

adaptar el diente con su tope en un tubo de Eppendorf, a través del tope de goma, se introduce una aguja calibre 27 para equilibrar las presiones interna y externa. Todo este dispositivo va incluido en un vial de vidrio para estabilizar al tubo de Eppendorf y poder instrumentar la raíz incluida, el tubo de Eppendorf funciona como recolector de desechos y de irrigantes que se extruyen durante la instrumentación. (36)

Este enfoque simula un entorno de trabajo clínico en el que el operador depende de la longitud de trabajo determinado por las radiografías o los localizadores apicales sin ver el espacio del conducto radicular. La metodología comprende un peso de los tubos de recuperación antes y después de la instrumentación utilizando una balanza analítica y el cálculo de los escombros extruido restando el peso inicial de la de peso después de la instrumentación. (36)

Debido a que los desechos así como irritantes también se pueden extruir apicalmente, el líquido extruido necesita ser evaporada por el almacenamiento en una incubadora. Se separa el tope de caucho con la raíz del tubo recolector, se lava los residuos adheridos a la raíz con 1 mg de agua destila para recolectar estos desechos en el tubo, posterior a esto se utiliza la incubadora para evaporar el agua destilada. (36)

7. Materiales y Métodos

7.1 Diseño de Estudio

Estudio comparativo *in vitro*, experimental y estadístico donde se pretende pesar en miligramos (mg) la cantidad de extrusión (debris) desde los conductos radiculares mesiales de molares inferiores en una balanza de precisión de 0,00001g o 10^{-5} g (0,01 mg). Se recolectará los debris extruidos en tubos Eppendorf y se llevará a la Balanza. Los resultados arrojados determinarán si existe mayor extrusión o no si se utilizan los sistemas reciprocantes con la técnica que recomiendan los fabricantes o si se realiza previo glide path.

7.2 Muestra

Una vez aprobado el estudio por el Comité de Bioética de la Universidad San Francisco de Quito, se utilizaron cuarenta raíces mesiales de molares inferiores. . De cada diente se obtuvo una Radiografía Digital en sentido antero posterior para determinar la anatomía de los dos conductos que fueron trabajados

7.3 Criterios de Inclusión

- Molares inferiores
- Diente sin tratamiento de conductos previo
- Dientes sin lesiones de caries radicular
- Dientes con el conductos radiculares permeables en toda la longitud
- Dientes que anatómicamente las raíces mesial y distal se muestren separadas
- Dientes que radiográficamente se evidencie todo el conducto radicular
- Dientes que hayan concluido su formación radicular

7.4 Criterios de Exclusión

- Dientes con previa manipulación del conducto radicular
- Dientes que radiográficamente muestren signos de calcificación
- Dientes con raíces fusionadas
- Dientes que radiográficamente muestren signos de reabsorción radicular interna

Las muestras fueron aleatoriamente designadas en cuatro grupos (n=10)



Figura 43 Muestra de estudio que cumple con criterios de inclusión

7.5. Metodología

7.5.1 Preparación de las muestras

Los dientes extraídos por no tener la posibilidad de rehabilitación o por motivos periodontales, fueron almacenados en vasos de precipitación de 50 ml marca Pirex, sumergidos en suero fisiológico.

Antes de preparar las muestras, se higienizaron con curetas periodontales Miltex 3 y se sumergieron en solución de NaOCl 2,5% durante 5 minutos para eliminar posibles restos orgánicos.



Figura 44 Preparación de Muestra
- Corte con disco de diamante

Cada muestra se seccionó en dos partes a través de la furca, la parte remanente de la corona se cortó con un disco de diamante eliminando las cúspides para crear puntos de referencia estables y eliminar la variable no controlada del acceso, con una fresa de carburo tungsteno SSW # 3 se eliminó tejido careado o sin soporte y con una Endo-Z (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), se regularizó la cavidad hasta que la entrada a los conductos sean visibles, y puedan ser detectados con el explorador endodóncico DG16. Solo se utiliza la raíz mesial de los molares, la raíz distal se almacena para futuras investigaciones.

7.5.2 División de Grupos

Previo al montaje en los recolectores de debris e instrumentación, los dietnes fueron divididos aleatoriamente en 4 grupos de 10 muestras cada uno, se tomó una Rx periapical en sentido mesio distal y se comprobó la anatomía radicular.

Se identificaron las muestras con un marcador permanente colocando el grupo y el número de muestras, como se indica a continuación.



FIGURA 45 DIVISIÓN EN GRUPOS E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

TABLA 8 DIVISIÓN EN GRUPOS E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

Muestra	Identificación de Muestras			
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1	11	21	31	41
2	12	22	32	42
3	13	23	33	43
4	14	24	34	44
5	15	25	35	45
6	16	26	36	46
7	17	27	37	47
8	18	28	38	48
9	19	29	39	49
10	1 10	2 10	3 10	4 10
n	10	10	10	10

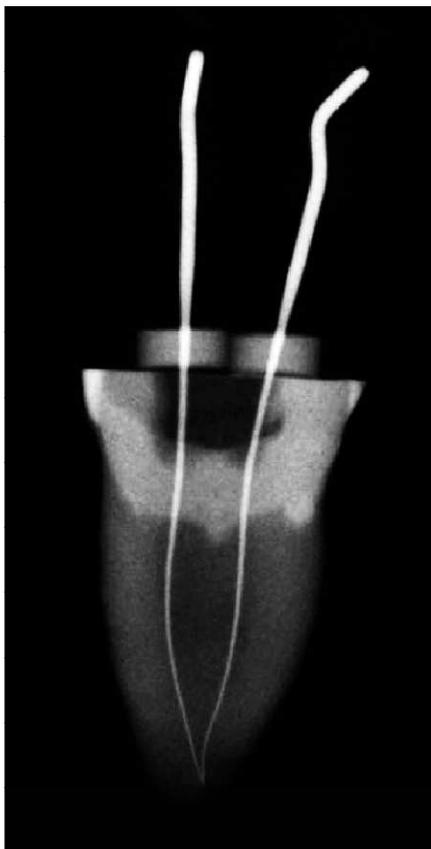


Figura 46 Determinación radiográfica de Longitud de Trabajo

La longitud de trabajo se determinó utilizando un Microscopio Operatorio D.F Vasconcellos Brasil, a 16X de aumento, cuando la lima 10K Dentsply Maillefer aparecía por el foramen, de esa longitud se restó 0,5 mm, y esa fue la longitud de instrumentación en todos los grupos. La primera longitud obtenida fue la longitud para realización de patencia.

7.5.2.1 Recolección de Debris

En este estudio , se utilizó el modelo experimental descrito por Myers y Montgomery. Para armar los recolectores de debris se utilizaron 40 tubos Eppendorf, los cuales fueron numerados igual que las muestras para proseguir con el trabajo.

