

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRIA EN ENDODONCIA



TESIS DE MAESTRÍA

**“INCIDENCIA DE CRACKS DENTINALES POSTERIOR A VARIOS SISTEMAS
DE INSTRUMENTACION IN VIVO EVALUADOS BAJO
ESTEREOMICROSCOPIO”**

Autor

Pablo José Girón Ruiz

Á
Á

GUATEMALA, REPÚBLICA DE GUATEMALA 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRIA EN ENDODONCIA



TESIS DE MAESTRÍA

**“INCIDENCIA DE CRACKS DENTINALES POSTERIOR A VARIOS SISTEMAS
DE INSTRUMENTACION IN VIVO EVALUADOS BAJO
ESTEREOMICROSCOPIO”**

Autor
Pablo José Girón Ruiz

Asesor
Werner Edgardo Florián Jerez

GUATEMALA, JUNIO 2019

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Que me da el don de la vida, por bendecirme, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Por acompañarme en todo momento y darme la oportunidad de esta carrera profesional y brindarme las fuerzas para culminar con éxito.

A LA VIRGEN MARIA: Por se la madre santísima que siempre me acoge sobre su manto y por tu amor, por brindarme siempre luz, por acompañarme silenciosa y comprensiva, y tu ejemplo nos anima a seguir y acercarnos a Jesús por TI.

A MIS PADRES: Elsa Marina y Julio Enrique. Que son mi ejemplo a seguir. Gracias por su esfuerzo, apoyo incondicional, comprensión, amor y consejos en todo momento. Los amo papis.

A MI ESPOSA E HIJA: Gracias Linda por ser el apoyo incondicional, y a ti beba aun no tengo en mis brazos pero eres parte de ese motor que me hace seguir adelante. Las amo.

A MIS HERMANOS: Julio Roberto y Jose Enrique. Por su amor, apoyo, comprensión, consejos y amistad.

A MIS ABUELITOS: Papa Conrado, Mama Chave, Papa Julio y especialmente a Mama Tesh gracias por quererme y consentirme como a un hijo.

A MI FAMILIA: Gracias a todos aunque no los mencione por nombre todos tienen un lugar incondicional en mi corazón y son parte también de esto.

A MIS AMIGOS: Por todos los momentos gratos que me ha brindado. Especialmente a Alejandro, Jose, Francisco, Heidi, Cristian, Daniel y Freddy.

A LA USAC: Por ser mi alma mater, fuente de conocimiento y orgullo.

A MIS DOCENTES: Por ser mi ejemplo, brindarme de su ayuda y amistad. Especialmente al Dr Hugo Muñoz, Sergio Soto y Werner Florian.

INDICE

1. SUMARIO	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2.1. ANTECEDENTES:.....	6
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
3. OBJETIVOS	9
3.1. OBJETIVO GENERAL	9
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
4. JUSTIFICACION.....	10
5. MARCO TEÓRICO.....	11
5.1. ANATOMÍA RADICULAR	11
5.1.1. Foramen Apical	12
5.1.2. Constricción Apical	13
5.2. INSTRUMENTACIÓN EN ENDODONCIA	13
5.2.1. Generalidades Y Fundamentos	13
5.2.2. Exploración Del Conducto Radicular	14
5.2.3. Longitud De Trabajo	14
5.2.4. Conformación Del Conducto Radicular.....	15
5.3. SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN.....	15
5.3.1. Sistemas De Instrumentación Manual	16
5.3.1.1. Limas Tipo K.....	20
5.3.1.2. Limas Hedström	21
5.3.2. Sistemas De Instrumentación Rotatoria	21
5.3.2.1. Sistema Mtwo	23
5.3.3. Sistemas De Instrumentación Reciprocante	23
5.3.3.1. Sistema Reciproc.....	24
5.4. COMPLICACIONES DURANTE LA INSTRUMENTACIÓN.....	25
5.4.1. Perforaciones	25
5.4.2. Formación De Escalones Y Transportaciones.....	26
5.4.3. Fractura De Instrumentos	27
5.4.4. Cracks Dentinales:.....	28
6. MARCO METODOLOGICO	29

