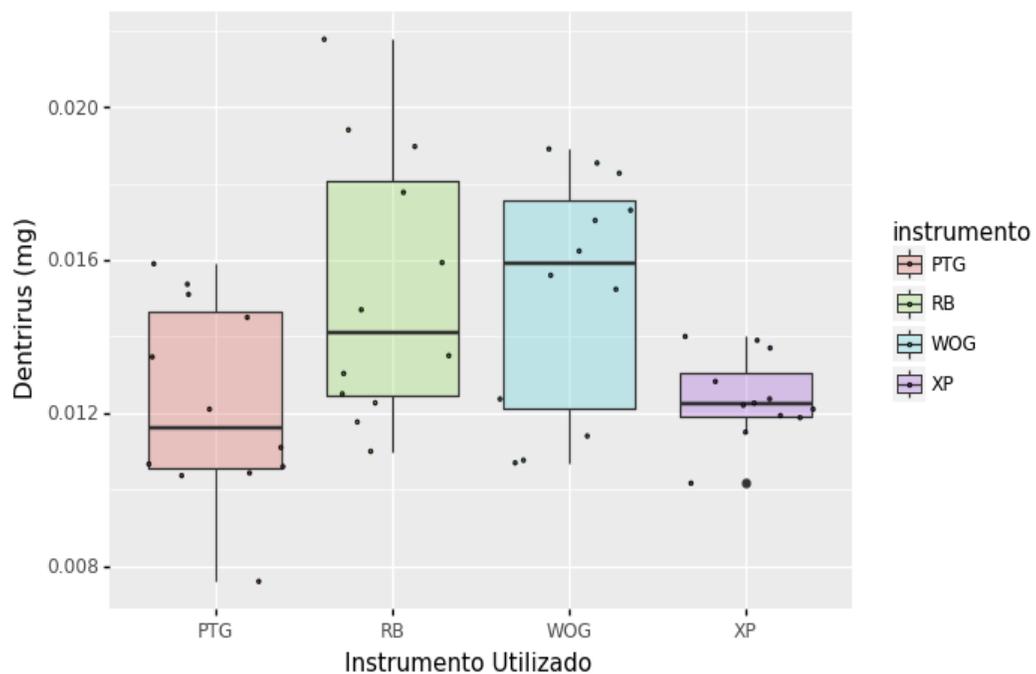
Una vez completada la preparación de los conductos radiculares, los tubos Eppendorf se retiraron de los frascos de vidrio y los dientes se retiraron de los tubos (Fig. 4 A y B). Posteriormente después de retirar las bandas de teflón y la raíz mesial de los tubos de eppendorf, cada aparato se pesó 3 veces consecutivas. La cantidad de residuos extruidos se calculó restando el valor del peso del aparato sin la raíz mesial, del valor del peso posterior a la preparación. Un operador realizó todas las mediciones de residuos extruidos apicalmente.

Los datos se analizaron de los resultados obtenidos del peso en gamos de 48 muestras de detritus, obtenidos posteriormente a la instrumentación de la raíz mesial de piezas dentales humanas extraídas. El total de muestras se dividió en cuatro grupos, 12 muestras para el grupo XP Endo Shaper, 12 muestras para el grupo ProTaper Gold, 12 muestras para el grupo Reciproc Blue y 12 muestras para el grupo WaveOne Gold. Cabe recalcar que por pandemia y siguiendo los lineamientos antes estipulados, los grupos ProTaper Gold y WaveOne Gold fueron instrumentados y pesados en las instalaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala y para los grupos Reciproc Blue y XP Endo Shaper fueron instrumentados y pesados en la Universidad de El Salvador.



En la siguiente tabla estadística se muestran los valores de tendencia central de los pesos obtenidos de las muestras de los grupos, donde se observa que el sistema XP Endo Shaper extruyó 0.0122, el sistema ProTaper Gold extruyó 0.0116, el sistema Reciproc Blue 0.0141 y el sistema WaveOne Gold 0.0159.

Distribución de extrusión de detritus por cada instrumento utilizado



Conclusión estadística: en el diagrama de caja, se puede observar la distribución de la extrusión de detritus en cada instrumento el cual resulta ser similar, aunque asimétrica; lo que supone que cada instrumento extruye una cantidad de detritus diferente en relación a la mediana.