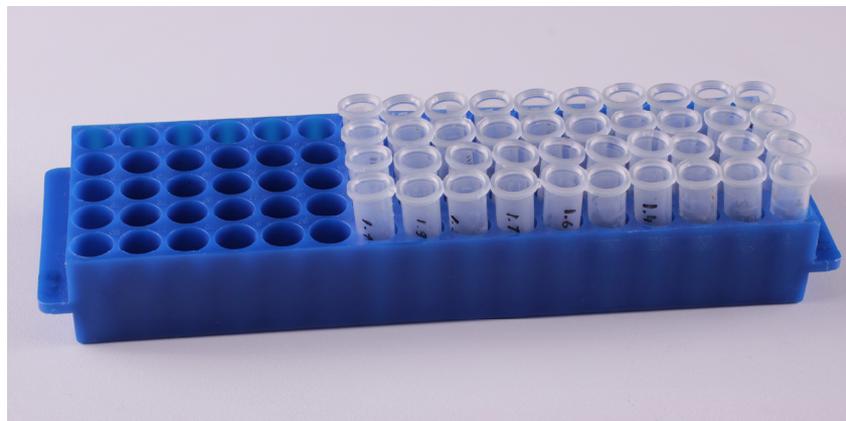


Figura 47 Tubos Eppendorf identificados de acuerdo a la muestra

Los tapones de los tubos Eppendorf se separaron para luego utilizarlos como el soporte de la raíz durante la instrumentación. Se pesaron los tubos de recolección utilizando la balanza analítica de 10^{-5} gramos de precisión (METTLER TOLEDO XS105_{DualRange}) para determinar los pesos iniciales de los recolectores. Tres pesos consecutivos se obtuvieron de cada tubo, y se calculó el valor medio.

En los tapones de los tubos Eppendorf separados en un inicio, se realizó una apertura a través del plástico con calor de 585°C utilizando un sistema de onda continua de calor (System B Analytic), para insertar cada raíz mesial con presión. Cada raíz mesial se inserta hasta la unión cemento-esmalte, y una aguja 27 -G se colocó a través del tapón como una cánula de drenaje para equilibrar la presión del aire dentro y fuera de los tubos. Entonces, cada tapón con el diente y

la aguja se une al tubo Eppendorf. Los tubos con las raíces se montan en viales de vidrio con el objetivo de estabilizar la muestra durante la instrumentación. Por último se une los bordes del vial con los del Eppendorf con silicona caliente, igual alrededor de la raíz y sobre el tapón del vial se colocó silicona para impermeabilizar el recolector.

Para evitar la variación y eliminar sesgos , la limpieza , conformación , e irrigación de todas las muestras fue realizada por el mismo operador entrenado. En cada muestra , se utiliza un total de 5 ml de agua destilada como solución de irrigación entre limas.

En el **Grupo 1**, se verifica permeabilidad de los conductos con una lima 10K (Dentsply Maillefer), la determinación de longitud de trabajo se realizará mediante la observación cuando la lima salga por el foramen, 0,5 mm menos con limas 10K (Dentsply Maillefer), realización de Glide Path mecanizado con Path File 1 – 2 – 3 (Dentsply Maillefer), y se realiza instrumentación final con Reciproc 25 0,08 (VDW).

Grupo 2, se verifica permeabilidad 10K (Dentsply Maillefer), longitud de trabajo 0,5 mm menos de la aparición de la lima por el foramen apical, e instrumentación con Reciproc 25 0,08 a la longitud determinada.

En el **Grupo 3**, se verifica permeabilidad de los conductos con una lima 10K (Dentsply Maillefer), la determinación de longitud de trabajo se realizará mediante la observación cuando la lima salga por el foramen, 0,5 mm menos con limas 10K (Dentsply Maillefer), realización de Glide Path mecanizado con Path File 1 – 2 – 3 (Dentsply Maillefer), y se realiza instrumentación final con WaveOne Primary.



Figura 48 Modelo Meyers y Montgomery modificado

Grupo 4, se verifica permeabilidad de los conductos con una lima 10K (Dentsply Maillefer), longitud de trabajo 0,5 mm menos de la aparición de la lima por el foramen apical, e instrumentación con WaveOne Primary a la longitud determinada.

La preparación con los Instrumentos Reciprocantes WaveOne y Reciproc se realizará en 3 picoteos, irrigación y patencia, a la longitud de trabajo se llegó en 2 ciclos de tres picoteos.

La solución irrigadora que se utilizó durante el procedimiento fue agua destilada, con agujas Ultradent Navitip 29G/21mm, la irrigación se realizó a 3 mm de la longitud establecida en las muestras.

Posterior a la instrumentación el tapón y la aguja se retira del del tubo de Eppendorf, los detritos adheridos a la superficie radicular se lavan con 1 ml de agua desilada que cae en el interior del recolector.

Los tubos se almacenarán en calor seco a 105°C durante 12 horas para evaporar el agua destilada antes de pesar los residuos secos.



Figura 49 Estufa de calor seco - Almacenamiento 12 h a 105°C

Una vez evaporada el agua, se pesan los tubos en la misma balanza, esta vez registra el valor del tubo con debris en su interior. Tres pesos consecutivos se obtuvieron de cada tubo, y se calculó el valor medio.

Para obtener el peso de extrusión se resta el peso del tubo Eppendorf con debris del primer valor, y ese es el valor de residuos extruidos apicalmente posterior a la instrumentación.



Figura 50 Debris recolectados post instrumentación



Figura 51 Balanza Analítica 0,01 mg de precisión

7.5.3. Procedimiento de Pesaje y Registro



FIGURA 52 PESAJE Y REGISTRO EN MG DE DEBRIS EXTRUIDOS

La balanza utilizada fue METTLER TOLEDO XS105_{DualRange}, con una precisión de 10^{-5} g (0,00001 g) o expresado en miligramos 10^{-2} mg (0,01 mg).

El protocolo para pesaje que se utilizó, está establecido en el Laboratorio de Ecología Acuática de la Universidad San Francisco de Quito, tanto para los tubos Eppendorf vacíos así como para los que ya contenía debris en su interior el procedimiento fue el mismo:

1. Colocación del vial en la balanza
2. Encerado (llevar a 0 la balanza)
3. Colocación del tubo Eppendorf dentro del vial
4. Registro del peso del recolector vacío, este pesaje se realiza 3 veces consecutivas y se saca el valor medio.

Después de instrumentar las muestras, y evaporar el agua hay que pesar los mismos tubos pero con el debris en su interior

5. Colocación del vial
6. Encerado
7. Tubo Eppendorf dentro del vial
8. Registro del peso del recolector con debris, este pesaje se realiza 3 veces consecutivas y se saca el valor medio.

El valor medio del tubo recolector Eppendorf con debris, se resta del primer peso obtenido sin debris en su interior y ese es el valor neto de extrusión.