6.1.	HIPOTESIS.....	29
6.1.1.	Hipótesis Nula:	29
6.1.2.	Hipótesis Alterna:	29
6.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	30
6.3.	POBLACIÓN DE ESTUDIO	30
6.4.	MUESTRA	30
6.4.1.	Criterios de Inclusión	30
6.4.2.	Criterios de Exclusión	30
6.5.	VARIABLES.....	31
6.5.1.	Variable independiente: Técnica de Instrumentación	31
6.5.2.	Variable Independiente: Nivel del Corte	31
6.5.3.	Variable Dependiente: Presencia de Crack Dentinales.....	31
6.5.4.	Variable Dependiente: Extensión del Crack Dentinal	32
6.6.	CONSIDERACIONES BIOETICAS.....	32
6.7.	DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.....	33
6.8.	TABLA DE RECOLECCION DE DATOS	39
6.9.	PROPUESTA ANALISIS ESTADISTICO	39
7.	RESULTADOS.....	40
8.	DISCUSION	44
9.	CONCLUSIONES.....	48
10.	RECOMENDACIONES.....	49
11.	BIBLIOGRAFIA	50
12.	ANEXOS.....	57
12.1.	ANEXO 1.....	57
12.2.	ANEXO 2.....	58

1. SUMARIO

Estudios *in vitro* y *ex vivo* han demostrado presencia de cracks dentinales posteriores a diferentes sistemas de instrumentación. Sin embargo no existe evidencia científica con respecto a la incidencia de cracks dentinales posterior a una instrumentación radicular en piezas *in vivo*. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue evaluar la incidencia de cracks dentinales posterior a varios sistemas de instrumentación evaluados posteriormente bajo el estereomicroscopio. Las muestras de este estudio fueron obtenidas de los pacientes que acudieron a la Clínica de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente al área de Ortodoncia, consta de 80 premolares superiores e inferiores las cuales fueron aleatoriamente divididos en cuatro grupos de 20 piezas cada uno: Control (Sin instrumentación), Instrumentación Reciprocante Reciproc (R40), Instrumentación rotatoria Mtwo e Instrumentación manual.

Los dientes fueron anestesiados, aislados con dique de goma, se realizó el acceso bajo un mismo protocolo de acuerdo a la anatomía de la pieza dental. A continuación, se localizó la embocadura del conducto con una lima #8 y 10 K-File de acero inoxidable (Maillefer, Ballaigues, Switzerland), para determinar la longitud de trabajo (LT) con una lima K #15 y la ayuda del localizador electrónico de ápice (ApexID, SybronEndo). Se confirmó la longitud de trabajo con una radiografía digital utilizando una técnica de paralelismo utilizando un sensor KodakRVG 6100 (Esatman Kodak Company, Rochester, NY).

Posterior a la determinación de la longitud de trabajo, los conductos fueron instrumentados dependiendo del sistema asignado.

- Instrumentación Manual: Se utilizó una técnica de instrumentación apico coronal siguiendo la secuencia de nomenclatura ISO para limas manuales tipo k hasta llegar a una lima 40.02;
- Instrumentación rotatoria: Se realizó con el sistema Mtwo (VDW, Munich, Alemania) hasta una lima 40.04 siguiendo las especificaciones del

fabricante, utilizando la siguiente secuencia: 10/04, 15/05, 20/06, 25/06, 30/05, 35/04 y 40/04.

- Instrumentación Reciprocante: Se realizó con el sistema Reciproc (VDW, Munich, Alemania) con una lima R40; según las especificaciones del fabricante, hasta alcanzar la longitud de trabajo.

El método de irrigación fue con Irrigación Convencional, utilizando 2ml de hipoclorito de sodio al 5.25% entre cada instrumento utilizado y secados con puntas de papel. Posterior a la irrigación final los conductos no se obturaron, se les colocó una torunda de algodón y se procedió a realizar la exodoncia de los premolares inmediatamente.

Esta se realizó con el fórceps correspondiente, controlando la fuerza que no debe ser exagerada, sin hacer movimientos violentos, repentinos o espasmódicos y así realizar una extracción lo mas traumática posible.

Los dientes fueron almacenados en agua destilada, desinfectados y finalmente montados en un tasel de acrílico donde se hizo una estandarización de tres líneas a los 2, 5 y 8mm de distancia del ápice, para su sección con un Dremel de precisión. Dicho procedimiento permitió una evaluación transversal de los tercios radiculares y cada sección se fotografió.