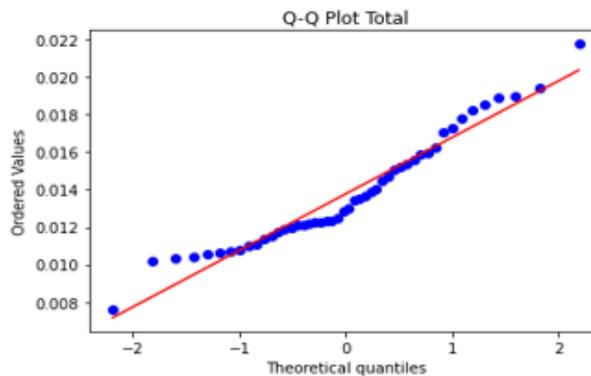
Los datos se analizaron inicialmente mediante la prueba Shapiro-Wilk, Kolmogorov – Smirnov y QQ – Plot, presentado en la (Tabla 1), para verificar el supuesto de normalidad. Luego se realizó la prueba de Kruskal – Wallis, ya que los datos a contrastar siguen una distribución no paramétrica, concluyendo que los datos no están normalmente distribuidos. Utilizando una confianza del 95%, al calcular el P-Valor, dando como resultado un valor menor a 0.05 o 5% rechazando la hipótesis nula, determinando que los datos no vienen de una distribución normal, así mismo, se calculó el grafico QQ-Plot en el cual se obtuvo la misma conclusión

Tabla 1

Tabla: Resumen de resultados de los test de normalidad aplicados a la muestra.

Test de Normalidad	Hipotesis Nula	P - valor	Conclusion
Shapiro - Wilks	Los datos vienen de una distribución normal	4.57771%	Se rechaza la hipótesis nula
Kolmogorov - Smirnov	Los datos vienen de una distribución normal	0.0000000009%	Se rechaza la hipótesis nula

QQ - PLOT: Los datos no siguen una distribución normal, ya que estos no forman una línea similar a la teórica.



NOTA: La hipótesis nula se rechaza siempre y cuando el P - valor sea menor o igual a 0.05 (5% de significancia)

Tabla 2

Tabla: Mediana, mínimo, máximo y P-valor del test Kruskal - Wallis referente a la cantidad en mg de dentritus extruidos

Grupo	n	mediana (g)	mínimo (g)	máximo (g)
XP - Endo Shaper	12	0.0122	0.0102	0.0140
PTG	12	0.0116	0.0076	0.0159
WOG	12	0.0159	0.0107	0.0189
RB	12	0.0141	0.0110	0.0218
P - valor KW-test		0.020454418		

KW - test con un 5% de significancia.

Hipótesis nula KW - Test: La mediana de los datos son iguales.

En la tabla 2 puede observarse un nivel de confianza de 95% al calcular el P valor, habiendo utilizado la prueba kruskal Wallis, dando como resultado un valor menor de 0.05 (5% de significancia) equivalente a 0.0204, lo cual hace que se rechace la hipótesis nula, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna de la investigación.

Para su verificación se necesita una prueba a posteriori o Post Hoc denominada Conover, con un nivel de confianza del 95%, cuya hipótesis es que existe diferencia entre los grupos contrastados, la cual se presenta a continuación

Matriz de P-valor del test de CONOVER

	PTG	RB	WOG	XP - Endo Shaper
PTG	100.00%	1.37%	1.42%	74.08%
RB	1.37%	100.00%	98.74%	3.05%
WOG	1.42%	98.74%	100.00%	3.16%
XP	74.08%	3.05%	3.16%	100.00%

Las celdas representan los contrastes entre cada instrumento (fila vs columna), el color verde indica la combinación en la que existe diferencia estadísticamente significativa, para estos casos P-Valor es menor a 5%.

De esta manera se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los sistemas rotatorio ProTaper Gold y XP Endo Shaper en comparación con los sistemas reciprocantes WaveOne Gold y Reciproc Blue.