Como la balanza está programada para registros en gramos (g), el valor obtenido se multiplica por 1000 para la obtención del peso neto extruido en miligramos (mg).

Ilustramos un ejemplo del registro de extrusión en una muestra del estudio:

Pesos consecutivos

Tubo Vacío

Peso Prom

2.4	0,81217	0,81216	0,81217		0,81217
-----	---------	---------	---------	--	---------

Tubo con debris

2.4	0,81278	0,81279	0,81279		0,81279
-----	---------	---------	---------	--	---------

Valor Neto de Extrusión (mg)

Diferencia entre tubo con debris y Vacío

2.4			0,00062 g	X 1000	0,62 mg
-----	--	--	-----------	--------	----------------

8. Resultados

Para la comprobación de la hipótesis¹ planteada al inicio de la investigación se utilizó un total de 40 muestras divididas en 4 grupos los mismos que fueron sometidos procedimientos específicos para así poder determinar cuantitativamente si la cantidad de debris (residuos post instrumentación) disminuye según el proceso utilizado. Para la investigación se pesó el tubo recolector Eppendorf antes de ser intervenido el diente y otro peso luego de la intervención, para finalmente tener el peso de la extrusión final. Todo el proceso se realizó en el Laboratorio de Ecología Acuática de la Universidad San Francisco de Quito, empleando una balanza analítica de 10^{-5} gramos de precisión (METTLER TOLEDO XS105DualRange) para la obtención de datos, que son expresados en miligramos.

TABLA 9 PESO PROMEDIO TUBOS EPPENDORF

Muestra	Medición al vacío (Miligramos)				Medición con debris (Miligramos)			
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1	816,3	816,4	814,7	810,5	817,0	817,3	815,3	811,9
2	812,3	818,4	817,5	816,1	812,9	819,2	818,0	816,8
3	815,8	819,0	814,7	823,7	816,5	820,0	815,5	824,9
4	817,1	812,2	812,6	813,5	817,9	812,8	813,5	814,6
5	816,4	816,7	813,9	823,4	817,1	818,0	815,0	823,9
6	817,4	819,0	814,8	815,4	818,1	819,8	815,2	816,5
7	816,9	813,3	813,1	813,0	817,7	814,6	813,7	813,7
8	814,0	816,9	815,9	815,7	814,8	818,5	816,8	816,9
9	814,4	815,9	812,9	813,2	815,1	817,0	813,5	814,5
10	817,2	818,7	815,3	810,6	818,0	820,0	816,3	812,0
Promedio	815,8	816,7	814,6	815,5	816,5	817,7	815,3	816,6
Máximo	817,4	819,0	817,5	823,7	818,1	820,0	818,0	824,9
Mínimo	812,3	812,2	812,6	810,5	812,9	812,8	813,5	811,9

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Daniel Izquierdo

¹ La Instrumentación con lima única recíprocante WaveOne o Reciproc, si no se hace un pre ensanchado coronal y glide path previo ocasiona mayor extrusión de desechos hacia el periápice, generando una respuesta inflamatoria mayor en el paciente, retrasando cicatrización, causa de posibles agudizaciones e incluso el fracaso de un tratamiento endodóncico.

TABLA 10 RESULTADOS DE EXTRUSIÓN NETA (MG)

Muestra	Extrusión (Miligramos)			
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1	0,69	0,88	0,58	1,43
2	0,63	0,77	0,50	0,67
3	0,65	0,98	0,75	1,19
4	0,82	0,62	0,85	1,12
5	0,69	1,27	1,06	0,53
6	0,71	0,84	0,48	1,16
7	0,78	1,36	0,56	0,69
8	0,75	1,61	0,87	1,22
9	0,68	1,10	0,58	1,32
10	0,83	1,29	1,03	1,45
Promedio	0,72	1,07	0,73	1,08
Máximo	0,83	1,61	1,06	1,45
Mínimo	0,63	0,62	0,48	0,53

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Daniel Izquierdo

8.1 Análisis Estadístico de los datos

Con los cuatro grupos se realizó un análisis descriptivo de los datos antes de la aplicación del modelo ANOVA, la tabla inferior muestra de manera detallada los cuatro procedimientos y como estos se comportaron de manera estadística.

TABLA 11 TABLA DESCRIPTIVA DE MUESTRAS ANALIZADAS

	Descriptivos							
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Grupo 1	10	0,72	0,07	0,02	0,68	0,77	0,63	0,83
Grupo 2	10	1,07	0,31	0,11	0,85	1,29	0,62	1,61
Grupo 3	10	0,73	0,22	0,07	0,57	0,88	0,48	1,06
Grupo 4	10	1,08	0,33	0,10	0,84	1,31	0,53	1,45
Total	40	0,90	0,30	0,05	0,80	1,00	0,48	1,61

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Daniel Izquierdo

A continuación se describe cual fue el procedimiento que se utilizó para cada grupo y cuales fueron los resultados encontrados.

En el **Grupo 1**, se verifica permeabilidad de los conductos con una lima 10K (Dentsply Maillefer), la determinación de longitud de trabajo se realizará mediante la observación cuando la lima salga por el foramen, 0,5 mm menos con limas 10K (Dentsply Maillefer), realización de Glide Path mecanizado con Path File 1 – 2 – 3 (Dentsply Maillefer), y se realiza instrumentación final con Reciproc 25 0,08 (VDW). Realizando un análisis descriptivo del primer procedimiento se puede ver que en promedio es el que menos residuos dejó, además el valor máximo de extrusión en este procedimiento no llega ni siquiera a los mínimos de los otros procedimientos.

Grupo 2, se verifica permeabilidad 10K (Dentsply Maillefer), longitud de trabajo 0,5 mm menos de la aparición de la lima por el foramen apical, e instrumentación con Reciproc 25 0,08 a la longitud determinada. Este procedimiento en promedio muestra que es uno de los que más residuos extruye, además tiene el peso máximo más alto de todos.

En el **Grupo 3**, se verifica permeabilidad de los conductos con una lima 10K (Dentsply Maillefer), la determinación de longitud de trabajo se realizará mediante la observación cuando la lima salga por el foramen, 0,5 mm menos con limas 10K (Dentsply Maillefer), realización de Glide Path mecanizado con Path File 1 – 2 – 3 (Dentsply Maillefer), y se realiza instrumentación final con WaveOne Primary. Este procedimiento que une algunas técnicas muestra un peso máximo de 1,06 miligramos y un mínimo 0,48 miligramos lo que le coloca como el segundo procedimiento que extruye menos residuos.