Cada una las imágenes obtenidas, se analizó para determinar la presencia de cracks dentinales y la extensión de los mismos a los mm establecidos. Los resultados mostraron para el grupo control 5 piezas con cracks en comparación con el grupo reciprocante la cual presentó 16 piezas con cracks dentinales; además se encontraron 8 en el sistema rotatorio con Mtwo y 11 piezas con cracks para el sistema manual. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de instrumentación reciprocante Reciproc con los demás grupos a la que se refiere (chi cuadrado $P=0.004$). En la evaluación de los cracks encontrados, se clasificaron en completo, incompleto interno e incompleto externo. De los cuales, en el grupo control se encontró un total de 5 cracks divididos en 1 completo y 4 incompletos externos; en el grupo Reciproc se encontró un total de 11 cracks

divididos en 4 completos y 7 incompletos internos; en el grupo de instrumentación Mtwo se encontró un total de 8 cracks divididos en 5 completos y 3 incompletos internos; por último, en el grupo de instrumentación manual se encontró un total de 8 cracks divididos en 6 completos y 2 incompletos internos. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control con los demás grupos por la presencia de cracks incompletos externos (chi cuadrado $P=0.033$). Se concluye que con el sistema de instrumentación recíprocante se generan más cracks dentinales, y se encontraron en mayor cantidad en el tercio cervical.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES:

El objetivo principal de la preparación mecánica y química es eliminar por completo los microorganismos, tejidos de la pulpa y detritus así como conformar el diámetro del conducto radicular y así poder realizar una obturación tridimensional con un material de obturación (1).

La preparación del conducto radicular es una de las etapas más importantes en el tratamiento de conducto radicular (2), puede dar lugar a algunas complicaciones tales como perforaciones (3), el transportación del conductos, perforaciones (4), y la separación de los instrumentos(5). Fractura radicular vertical es una complicación clínica que puede conducir a la extracción del diente (6). Procedimientos como la preparación o conformación pueden dañar la dentina radicular, lo que resulta en cracks dentinales; que tienen el potencial de convertirse en fracturas radiculares verticales (7).

En las últimas décadas, la aparición de la instrumentación rotatoria de Níquel-Titanio ha modificado el tratamiento de conductos radiculares, reduciendo la fatiga del operador, el tiempo requerido para completar la preparación y minimizar los errores de procedimiento en comparación con la instrumentación manual (8). Sin embargo, las limas rotatorias con grandes masas o cuerpos pueden causar cracks dentinales completos o incompletos (9).

Recientemente, se han introducido sistemas de instrumentación recíprocos de una lima única de níquel titanio (NiTi) para la preparación del conducto radicular, estos sistemas se utilizan para aliviar el estrés en el instrumento debido a su movimiento peculiar de sentido horario (liberan el instrumento) y antihorario (cortan) que requieren incluso menos tiempo que los sistemas de secuencia completa rotatorios (10). Se supone que este movimiento reduce el riesgo de fatiga cíclica causado por tensión y compresión (11–13).

Este movimiento que se produce durante la preparación del sistema de conductos radiculares puede dañar la dentina (14), se ha evaluado la incidencia de micro

cracks en la raíz causada por diferentes sistemas de limas y se ha informado que este movimiento recíprocante causó menos daños a la dentina que el movimiento de rotación continua. Sin embargo, se ha reportado que las limas recíprocantes producen significativamente más cracks incompletos en comparación con los instrumentos rotatorios a nivel apical (15). Sin embargo, ningún estudio ha determinado la incidencia de microcracks dentinarios resultantes de la instrumentación in vivo de los sistemas recíprocantes.

Se ha utilizado en algunos estudios para evaluar cracks dentinales, silicona de impresión para simular el ligamento periodontal durante el seccionamiento de las piezas (16), y en algunos otros se han colocado en bloques de acrílico (16). Algunas metodologías sugieren que el seccionamiento se realice sin encontrar resultados positivos en los grupos control (17) pudieran provocar algunos cracks y proponen una evaluación con micro-CT posterior a la instrumentación (18).