10. Discusión

El presente estudio está enfocado en establecer la cantidad de detritus extruidos apicalmente, relacionado a la instrumentación de conductos mesiales bucales de primeros molares inferiores, mediante la utilización de sistemas de instrumentación rotatoria y reciprocante, comparando de esta manera cuál de ellos extruye menor cantidad de detritus, pudiendo influir en el éxito del tratamiento endodóntico.

Por lo anteriormente mencionado se pudo establecer que, dentro de esta investigación, todos los sistemas de instrumentación evaluados se asocian con extrusión de detritus, por lo tanto, la hipótesis nula fue rechazada, pudiendo determinar que el sistema ProTaper Gold produjo menor cantidad de detritus, seguido del sistema XP Endo Shaper, posteriormente Reciproc Blue y en último lugar WaveOne Gold.

Uslu G. et al en el 2018 investigaron la cantidad de detritus extruidos apicalmente, durante la preparación del conducto radicular a temperatura corporal utilizando limas XP-Endo Shaper, Reciproc Blue y HyFlex EDM, mencionando que todos los sistemas evaluados extruyeron detritus a nivel apical, siendo el sistema XP Endo Shaper quien extruyó significativamente menos residuos en el ápice que REC Blue, existiendo diferencia significativa entre ambos (7), resultado que concuerda con el presente estudio.

Lu et al, 2013 evaluaron mediante un estudio la extrusión de detritus coronal y apical utilizando sistemas rotatorios y reciprocantes, determinando que los sistemas reciprocantes extruyen menor cantidad de detritus coronal y apical que los rotatorios, lo anterior no concuerda con nuestra investigación ya que el sistema ProTaper Gold extruyó menor cantidad de detritus que los sistemas reciprocantes.

También existen otros estudios, los cuales muestran que la cantidad de extrusión apical de detritus puede estar relacionada con la anatomía del conducto radicular y la técnica de instrumentación, mencionando que, hoy por hoy, ningún método evita por completo la extrusión de detritus (12). Así mismo una mayor capacidad de corte generalmente se asocia con una mayor eficacia de limpieza, pero puede mejorar el transporte de desechos hacia el ápice cuando se usa en combinación con un movimiento recíproco (12).

De-Deus G. et al (56), realizaron un estudio en el que utilizaron piezas extraídas multirradiculares con el propósito de aproximarse a la real situación clínica, ellos eligieron raíces mesiales de molares mandibulares para la presente evaluación. Por lo tanto, la cantidad de extrusión de restos de dentina se evaluó durante la instrumentación de dientes con anatomía más compleja en comparación con piezas extraídas monorradiculares (56), situación que es comparable en la selección de la muestra, respecto al presente estudio.

Para realizar el presente estudio se tomó como referencia el método de Lu et al (7), el cual consistió en inyectar gel de agar (3 ml, 1,5 %) en tubos Eppendorf y fijando las muestras en los tubos en la unión cemento-esmalte utilizando adhesivo de cianoacrilato, los tubos se invirtieron hacia abajo para que las muestras se incluyeran en la solución de agar; para nuestro estudio actual se realizó una modificación más y fue sustituir el adhesivo de cianoacrilato por papel Parafilm "M" (American National Can Laboratory film). Después de la gelificación del agar, se midieron nuevamente 3 veces los pesos de los tubos que incluían la solución de agar. El peso de cada aparato (aparato sin diente) se calculó restando la primera medida de peso de las muestras del segundo valor de medida de peso.

Así mismo, en estudios de extrusión apical como en los estudios de Silva et al. 2014 (35) describe la técnica de cegamiento en el que colocaron una cinta oscura en los frascos de vidrio para cegar al operador que realiza el trabajo biomecánico, para nuestro estudio se utilizaron frascos color marrón para el manejo de la técnica de cegamiento.

Cabe mencionar que, en la realización de este estudio, se determinó que todos los sistemas de instrumentación utilizados causaron extrusión apical de detritus, mencionando que sí existió diferencia estadísticamente significativa entre los sistemas rotatorios versus reciprocantes.