Grupo 4, se verifica permeabilidad de los conductos con una lima 10K (Dentsply Maillefer), longitud de trabajo 0,5 mm menos de la aparición de la lima por el foramen apical, e instrumentación con cn WaveOne Primary a la longitud determinada. El grupo 4 registra resultados casi similares al procedimiento 2 en

los resultados obtenidos con un peso promedio de 1,07 miligramos de residuos, siendo la media más alta de los 4 grupos de estudio.

La preparación con los Instrumentos Reciprocantes WaveOne y Reciproc se realizará en 3 picoteos, irrigación y patencia, a la longitud de trabajo se llegará en 2 ciclos de tres picoteos. E

8.2 Análisis del modelo ANOVA

La técnica del Análisis de la Varianza (ANOVA o AVAR) es una de las técnicas más utilizadas en los análisis de los datos de los diseños experimentales. Se utiliza cuando queremos contrastar más de dos medias, por lo que puede verse como una extensión de la prueba t para diferencias de dos medias.

El ANOVA es un método muy flexible que permite construir modelos estadísticos para el análisis de los datos experimentales cuyo valor ha sido constatado en muy diversas circunstancias. Básicamente es un procedimiento que permite dividir la varianza de la variable dependiente en dos o más componentes, cada uno de los cuales puede ser atribuido a una fuente (variable o factor) identificable.

En este primer cuadro se desea demostrar que los tres compuestos utilizados son diferentes entre sí, esto se puede comprobar viendo el valor (p) es igual a 0,001.² Puesto que el nivel crítico (0,001) es menor que 0,05, debemos rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas y se concluye que las muestras definidas en los tres compuestos tienen varianzas diferentes. Actuaron de diferente manera cada compuesto en las muestras utilizadas. (Todo esto está al 95% de confianza).

² El valor p cuanto más se aproxima a 0 se interpreta como que los valores tienen diferencias significantes y si el valor se aproxima más a 1 los datos son significantes entre sí.

TABLA 12 MODELO ANOVA

ANOVA de un factor				
	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3	0,403	6,318	0,001
Intra-grupos	36	0,064		
Total	39			

Fuente: Análisis de laboratorio
Elaboración: Daniel Izquierdo

8.3 Comparaciones post hoc a posteriori

El estadístico F del ANOVA únicamente nos permite contrastar la hipótesis general que los J promedios comparados son iguales. Al rechazar esa hipótesis, se conoce que las medias poblacionales compradas no son iguales, pero no se conoce en concreto donde se encuentran las diferencias entre los cuatro procedimientos utilizados o cual difiere de manera significativa del resto.

Para conocer que media difiere significativamente del resto utilizamos un contraste de medias conocido como comparaciones post hoc o comparaciones a posteriori. Estas comparaciones permiten controlar la tasa de error al efectuar varios contrastes utilizando las mismas medias, es decir permite controlar la probabilidad de rechazar la hipótesis nula que en realidad debería aceptarse.

Para este análisis utilizamos el procedimiento post hoc de Tukey (1953), este procedimiento se conoce como “Diferencia honestamente significativa de Tukey”,

Al aplicar el modelo los resultados son concluyentes, los subconjuntos nos muestran una agrupación entre los grupo 1 y 3 con valor p o significancia de 1,

con esto se dice que no existe diferencia estadística entre las técnicas utilizadas en estos dos grupos. El segundo subconjunto reúne al grupo 2 y 4 con una significancia de 1, valor mayor a nuestro intervalo de confianza de 0,05 por lo que la diferencia entre las técnicas utilizadas entre estos dos compuestos no tiene relevancia.

Es importante recalcar que los subconjuntos muestran la agrupación de las técnicas con los resultados más similares, además nos muestran la existencia de diferencia entre las técnicas de los subconjuntos 1 con el 2.

TABLA 13 SUBCONJUNTOS HOMOGÉNEOS DE TURKEY

HSD de Tukey a			
Grupo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Grupo 1	10	0,72	
Grupo 3	10	0,73	
Grupo 2	10		1,07
Grupo 4	10		1,08
Sig.		1	1

TABLA 14 COMPARACIONES MÚLTIPLES DE GRUPOS

Comparaciones múltiples						
HSD de Tukey						
(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Grupo 1	Grupo 2	-,34567*	0,113	0,021	-0,65	-0,0413
	Grupo 3	-0,00134	0,113	1	-0,3057	0,303
	Grupo 4	-,35134*	0,113	0,018	-0,6557	-0,047
Grupo 2	Grupo 1	,34567*	0,113	0,021	0,0413	0,65
	Grupo 3	,34434*	0,113	0,021	0,04	0,6487
	Grupo 4	-0,00567	0,113	1	-0,31	0,2987
Grupo 3	Grupo 1	0,00134	0,113	1	-0,303	0,3057
	Grupo 2	-,34434*	0,113	0,021	-0,6487	-0,04
	Grupo 4	-,35000*	0,113	0,019	-0,6543	-0,0457
Grupo 4	Grupo 1	,35134*	0,113	0,018	0,047	0,6557
	Grupo 2	0,00567	0,113	1	-0,2987	0,31
	Grupo 3	,35000*	0,113	0,019	0,0457	0,6543

* La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

El cuadro de comparaciones múltiples nos muestra al detalle las diferencias que existe entre cada técnica utilizada corroborando lo expuesto anteriormente donde el grupo 1 y 3 no tienen diferencia estadística pero sí con los grupos 2 y 4. Además se puede apreciar que mediante nuestro intervalo de confianza de 0,05 cuales son las medias que registra diferencias significativas.

En términos generales el grupo 1 y el grupo 3 son los que mejor resultado muestran por dejar menos residuos luego del procedimiento, sin embargo el Grupo 1 es el que mejores resultados demuestra, sin embargo entre estos dos grupos la diferencia relativa o el resultado diferencial no es significativo. El modelo ANOVA nos demuestra que al utilizar cualquiera de las dos técnicas los resultados serán similares o casi iguales.