Se han evaluado diferentes cinemáticas de movimiento entre sistemas recíprocante y sistemas rotatorios en los cuales han mostrado presencia de cracks dentinales en ambos; pero en sistemas de secuencia completa se han encontrado menos cracks en comparación con los sistemas de lima única debido al estrés generado al instrumentar (17); sin embargo en otros estudios también se han encontrado cracks en Waveone y Protaper F2 en movimiento recíproco comparado con Protaper convencional en rotación resultando con menos cracks en los de movimiento recíproco (19).

También se han comparado diferentes sistemas comparando uno con otro; por ejemplo Protaper Next y TF adaptive inducen menos cracks en comparación que Protaper Universal y Waveone posiblemente por el diseño transversal de cada lima (20) y conicidad más amplia en Protaper universal y Waveone (18).

Hay estudios que comparan la incidencia de cracks dentinarios de limas Flexo manuales con diferentes sistemas de limas rotatorios: ProTaper (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza), ProFile (Dentsply-Maillefer), SystemGT (Dentsply-Maillefer) o S-

ApeX (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) y concluyeron que no se encontraron cracks en las raíces no preparadas y las preparadas con limas manuales y S-ApeX. Las preparaciones ProTaper, ProFile y GT dieron como resultado defectos dentinarios en 16%, 8% y 4% de los dientes, respectivamente (9-17, 21) y la instrumentación manual no causo mucho daño a la pared del conducto radicular, lo que podría deberse a sus movimientos menos agresivos en el canal en comparación con las limas operadas con el motor (20).

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En base a lo expuesto en los párrafos anteriores, y tomando en consideración la poca información existente en cuanto a la formación de Cracks Dentinales que presentan los sistemas de instrumentación, en piezas In vivo surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la incidencia de cracks dentinales a nivel radicular en premolares superiores e inferiores instrumentados In vivo con diferentes sistemas de instrumentación y evaluados luego con estereomicroscopio?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Verificar la incidencia de cracks dentinales a nivel radicular en premolares superiores e inferiores instrumentados con diferentes sistemas de instrumentación.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar la presencia de cracks dentinales a nivel radicular en los diferentes tercios, en premolares superiores e inferiores instrumentados con diferentes sistemas de instrumentación.
2. Evaluar la extensión de cracks dentinales a nivel radicular en los diferentes tercios, en premolares superiores e inferiores con diferentes sistemas de instrumentación.
3. Establecer el riesgo relativo de los diferentes sistemas de instrumentación con la presencia de cracks dentinales a nivel radicular.

4. JUSTIFICACION

Los sistemas de instrumentación en los cuales se basa el problema de investigación son relativamente nuevos, la información existente como se ha descrito con anterioridad no es amplia en investigaciones; y en muchas se describe la presencia de cracks dentinales bajo diferentes modelos de investigación, lo cual es de suma importancia al momento de la preparación de conductos, siendo este, un tema de especial interés para el operador.

La información que existe sobre la presencia de cracks dentinales durante la instrumentación ha sido realizada en conductos in vitro, que se separan de la posibilidad de que clínicamente se disminuya la presencia de estos cuando se utilizan In Vivo estos sistemas de instrumentación.

Se ha dicho que la utilización de modelos de investigación en los cuales la muestra es seccionada pudiera provocar ciertos cracks dentinales durante su manipulación; sin embargo, existen pocos datos acerca de la evaluación en piezas instrumentadas in vivo por lo que es importante tomar en cuenta el aspecto clínico en la instrumentación y la posible reducción de cracks dentinales en dichas piezas.

Con la realización de la presente investigación se obtuvo información novedosa y de utilidad sobre el comportamiento de estos instrumentos al trabajar en el conducto radicular de piezas dentales In Vivo con los diferentes sistemas de instrumentación; de esta manera, los resultados obtenidos serán mas acordes a la realidad. De la misma forma, se podrán sacar conclusiones sobre la incidencia de cracks dentinales y la influencia de la instrumentación clínica que juega un papel importante en este tema específico.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. ANATOMÍA RADICULAR

La complejidad anatómica se lleva a cabo durante el desarrollo dental. La anatomía pulpar interna será un reflejo de la anatomía externa radicular. El tejido pulpar en la porción de la raíz contiene anastomosis que forman una red que conecta con la cámara pulpar a través de varias aberturas siendo una de las porciones en la cual se debe poner un mayor énfasis para la detención de las bacterias y sus subproductos, la presencia de nuevos conductos que conducen desde la cámara de la pulpa hasta el ápice, pueden ser la causa de una periodontitis apical persistente(22) . Existen diversos agentes que se encuentran localizados en áreas de difícil acceso que corresponden a la anatomía interna del sistema de conductos radiculares.