11. Conclusiones

- Se determinó que los cuatro sistemas evaluados WaveOne Gold, Reciproc Blue, XP Endo Shaper y ProTaper Gold extruyeron detritus apicalmente.
- La menor cantidad de detritus extruidos apicalmente durante la instrumentación de conductos fue producida por ProTaper Gold con 0.0116, posteriormente XP Endo Shaper con un valor de 0.0122, le sigue Reciproc Blue con un valor de 0.0141, y, por último, el que extruye mayor cantidad de detritus es WaveOne Gold con un valor de 0.0159
- Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los sistemas rotatorio ProTaper Gold y XP Endo Shaper en comparación con los sistemas reciprocantes WaveOne Gold y Reciproc Blue
- El sistema ProTaper Gold extruyó menor cantidad de detritus que el sistema XP Endo Shaper, pero no existió diferencia estadísticamente significativa.
- Se observó que el sistema Reciproc Blue extruyó menor cantidad de detritus que el sistema WaveOne Gold, pero no existió diferencia estadísticamente significativa entre ambos.

12. Recomendaciones

- Continuar con más estudios sobre esta línea de investigación, que permita consolidar y acrecentar el conocimiento científico en el tema, utilizando los nuevos sistemas de instrumentación rotatoria y reciprocante.
- Crear nuevos diseños de estudio, que permitan evaluar el grado de extrusión apical, asemejando cada vez más, las condiciones *in vivo*.
- Se recomienda seguir las instrucciones que proporciona el fabricante, para evitar errores de procedimiento, durante el desarrollo del estudio.
- Mantener investigaciones de este tipo de tal manera que, al profundizar en el tema, estas investigaciones puedan llegar a publicarse en revistas indexadas.

Bibliografía

1. Schilder H H. Filling root canals in three dimensions. 1967. J Endod. 2006; 32(4): p. 281-290.
2. Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod. 2006; 32(5): p. 389-398.
3. Seltzer S, Naidorf I. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. J Endod. 1985 Nov; 11(11): p. 472-8.
4. Siqueira J, Rôças I, Favieri A. Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. J Endod. 2002 Jun; 28(6): p. 457-60.
5. Siqueira J. Microbial causes of endodontic flare-ups. Int Endod J. 2003 Jul; 36(1): p. 453-63.
6. Koçak S, Koçak MM, Sağlam B. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. J Endod. 2013 Oct; 39(10): p. 1278-80.
7. Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K. Apically Extruded Debris during Root Canal Instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM, and XP-endo Shaper Nickel-titanium Files. J Endod. 2018 May; 44(5): p. 856-859.
8. Borges Á, Pereira T, Porto A. The Influence of Cervical Preflaring on the Amount of Apically Extruded Debris after Root Canal Preparation Using Different Instrumentation Systems. J Endod. 2016 Mar; 42(3): p. 465-9.
9. BERGENHOLTZ G, DAHLEN G. Advances in the study of endodontic infections: introduction. Endodontic Topics. 2004; 9: p. 1–4.
10. al-Omari M, Dummer P. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. J Endod. 1995 Mar; 21(3): p. 154-8.

11. Tinaz A, Alacam T, Uzun O. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod.* 2005 Jul; 31(7): p. 533-5.
12. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2012 Jun; 38(6): p. 850-2.
13. Arslan H, Doğanay E, Alsancak M. Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc(®) instruments with various kinematics. *Int Endod J.* 2016 Mar; 49(3): p. 307-10.
14. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J.* 2014 Mar; 47(3): p. 211-21.
15. De-Deus G, Neves A A, Silva E E. Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig.* 2015; 19: p. 357-61.
16. Peters O. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004 Aug; 30(8): p. 559-67.
17. Gao Y, Gutmann J, Wilkinson K, al. e. Evaluation of the impact of raw materials on the fatigue and mechanical properties of ProFile Vortex rotary instruments. *J Endod.* 2012 Mar; 38(3): p. 398-401.
18. Myers G, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by. *J Endod.* 1991; 17: p. 275-279.
19. Lu Y, Wang R, Zhang L. Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *Int Endod J.* 2013; 46: p. 1125-30.
20. Silva E, Vieira V, Belladonna F. Cyclic and Torsional Fatigue Resistance of XP-endo Shaper and TRUShape Instruments. *J Endod.* 2018; 44(1): p. 168-172.
21. Ostrander F. The practice of endodontics: past, present, and future. *J Dent Educ.* 1967 Sep; 31(3): p. 386-8.