8.4 Análisis Gráfico de Resultados

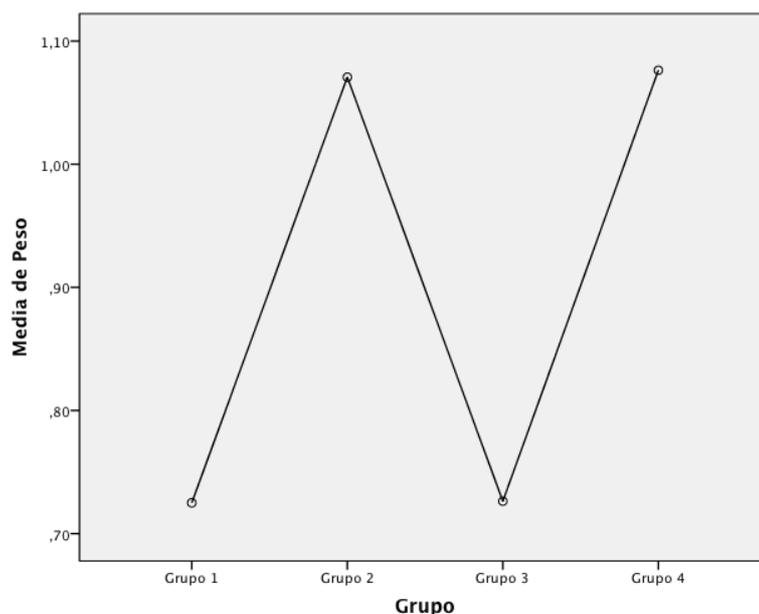


GRÁFICO 3 COMPARACIÓN DE MEDIAS

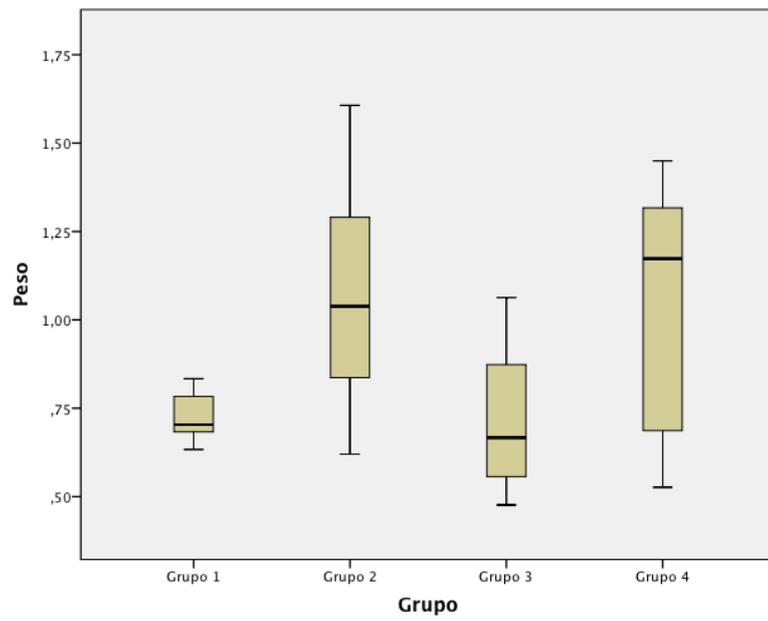


GRÁFICO 4 ESQUEMA DE CAJAS - BOXPLOT

9. DISCUSIÓN

El dolor y la inflamación posterior a un tratamiento de conductos, es resultado de la respuesta inmune del huésped frente a irritantes, los microorganismos en los escombros extruidos, sobreinstrumentación, o reacciones a cuerpo extraño a materiales de obturación. La preparación biomecánica con instrumentos manuales y mecanizados, sumado a la irrigación del conducto radicular, puede desencadenar una reacción inflamatoria al forzar la salida del contenido intraconducto como partículas de dentina, tejido pulpar necrótico o microorganismos hacia la región periapical (50)

En este estudio comparamos dos sistemas que funcionan con Movimiento recíprocante Reciproc VDW y WaveOne Dentsply Maillefer utilizándolos como los recomienda la casa fabricante y utilizándolos previa realización de Glide Path con el sistema PathFile Dentsply Maillefer y así determinar si es prescindible o no la realización de glide path antes de la utilización de sistemas de lima única. Existe poca información de estudios previos que comparen los dos sistemas de Instrumentación recíprocante entre sí, así como no hay publicaciones en que se incluyan la preparación de glide path mecanizado con PathFiles previo a la preparación con Reciproc y WaveOne. Con el propósito de aproximar la situación clínica de rutina para un Especialista, se eligieron las raíces mesiales de molares mandibulares para el estudio. Por lo tanto, se evaluó la cantidad de residuos de dentina extruidos durante la instrumentación de los dientes con muestras que presentan anatomía intrincada.

En este estudio, para eliminar una variable no controlada como el acceso coronal, las cúspides mesiales se aplanan para tener un punto de referencia estable durante la instrumentación eliminando posibles complicaciones como la pérdida de longitud de trabajo o preparación no estandarizada de las muestras. El método generalmente aceptado de Myers y Montgomery (9) se utilizó para recoger los desechos apicalmente extruidos. Utilizamos agua destilada como solución de irrigación para evitar cualquier posible cristalización de hipoclorito de

sodio que podría alterar el registro de los pesos cuando se trabaja con una precisión de 0,01 mg.

Para hacer una valoración objetiva, los instrumentos que se utilizaron en el estudio fueron Reciproc 25 0,08 de conicidad los primeros 3 milímetros y WaveOne Primary File 25 0,08 de conicidad los primeros 3 milímetros, consideramos que no se pueden incluir en el estudio todas las limas de los sistemas ya que solo las que se mencionan coinciden en el tamaño de la punta y la conicidad inicial.

Bajo las condiciones de este estudio, no hubo diferencia significativa entre los grupos analizados. Sin embargo Reciproc extruyó menos que WaveOne con la variable o no de la realización previa de glide path. Si previo se utiliza PathFile System se extruyó 0,00072 y 0,00073 gramos (0,72 y 0,73 mg) para el Grupo 1 y 3 respectivamente. Tampoco se encontró diferencia con los grupos que se instrumentó con Reciproc y WaveOne sin la realización previa de glide path 0,00107 vs 0,00108 gramos de extrusión (1,07 vs 1,08 mg) para los Grupos 2 y 4 respectivamente. A pesar de no existir diferencia significativa si se comparan entre los grupos 1 y 3 con los grupos 2 y 4 en términos de extrusión, se puede ver que el peso de debris extruidos es menor cuando se realiza glide path. No existe datos de extrusión con PathFile, el estudio *in vivo* realizado por Pasqualini (20), determina que el dolor post operatorio cuando se utiliza PathFiles es menor y la resolución de la sintomatología es más rápida, lo que corrobora los resultados de esta investigación, ya que cuando hay menos extrusión el dolor post operatorio es menor al igual que el riesgo de agudizaciones.

Se puede discutir factores de influencia en la extrusión de residuos durante la preparación del sistema de conductos radiculares, factores como, diámetro apical y patencia, longitud de trabajo, grado de curvatura, diseño del instrumento y el movimiento que aplican para ejercer su trabajo. (33)

En la mayoría de los estudios de extrusión, la estandarización de un diámetro apical se realiza mediante la inserción de una lima de un tamaño específico hasta que sobresalga por los forámenes. Este es un medio que se crea para proporcionar la permeabilidad y crear uniformidad entre muestras en términos del diámetro de la región apical. (34) En nuestro estudio hicimos este procedimiento con dos limas 10K (Dentply Maillefer) y se tomó una Rx periapical para comprobar la anatomía de los conductos a instrumentar.