La anatomía interna puede ser compleja especialmente en premolares *Vertucci* y *Williams* (23,24) fueron de los primeros en demostrar la existencia de un tercer conducto localizado en la raíz mesial de los molares inferiores. La presencia de dos o mas conductos (25) dará cabida a una comunicación. La presencia de un istmo radicular de las raíces, se reporta en un 57.86 % de los casos. El tipo I y V (*Clasificación de Vertucci*) fueron los mas frecuentes; por lo que se recomienda tener en consideración esta área anatómica que puede causar fracasos en los tratamientos de conductos convencionales y endodóntico quirúrgicos.

La región del tercio apical presenta distintas variantes morfológicas, entre ellas tenemos foramen apical, constricción apical, forámenes accesorios, conductos cementarios, conductos laterales, ápice anatómico y ápice radiográfico.

La complejidad del sistema de conductos radiculares es visible en el espacio pulpar, ellos abarcan desde el aspecto coronal al ápice, ellos pueden unirse en diversas áreas del trayecto radicular. Para poder entender la dificultad a la que se enfrenta el endodoncista durante la terapia endodóntica, nos detendremos a desarrollar

términos relevantes clínicamente que permitan comprender la morfología apical, ya que conductos no tratados retrasan el éxito del tratamiento.

5.1.1. Foramen Apical

El Foramen Apical es considerado un orificio apical de tamaño considerable, que puede considerarse como la terminación del conducto principal, se presenta como una circunferencia en forma de túnel que diferencia la terminación del conducto cementario de la superficie exterior de la raíz, El diámetro puede ser variable con la edad debido a la aposición de nuevas capas de cemento, este fenómeno se explica como un suceso cronológico que representa una reacción por compensación respondiendo con una modificación de la anatomía interna del conducto y de los tejidos duros circundantes, pudiendo confundirse con frecuencia con el ápice radicular, con el vértice radicular o con la parte cementaria del conducto. El tamaño del foramen apical puede ser variable y es considerado entre el límite 0.3 a 0.6mm en piezas maduras, la localización del FA es considerado imprevisible clínicamente. En la mayoría de los casos el foramen apical no se encuentra en el vértice anatómico de la raíz, ya que este presenta un desplazamiento entre 0.5 a 3 mm, La desviación del foramen y el vértice apical era de 69.3 % en dientes anteriores y de 50% en piezas posteriores (26)

La extensión del cemento desde el foramen apical en el conducto radicular difiere considerablemente, incluso cuando se comparan paredes opuestas del mismo conducto. El cemento radicular alcanza el mismo nivel en todas las paredes en solo un 5% de los casos, así mismo se observa la variabilidad que confirma que la Unión Cemento Dentina y la Constricción Apical no están generalmente en la misma zona, y la Unión Cemento Dentina conducto solo debe considerarse como una unión variable en la que se unen dos tejidos histológicos que se encuentran al interior del conducto radicular (27).

5.1.2. Constricción Apical

Constricción Apical es la porción del conducto radicular con diámetro más estrecho, con posición variable pudiendo estar a un diámetro de 0.5 a 1mm del centro del foramen apical. La constricción apical se ensancha apicalmente hacia el foramen hasta quedar en forma de embudo. *Kuttler en el año 1955* señala que el diámetro más estrecho del conducto no se encuentra en el punto de salida del mismo, sino que suele localizarse en la dentina, justo antes de las primeras capas del cemento dentario, denominando a este punto como el diámetro menor del conducto, aunque actualmente se utiliza con más frecuencia el término de constricción apical (27), es de vital importancia durante la instrumentación y obturación de la terapia endodóntica ya que es el punto de referencia para la terminación del tratamiento de Conductos Radiculares.