22. INGLE J. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1961 Jan; 14: p. 83-91.
23. INGLE J. The need for endodontic instrument standardization. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1955 Nov;8(11):1211-3. 1955 Nov; 8(11): p. 1211-3.
24. Fernandez Y, Mendiola C. Evolución de los sistemas rotatorios en endodoncia: propiedades y diseño. *Rev Estomatol Herediana.* 2011; 21(1): p. 51-54.
25. Thompson S. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.* 2000 Jul; 33(4): p. 297-310.
26. Miyai K, Ebihara A, Hayashi Y. Influence of phase transformation on the torsional and bending properties of nickel-titanium rotary endodontic instruments. *Int Endod J.* 2006 Feb; 39(2): p. 119-26.
27. Thompson S, Dummer P. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J.* 2000 May; 33(3): p. 255-61.
28. Shen Y, Qian W, Abtin H. Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2011; 37(7): p. 997-1001.
29. Walia H, Brantley W, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988; 14(7): p. 346-51.
30. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *Int Endod J.* 2018; 51(10): p. 1088-1103.
31. Ye J, Geo Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *J Endod.* 2012; 38(1): p. 105-7.

32. Gambarini G, Grande N, Plotino G. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod.* 2008 Aug; 34(8): p. 1003-5.
33. Alapati S, Brantley W, Lijima M. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2009; 35(11): p. 1589-93.
34. http://www.fkg.ch/sites/default/files/201610_fkg_xp_endo_finisher_brochure_v2_en_web_0.. [Online]. [cited 2019 Julio 1. Available from: <https://www.fkg.ch/index.php>.
35. Silva E, Sá L, Belladonna F. Reciprocating versus rotary systems for root filling removal: assessment of the apically extruded material. *J Endod.* 20014; 40(12): p. 2077-80.
36. Plotino G, Grande N, Testarelli L. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J.* 2012; 45(7): p. 614-618.
37. RECIPROC blue User brochure. [Online]. [cited 2019 Julio 1. Available from: <https://www.vdw-dental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproke-Aufbereitung/RECIPROC-blue/VDW-Dental-RECIPROCblue-User-Brochure-EN.pdf>.
38. De-Deus G, Silva E, Vieira V. Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the Reciproc files. *J Endod* 2017;43:462-6. *J Endod.* 2017; 43: p. 462-6.
39. Gündoğar M, Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. *J Endod.* 2017; 43(7): p. 1192-1196.

40. WaveOne Gold brochure. [Online]. [cited 2019 junio 24. Available from: https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/en_GB/Endodontics/Obturation/Gutta_Percha_Points/WaveOne_Gold_Gutta_Percha_Points/WaveOne%20GOLD%20Brochure%202015.pdf.
41. Leonardo M, Leonardo R. In Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Sao Paulo: Artes Médicas; 2002.
42. Bayram H, Bayram E, Ocak M. Effect of ProTaper Gold, Self-Adjusting File, and XP-endo Shaper Instruments on Dentinal Microcrack Formation: A Micro-computed Tomographic Study. J Endod. 2017; 43(7): p. 1166-1169.
43. Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H. Phase Transformation Behavior and Resistance to Bending and Cyclic Fatigue of ProTaper Gold and ProTaper Universal Instruments. J Endod. 2015; 41(7): p. 1134-8.
44. PROTAPER GOLD Tratamiento. [Online]. [cited 2019 Mayo 3. Available from: https://dvd-dental.com/media/attachments/15-868_ftecnica_protaper_gold.pdf.
45. MAILLEFER D. ProTaper Gold DENTSPLY Iberia S.A.U.. [Online].; 2016 [cited 2019 Mayo 3. Available from: <http://www.dentsplyargentina.com.ar/protapergoldfolleto.PDF>.
46. FKG. [Online]. [cited 2019 Mayo 5. Available from: <https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/xp-endo-shaper>.
47. Nair P. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. Int Endod J. 2006; 39(4): p. 249-81.
48. Naidorf I. Endodontic flare-ups: bacteriological and immunological mechanisms. J Endod. 1985; 11(11): p. 462-4.