Tanto la extrusión de soluciones de irrigación y los desechos pueden irritar los tejidos periapicales causando situaciones de emergencia entre sesiones (47). Esto genera polémica si formar un tapón apical de dentina o hacer uso de una lima de pasaje durante el tratamiento de conductos. Myers y Montgomery (35) sugirieron una reevaluación del tapón de la dentina apical debido a los beneficios potenciales de reducir la cantidad de desechos apicales extruidos e irrigantes y la prevención de sobreinstrumentación en combinación con la extrusión de materiales de relleno (35). En el estudio de Lambrianidis demuestra que realizar patencia apical se asocia con menos desechos extruidos apicalmente en comparación con los dientes en la que la constricción se mantuvo intacta (48). Un dato importante de utilizar lima de pasaje es que asegura la llegada de soluciones irrigadoras al tercio apical, situación clínica que Vera y cols (48) demuestran en un estudio *in vivo*. A estos datos de patencia apical podemos decir que el uso de lima de pasaje sumado a un glide path mecanizado facilita la instrumentación con sistemas recíprocos, esto clínicamente se puede comprobar por la facilidad con la que llega el instrumento a la longitud de trabajo establecida si previo se utilizó instrumentos PathFile y se hace patencia con irrigación entre cada instrumento.

Otros estudios sobre extrusión apical indican que la longitud de trabajo no determina en mayor grado la cantidad de residuos extruidos. Algunos estudios concluyen que mientras más cerca se trabaje al foramen mayor será la cantidad de extrusión. Beeson 1998 (49) indica que trabajar a 1 mm del foramen se traduce en menos debris hacia el periápice que si se trabaja a ras de este. En nuestro estudio, tomamos la longitud al ras de las raíces, y de esa longitud

retiramos 0,5 mm para la preparación. La lima de pasaje se utilizó siempre a la primera longitud obtenida.

Casi todos los estudios sobre la extrusión han utilizado los dientes de una sola raíz con conductos relativamente rectos de <5-10 grados de curvatura.. Leonardi y col. (2007) se enfocaron en las raíces con mayores curvaturas y determinaron que el grado de la curvatura no fue determinante en el peso de material extruido. Los estudios actuales de extrusión (44) arrojan resultados de peso extruido con una media de 0,00276 gramos, o medias de 0,00039, estos resultados se da por el tipo de diente que utilizan en estos estudios, dientes uniradiculares con curvaturas leves. Nuestro estudio arroja una media de extrusión entre 0,00076 a 0,00111, debido a que cada muestra tiene 2 conductos y los instrumentos que involucran la investigación trabajan sobre conductos estrechos.

En el estudio hecho por De Deus et al. (2010) en treinta raíces mesiales de molares inferiores, no encontró diferencia estadísticamente significativa en extrusión producida entre la técnica convencional ProTaper Universal y de un solo instrumento ProTaper F2 utilizado en movimiento reciprocante, a pesar de no existir una diferencia importante, fue menor la extrusión con F2 en movimiento reciprocante. (37). Este dato es distinto a estudios actuales de Bürklein (45), que asegura que los sistemas que funcionan con movimiento reciprocante actual siempre extruyen más que los que trabajan con una secuencia de instrumentos y rotación continua, esto se puede explicar por la cinemática de movimiento que utilizó De-Deus aplicando lo utilizado por Yared 2008, que utilizaba un movimiento de 144° en sentido horario y 72° en anti horario (5 ciclos) para alcanzar los 360°, mientras que los sistemas actuales utilizan movimientos de 150° anti horario 30 horario (Reciproc VDW) y 170° horario 50° anti horario (WaveOne Dentsply Maillefer), es decir alcanzan los 360° en tres ciclos, siendo más agresivos los movimientos de corte, lo puede explicar el por qué de mayor extrusión.

Estudios de Kocak 2013 (44) sobre extrusión realizado en premolares mandibulares uniradiculares, comparan SAF, Reciproc, ProTaper y Revo-S, los

resultados indican que no existe diferencia significativa en el peso de extrusión, sin embargo el que menos extruye es Recipro y el que más extruye es ProTaper. (44), hay que tomar en consideración que la balanza que se utiliza en el estudio de Kocak es de 10^{-4} gramos de precisión, entonces los datos no consideramos fiables ya que la diferencia de extrusión en nuestra investigación y otros artículos de referencia De-Deus (37), Bürklein (45) utilizamos balanzas de 10^{-5} gramos (0,01mg) de precisión debido a que la diferencia es en mg entre las técnicas que se comparan.

El estudio de Bürklein y cols (45) asegura que independiente a la técnica que se utilice en un tratamiento de conductos va a existir extrusión, indica que si se utiliza sistemas de secuencia completa con movimiento de rotación continua existirá menos extrusión que si se utiliza sistemas de lima única con movimiento reciprocante.

El dato de extrusión de WaveOne comparado con Recipro en el estudio Bürklein es que R40 extruye más debris que WaveOne large, este resultado se da porque los instrumentos que se comparan tienen conicidad distintas WaveOne large es 40 0,08 mientras que Recipro es 40 0,06, los hallazgos de debris extruidos (45) no son concordantes con los hallazgos de Caviedes (43), en la valoración de SP y CGRP expresados en el ligamento periodontal de premolares intactos que se indica extracción por ortodoncia, en este estudio, igual que otros artículos compara R40 con WaveOne large, por la diferencia en la masa del instrumento la extrusión es mayor asegura Caviedes y encuentra diferencia significativa en la expresión de SP y CGRP en el grupo de WaveOne, mientras que en el grupo de Recipro casi mantiene los niveles basales de neuropéptidos concluyendo que la extrusión es mínima.

Discrepamos en el diseño de las investigaciones de Bürklein (45) y Caviedes (45), porque comparan dos instrumentos distintos, coinciden en su punta (0,40 mm), pero difieren en su conicidad, R40 tiene una conicidad de 0,06 y WaveOne Large de 0,08 en sus tres milímetros apicales, y aseguramos que un instrumento de mayor masa como WaveOne Large que trabaja a mayor velocidad, 350 rpm

con torque de 4,1 con movimiento más amplio de 170° - 50°, comparado con R40 de menor masa, que trabaja a 300 rpm con torque de 4,1 con movimiento de 150° - 30°, va a extruir más. La diferencia de resultados entre Bürklein y Caviedes creemos que se dan por las condiciones del estudio ya que Bürklein no tiene mecanismo que simule presión física de los tejidos periapicales por lo que va a existir mayor extrusión y Caviedes el estudio que realiza tiene ese control ya que es *in vivo*.

En nuestro estudio, bajo las condiciones que se realiza la investigación, entre Reciproc y WaveOne no existe diferencia estadísticamente significativa en extrusión de los dos sistemas, esto se da porque utilizamos limas R25 y WaveOne Primary, que coincide su punta con su conicidad inicial, las muestras que se utilizan son raíces mesiales de molares inferiores ya que la anatomía de estos conductos en la mayoría de casos finalizan con R25 o WaveOne Primary.