49. 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(5): p. 1-5.
50. Vande Visse J, Brilliant J. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod.* 1975; 1(7): p. 243-6.
51. Ruiz-Hubard E, Gutmann J, Wagner M. A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *J Endod.* 1987; 13(12): p. 554-8.
52. Mckendry D. Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *J Endod.* 1990; 16(1): p. 24-7.
53. Fairbourn D, Mc Walter G, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod.* 1987; 13(3): p. 102-8.
54. Amaral P, Forner L, Llana C. Smear layer removal in canals shaped with reciprocating rotary systems. *J Clin Exp Dent.* 2013; 5(5): p. 227-30.
55. Robert G, Liewehr F, Buxton T. Apical diffusion of calcium hydroxide in an in vitro model. *J Endod.* 2005 Jan; 31(1): p. 57-60.
56. De-Deus G, Bran. Assessment of apically extruded debris produced by the singlefile ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg Oral Med Oral.* 2010 Sep; 110(3): p. 390-394.

Anexos



Anexo 1. Modificación del método de Lu et al, propuesto por Uslu G et al. Aparato completo fijado en un frasco de vidrio marrón (1). Balanza analítica cuatro cifras (2). Presentación de todo el aparato sumergido en agua a 35° C para imitar la temperatura intraconducto (3). Realizado en las instalaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



1.



2.



3.

Anexo 2. Modificación del método de Lu et al, propuesto por Uslu G et al. Aparato completo fijado en un frasco de vidrio marrón (1). Balanza analítica cuatro cifras (2). Presentación de todo el aparato sumergido en agua a 35° C para imitar la temperatura intraconducto (3). Realizado en las instalaciones de la Universidad de El Salvador.

Lunes 11 de Febrero del 2019

Lic. Pablo Oliva
Decano de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Reciba un cordial y afectuoso saludo

Yo, Delmy Alicia Arias Rivas, con registro académico 201790542 actualmente residente de 2do año de la Maestría en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Ante usted con el debido respeto me dirijo y expongo la presente carta, con la intención de solicitar el uso de una balanza de precisión, para poder cuantificar el material extruido resultante de un proceso de instrumentación en endodoncia perteneciente a mi trabajo de tesis.

Mucho agradeceré su amabilidad en la recepción y consideración de mi solicitud.

Quedo atenta a sus comentarios y pendiente de cualquier información adicional que sea requerida.

Atentamente.



Dra. Delmy Alicia Arias Rivas

Teléfono: +502 35485486
WhatsApp: +503 78930799
E-mail: delmyalicia5451@gmail.com



Edificio 1-13, 1er. nivel, Ciudad Universitaria zona 12
 Tel directo: (502) 2418-9412, PBX (502) 2418-8000 XT. 86361, 1524
 e-mail: quimicadireccion@gmail.com

REF.OF.DEQ.067.2019
 Guatemala, 04 de marzo de 2019

Doctora
 Delmy Alicia Arias Rivas
 Facultad de Odontología –FOUSAC-
 Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-
 Presente

Respetable Doctora Arias:

Con un atento y cordial saludo en nombre de la Escuela de Química, en espera que todas sus actividades se realicen en completa normalidad. En respuesta a oficio sin número de referencia, de fecha Martes 12 de febrero de 2019, es un gusto informarle que si puede hacer uso de la balanza analítica que se encuentra en el Departamento de Análisis Inorgánico, Laboratorio Investigación Química y Ambiental –LIQA- (Edificio T-12, primer nivel).

Mucho agradeceremos ponerse en contacto con el Licenciado Ricardo Véliz Fuentes, para acordar, fecha, horario y tiempo a la extensión 1276.

Esperando poder servirles de la mejor manera, con muestras de consideración y estima. Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Licda. Bessie Evelyn Oliva Hernández
 Directora, Escuela de Química



c.c.: M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto, Decano de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
 archivo
 anexo: oficio indicado
 INOG/dm.



“Cien Años Aportando Ciencia para la Vida”

Guatemala 21 de enero de 2020

Licenciada Bessie Oliva
Jefa del Departamento de Análisis Inorgánico
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
USAC
Presente

Estimada Licenciada Oliva:

Le saludo cordialmente, y de la manera más atenta me dirijo a usted deseándole éxito en el desempeño de sus labores, al mismo tiempo para solicitar su colaboración con el programa de Maestría en Endodoncia, del cual participa la suscrita en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Dicha colaboración consiste en el uso de las instalaciones del LIQA, uso de balanza analítica de 4 ceros, así mismo solicitó el apoyo que me pueda brindar el LIQA, en sus tiempos disponibles, a través de la Licenciada Gabriela Chaulón, Coordinadora técnica de LIQA, lo cual será de mucha ayuda para realizar el trabajo de tesis denominado "Evaluación de la Extrusión apical de detritus utilizando los sistemas XP-Endo Shaper, Reciproc Blue, ProTaper Gold y WaveOne Gold: estudio *in vitro*" como parte del trabajo de campo del programa de Maestría en el cual participo. Dado que, por motivos laborales, mi tiempo para llevar a cabo mi trabajo experimental, es limitado, solicito iniciarlo el día miércoles 22 de enero de 2020. Por su apoyo a mi trabajo de tesis, si el LIQA necesitara mi apoyo, quedo a su total disposición para colaborar con algún material que el laboratorio requiera.

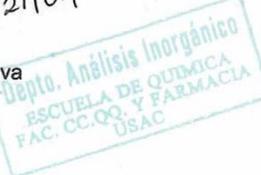
Agradeciendo de antemano la colaboración de su departamento se suscribe.

Dra. Delmy Arias

Residente de Maestría en Endodoncia


Recebo de
Licenciada Gabriela Chaulón
LABORATORIO DE INVESTIGACION
QUIMICO AMBIENTAL
COORDINADORA
21/01/2020

cc. Jefa del Departamento de Análisis Inorgánico, Licenciada Bessie Oliva
Coordinador de la Maestría en Endodoncia, Ms.C. Keneth Pineda


Depto. Análisis Inorgánico
ESCUELA DE QUÍMICA
FAC. CC. Q. Y FARMACIA
USAC

23 de Enero de 2020



Licenciado:
MSc. Martín Gill
Jefe
Departamento Microbiología
Presente

Estimado Msc. Gill:

De la manera más atenta me dirijo a usted deseándole éxito en el desempeño de sus labores, al mismo tiempo para solicitar su colaboración con el programa Maestría en Endodoncia, del cual participa la suscrita en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Dicha colaboración consiste en permitir a la suscrita la preparación, en los laboratorios del Departamento de Microbiología, de medios de cultivo (Agar-Agar) en tubos Eppendorf el cual será utilizado para realizar el trabajo de tesis denominado "Evaluación de la extrusión apical de detritus utilizando los sistemas XP- Endo Shaper, Reciproc Blue y WaveOne Gold: estudio *in Vitro*" como parte del trabajo de campo del programa de maestría en el cual participo. Además en permitirme refrigerar los tubos Eppendorf con Agar preparados en tanto se utilicen.

Agradeciendo de antemano la colaboración de su departamento se suscribe.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dra. Delmy Arias'.

Dra. Delmy Arias
Estudiante de Maestría Facultad de Odontología
USAC

c.c Director Escuela de Química Biológica, MSc. Osberth Morales Esquivel
Coordinador del programa de Estudios de Posgrado MSc. Keneth Pineda

Archivo

24 de Enero de 2020

Ms.C. Christian Farfán
Jefe
Departamento de Fisicoquímica
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
USAC
Presente

Estimado Licenciado Farfán:

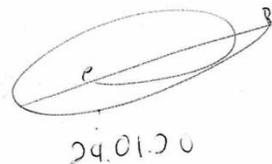
De la manera más atenta me dirijo a usted deseándole éxito en el desempeño de sus labores, al mismo tiempo para solicitar su colaboración con el programa de Maestría en Endodoncia, del cual participa la suscrita en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Dicha colaboración consiste en permitir a la suscrita el préstamo de una estufa con agitador magnético y un magneto de agitación de teflón para ser utilizados en el laboratorio del Programa de Estudios de Postgrado, los cuales serán utilizados para realizar el trabajo de tesis denominado "Evaluación de la Extrusión apical de detritus utilizando los sistemas XP-Endo Shaper, Reciproc Blue, ProTaper Gold y WaveOneGold: estudio *in Vitro*" como parte del trabajo de campo del programa de Maestría en el cual participo.