La realización de glide path mecanizado fue determinante para disminuir extrusión, la diferencia en peso de debris que extruye WaveOne con o sin glide path y el peso que extruye Reciproc con y sin glide path, fue mínimo, pero WaveOne fue el que más extruye con la utilización previa o no de PathFile.

Si bien en esta investigación no existen diferencia estadísticamente significativa entre los grupos con sus variantes, WaveOne Primary siempre extruyó mas que Reciproc R25, esto es consecuencia del diseño de los instrumentos, mientras Reciproc tiene un perfil de sección en S, un núcleo pequeño y dos puntos de corte, la profundidad de las estrías en este instrumento provee suficiente espacio para remover los debris hacia coronal, mientras que el diseño de WaveOne tiene dos perfiles de sección a los largo del instrumento, un triángulo con concavidades y planos radiales desde D0 a D8 y un triángulo convexo desde D8 a D14, esto hace que el núcleo del instrumento sea grande, por lo tanto mayor masa y la profundidad de las estrías sea pequeña, lo que disminuye el espacio para remover los debris hacia coronal. (23)

Se debe tomar precaución en la transferencia de los resultados actuales a la práctica clínica, debido a la ausencia de una presión de retorno física proporcionada por los tejidos periapicales que limite la extrusión de residuos (46). Por la presión cero utilizada en este diseño del estudio, la gravedad puede haber llevado a la irrigación del conducto hacia los tubos recolectores. Esta es una deficiencia inminente de diseños *in vitro* con ninguna resistencia periapical como ya se ha discutido por Myers y Montgomery (35). Se ha sugerido para simular la resistencia de los tejidos periapicales mediante el uso de espuma floral. Sin embargo, la espuma puede absorber parte de irrigación y los desechos cuando se utiliza como una barrera por lo tanto, no se ha tratado en el presente estudio para simular la resistencia periapical. (46)

Después del trabajo de simulación clínica, análisis estadístico y resultados, se valida la Hipótesis planteada en esta tesis, ya que comprobamos que la realización previa de glide path es un determinante en la cantidad de residuos que se extruyen hacia la region periapical, siendo menor la extrusion en los grupos que se trabaja con PathFile que en los que se trabaja como recomienda la casa fabricante.

10. Conclusiones

Bajo las condiciones realizadas este estudio, luego de los resultados y análisis estadístico de los mismos, podemos concluir que:

- Si se utilizan los sistemas Reciproc y WaveOne como los recomienda la casa fabricante, la extrusión va a ser significativa si se compara los mismos sistemas con previa utilización de sistemas mecanizados para realización de glide path como PathFile
- La realización de Glide Path combinado con técnicas de instrumentación recíproca, demuestra disminuir de manera significativa la cantidad de debris extruidos hacia los tejidos periapicales.
- El glide path mecanizado, es un paso dentro de la preparación biomecánica de los conductores radiculares, que no se debe omitir ya que al disminuir extrusión podemos controlar mejor el dolor post operatorio y evitar exacerbaciones posteriores al tratamiento.
- Al hacer un Glide Path mecanizado, no solo disminuimos extrusión, sino también es un procedimiento que a los instrumentos que trabajan bajo el principio de lima única, les permite llegar con mayor facilidad a la longitud de trabajo establecida, disminuyendo acumulación de estrés y posibles atascamientos cuando se trabaja en conductos estrechos.
- Cualquier tipo de glide path, manual o mecanizado como se utilizó en este estudio, va a evitar errores operatorios como es la fractura de instrumentos que complican el procedimiento y pueden ser un condicionante de éxito de la terapia endodóncica.

11. Recomendaciones

- Incluir dentro del armamento endodóncico instrumentos para realización de glide path, sea cual fuere el sistema de instrumentación que se va a utilizar durante una terapia endodóncica.
- Hacer la utilización de lima de pasaje (patencia) independiente del diagnóstico entre instrumentos, para no solo eliminar bloqueos de detritos durante la preparación, sino también para que sea un recurso que permita al irrigante llegar al tercio apical y se facilite la instrumentación.
- Desarrollar diseños y configuraciones, las cuales se asemejen mejor a condiciones *in vivo* y la inclusión de otros parámetros importantes en estudios de extrusión como la presión apical. Una vez que estas metodologías sean desarrolladas y probadas, dará como resultado una información más fidedigna sobre extrusión.

12. Propuesta para Línea de Investigación

Crear Línea de Investigación en el Posgrado de Endodoncia, para de acuerdo a los resultados de los estudios hacer estandarización de procedimientos y sean aplicados en clínica con posterior comprobación *in vivo* de los protocolos propuestos. Los estudios y parámetros que recomendamos para futuras investigaciones pueden ser:

- Estandarización de estudios evaluando instrumentos con punta y conicidad iguales, para valorar objetivamente si la extrusión es el resultado del movimiento y características en el diseño de los instrumentos.
- Estudios que comprueben la hipótesis que rotación continua arroja menos residuos que lo instrumentos recíprocante, utilizando nuevos sistemas que aparecen en el mercado.
- Estudios de análisis de imágenes con estero microscopio, que analice a 3 y 6 milímetros del ápice anatómico la aparición de microcracks completos e incompletos cuando se apliquen sistemas de instrumentación recíprocante, con la variable de la utilización de PathFile y Proglider
- Estudios comparativos de extrusión entre TF adaptive y los sistemas actuales de instrumentación recíprocante Reciproc y WaveOne en bloques de simulación con el objetivo de estandarizar los parámetros de simulación clínica.

13. Referencias Bibliográficas

1. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod* 1988;14:346–51.
2. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J* 2000;33:297–31
3. Jia Ye, PhD,* and Yong Gao, PhD†. Metallurgical Characterization of M-Wire Nickel-Titanium Shape Memory Alloy Used for Endodontic Rotary Instruments during Low-cycle Fatigue. *J Endod* 2012;38:105–107
4. Al-Hadlaq SMS, AlJarbou FA, AlThumairy RI. Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-Wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2010;36:305–7
5. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, et al. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod* 2009;35:1589–93
6. Peter Parashos MDS, Rotary NiTi Instrument Fracture and its Consequences. *J Endod* 2006;32:1031–1043
7. A. A. Madarati, et al. Factors contributing to the separation of endodontic files
BRITISH DENTAL JOURNAL VOLUME 205 NO. 5 MAR 8 200
8. Ya Shen, DDS, PhD. Current Challenges and Concepts of the Thermomechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments. *J Endod* 2013;39:163–172
9. Ya Shen, DDS, PhD. Current Challenges and Concepts of the Thermomechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments. *Endod* 2013;39:163–172
10. Bahia MGA, Martins RC, Gonzalez BM, Buono VTL. Physical and mechanical characterization and the influence of cyclic loading on the behaviour of nickel-titanium wires employed in the manufacture of rotary endodontic instruments. *International Endodontic Journal*, 38, 795–801, 2005.
11. W. A. Brantley, Differential Scanning Calorimetric Studies of Nickel-Titanium Rotary Endodontic Instruments after Simulated Clinical Use. *JOE VOL. 28, NO. 11, NOVEMBER 2002*