Agradeciendo de antemano la colaboración de su departamento se suscribe.



Dra. Delmy Arias
Residente de Maestría en Endodoncia
USAC



cc. Director Departamento de Fisicoquímica, Ms.C. Christian Farfán
Coordinador de la Maestría en Endodoncia, Ms.C. Keneth Pineda

Ciudad Universitaria, 17 de mayo de 2021.

Licenciada
Reina Maribel Galdámez
Decana
Facultad de Química y Farmacia
Universidad de El Salvador
Presente.

Reciba un cordial saludo con los deseos de éxitos en el desempeño de sus actividades diarias.

El motivo de la presente es para solicitar se me autorice el préstamo de material y equipo de laboratorio el cual detallo a continuación:

- Un soporte y una pinza para bureta, un termómetro y una balanza analítica de 4 dígitos marca: SHIMADZU ATY224 (A₁) cuyo número de inventario es 12050-3106-113-0025/2015.

Dichos materiales y equipo serán utilizados por la doctora Delmy Alicia Arias Rivas para realizar actividades de Posgrado en la Facultad de Odontología de la Universidad de El Salvador.

Sin otro particular, me suscribo.

“HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA”


Doctora
Delmy Alicia Arias Rivas
DUI: 03784314-6



San Salvador, 17 de mayo de 2021

Doctora
Karina Lisseth Juárez de Aquino
Directora de Clínicas
Facultad de Odontología
Universidad de El Salvador
Presente



Estimada Doctora de Aquino:

De la manera más atenta me dirijo a ustedes deseándole éxito en el desempeño de sus labores. Yo Dra. Delmy Alicia Arias Rivas, actualmente Residente de Maestría en Endodoncia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ante ustedes con el debido respeto expongo la presente carta, para solicitarles de la manera más cordial su colaboración en brindarme un espacio físico en el área de cirugía (módulo dental incluyendo lo que este contiene), en las fechas del 17 de mayo al 1 de Junio del presente año, en horario de 7:30 am a 12 md, para poder ejecutar la continuidad de mi trabajo de campo de la tesis denominada: "Evaluación de la extrusión apical de detritus utilizando los sistemas XP-Endo Shaper, Reciproc Blue, Wave One Gold y Protaper Gold: estudio *in vitro*", en las instalaciones de la Facultad de Odontología de la Universidad de El Salvador; ya que debido a la pandemia y por medidas de seguridad me es más accesible completar el estudio en mi país.

A la vez solicito a la Facultad de Odontología FOUES, se me conceda la permanencia dentro del área asignada y en el tiempo mencionado anteriormente de los siguientes equipos y materiales: pecera, calentador de agua para pecera, agitador magnético con plancha calefactora, base y pinza de bureta, termómetro digital, una caja de guantes talla XS de nitrilo, equipo básico (espejo, pinza y explorador), explorador endodóntico, eyector endodóntico, aguja y jeringa para irrigar, 1 pinza, una gradilla, baberos desechables, papel toalla, deposito plástico grande, bandeja plástica y 1 extensión eléctrica.

Agradezco de antemano su colaboración en brindarme todas las facilidades necesarias, considerando lo expuesto con antelación.

Atentamente,

Dra. Delmy Alicia Arias Rivas
Residente del Programa de
Estudios de Posgrado en Endodoncia
Universidad San Carlos de Guatemala.



Dra. Delmy Alicia Arias Rivas

Autor



Dr. Keneth Pineda

Asesor



Dra. Lorena Teos

Coordinadora de la Maestría en Endodoncia

Dr. Bienvenido Argueta

Director del Departamento de Investigación

Dr. Carlos Alvarado

Director Escuela de Postgrados