12. Li UM, Lee BS, Shih CT, Lan WH, Lin CP. Cyclic fatigue of endodontic nickel-titanium rotary instruments: static and dynamic tests. *J Endod* 2002;28:448–51.
13. Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod* 2004;30: 722–5.
14. Solaiman M.S. Evaluation of Cyclic Flexural Fatigue of M-Wire Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J Endod* 2010;36:305–307)
15. Solaiman M.S. Evaluation of Cyclic Flexural Fatigue of M-Wire Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J Endod* 2010;36:305–307
16. Berutti E, Cantatore G. Rotary instruments in Nickel Titanium. In: Castellucci A. *Endodontics Vol.1*. Ed. Il Tridente Florence 2006: 518-547.
17. Varela Patino P, Biedma B, Rodriguez CL, Cantatore G, Bahillo JC. The Influence of Manual Glide Path on the Separation Rate of NiTi Rotary Instruments. *J Endodon* 2005; 31 (2):114-116.
18. Berutti E, Cantatore G, Castellucci A, et al.: Use of Nickel Titanium Rotary PathFile to Create the Glide Path: Comparison With Manual Preflaring in Simulated Root Canals. *J Endod* 2009; 35 (3): 408-412.
19. Elio Berutti, MD, DDS. Use of Nickel-Titanium Rotary PathFile to Create the Glide Path: Comparison With Manual Preflaring in Simulated Root Canals. *JOE* — Volume 35, Number 3, March 2009
20. Damiano Pasqualini, DDS. Postoperative Pain after Manual and Mechanical Glide Path: A Randomized Clinical Trial. *JOE* — Volume 38, Number 1, January 2012
21. Damiano Pasqualini, DDS, et al. Computed Micro-Tomographic Evaluation of Glide Path with Nickel-Titanium Rotary PathFile in Maxillary First Molars Curved Canals. *JOE* — Volume 38, Number 3, March 2012
22. Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *International Endodontic Journal*, 45, 614–618, 2012.
23. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *International Endodontic Journal*, 41, 339–344, 2008.
24. Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals

- of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *International Endodontic Journal*. 2012
25. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 1985; 11(5): 203–11.
 26. De-Deus G, Moreira E JL, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *International Endodontic Journal*, 43, 1063– 1068, 2010
 27. Sung-Yeop You, DDS. Lifespan of One Nickel-Titanium Rotary File with Reciprocating Motion in Curved Root Canals. *J Endod* 2010;36:1991–1994
 28. Clifford J. Ruddle, DDS. ENDODONTIC CANAL PREPARATION: WAVEONE SINGLE-FILE TECHNIQUE. *DENTISTRY TODAY* January 2012
 29. Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *International Endodontic Journal*, 45, 614–618, 2012
 30. Hyeon-Cheol Kim, DDS, MS. Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Two New Nickel-Titanium Instruments Used in Reciprocation Motion: Reciproc Versus WaveOne . *JOE — Volume 38, Number 4, April 2012*
 31. Elio Berutti, MD, DDS. Effect of Canal Length and Curvature on Working Length Alteration with WaveOne Reciprocating Files. *J Endod* 2011;37:1687–1690
 32. De-Deus G, Arruda TEP, Souza EM, Neves A, Magalhães K, Thuanne E, Fidel RAS. The ability of the Reciproc R25 instrument to reach the full root canal working length without a glide path. *International Endodontic Journal*. Feb 2013
 33. Tanalp J, Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *International Endodontic Journal*, 47, 211–221, 2014.
 34. Siqueira J.F. Jr. Microbial Causes of Endodontics Flare-ups. *Internacional Endodontic Journal*, 36, 453-463, 2003
 35. 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.
 36. Süel Kocak, DDS, PhD. Apical Extrusion of Debris Using Self-Adjusting File,

- Reciprocating Single-file, and 2 Rotary Instrumentation Systems. *J Endod* 2013;39:1278–1280
37. Gustavo De-Deus, DDS, MS, PhD. Assessment of apically extruded debris produced by the single- file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:390-394
38. Giulio Gavini, DDS, MSc, PhD. Resistance to Flexural Fatigue of Reciproc R25 Files under Continuous Rotation and Reciprocating Movement. *Endod* 2012;38:684–687
39. Sung-Yeop You, DDS, MSD. Shaping Ability of Reciprocating Motion in Curved Root Canals: A Comparative Study with Micro-Computed Tomography. *J Endod* 2011;37:1296–1300
40. Marcos de Azevedo Rios, DDS, MSc. Efficacy of 2 Reciprocating Systems Compared with a RotaryRetreatment System for Gutta-percha Removal. *Endod* 2014;40:543–546
41. Bürklein. Incidence of Dentinal Defects after Root Canal Preparation:Reciprocating versus Rotary Instrumentation. *J Endod* 2013;39:501–504
42. Gustavo De-Deus. Lack of Causal Relationship between Dentinal Microcracksand Root Canal Preparation with Reciprocation Systems. *JOE* jun 2014
43. Caviedes-Bucheli 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*. 2012
44. Sibel Kocak. Apical Extrusion of Debris Using Self-Adjusting File, Reciprocating Single-file, and 2 Rotary Instrumentation Systems. *J Endod* 2013;39:1278–128
45. Sebastian Bürklein. Apically Extruded Debris with Reciprocating Single-File and Full-sequence Rotary Instrumentation Systems. *J Endod* 2012;38:850–852
46. Bonaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, Schäfer E, Tripi TR. Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endo* 2009;35:883–6.

47. Hülsmann M, Rödiger T, Nordmeyer S. Complications during root canal irrigation. *Endod Topics* 2009;16:27–63. □30.
48. Vera, Arias, Romero. Effect of Maintaining Apical Patency on Irrigant Penetration into the Apical Third of Root Canals When Using Passive Ultrasonic Irrigation: An In Vivo Study. *J Endod* 2011;37:1276–1278
49. Beeson TJ, Hartwell GR, Thornton JD, Gunsolley Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing Versus Profile.04 Taper Series 29. *Journal of Endodontics* (1998) 24, 18–22.
50. Eduardo E. Ruiz-Hubard, DDS, James L. Gutmann, DDS, and Martin J. Wagner, PhD. A Quantitative Assessment of Canal Debris Forced Periapically during Root Canal Instrumentation Using Two Different Techniques. *JOE VOL* 13, NO. 12, DECEMBER 1987