5.2. INSTRUMENTACIÓN EN ENDODONCIA

5.2.1. Generalidades Y Fundamentos

La preparación mecánica del conducto radicular es sin duda alguna, una de las etapas más importantes del tratamiento de conductos. Es durante la preparación mecánica que, con el uso de los instrumentos endodónticos y ayudados por productos químicos, será posible, limpiar, conformar y desinfectar el conducto radicular y de esta forma poder estar seguros de que la obturación se hará en un ambiente lo más desinfectado posible (28).

Leonardo mencionaba que todas las etapas de un tratamiento endodóntico se sitúan en un mismo grado de igualdad en su importancia, pues constituyen una cadena, en la que el menosprecio por uno de los eslabones puede tener influencia decisiva en el resultado final. Basado en medios químicos: soluciones de irrigación, medios físicos: irrigar y aspirar simultáneamente y los medios mecánicos: la acción de los instrumentos (29).

En los casos de pulpectomía, la preparación del conducto radicular busca la remoción del tejido orgánico y la creación de condiciones morfológicas y

dimensionales para que se pueda proceder a una obturación correcta. En las piezas dentales con pulpa necrótica, además de remover los restos tisulares, dar forma y dimensiones, insiste también sobre la preparación la responsabilidad de eliminar o reducir la cantidad de microorganismos presentes en el sistema de conductos radiculares (28,30).

La preparación del conducto radicular es un procedimiento dinámico que conlleva las siguientes etapas de preparación: 1. Exploración del conducto radicular, 2. Odontometría (determinación de la longitud de trabajo), 3. Limpieza del conducto radicular y 4. Conformación del conducto radicular (30).

5.2.2. Exploración Del Conducto Radicular

Antes de iniciar cualquier procedimiento en el conducto radicular es necesario conocerlo; la exploración es el primer contacto del operador con el interior del conducto radicular y a través del cual será posible verificar el número, dirección y calibre de los conductos; de la misma manera se determinará la posibilidad de acceso apical (28,31).

5.2.3. Longitud De Trabajo

Se define como la medida entre el CDC y una referencia anatómica externa, con características permanentes durante el tratamiento, y expresada en milímetros de longitud.

La determinación correcta de la longitud real del diente tiene por objetivo asegurar que los procedimientos endodónticos se realicen dentro de los límites del conducto radicular (24). La forma más precisa de determinar la longitud de trabajo actualmente es la que se realiza con localizadores electrónicos apicales, corroborando la lectura de los mismos con el método radiográfico (30).

5.2.4. Conformación Del Conducto Radicular

La palabra biomecánica fue introducida en la terminología odontológica durante la 11 Convención Internacional de Endodoncia realizada en la Universidad de Pensilvania (Filadelfia) en 1953 para designar al conjunto de intervenciones técnicas para la preparación de los conductos radiculares, en sustitución de los términos que anteriormente se usaban. Se le denominó biomecánica porque cuando se realiza dicho acto operatorio deben tenerse siempre en mente los principios y exigencias biológicas que rigen el tratamiento endodóntico.

La limpieza del conducto involucra tanto la remoción del contenido pulpar (con tira nervios, limas o fresas especiales) y la irrigación. Estos dos procesos son utilizados alternadamente durante todo el proceso de la preparación biomecánica, la conformación tiene por objetivo la eliminación del tejido pulpar vital o necrótico, además de la creación de condiciones morfológicas y dimensionales para que el conducto pueda obturarse de manera correcta (16). Al trabajar dentro del conducto limpiándolo, ampliándolo y alisando sus paredes, el profesional debe de conformar un conducto adecuado a sus necesidades de obturación, pero respetando siempre la forma original del mismo(28).

El reconocimiento de las dificultades para conformar correctamente el conducto radicular originó la aparición de una gran cantidad de técnicas descritas en los textos especializados (28,30). Cualquiera que sea la técnica seleccionada para conformar el conducto, es importante recordar que el éxito se fundamenta en algunos procedimientos básicos que deben obedecerse con cuidado. Entre ellos se destacan la selección adecuada de los instrumentos y la determinación y conservación de la longitud de trabajo para la conformación(32).

5.3. SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN

La instrumentación mecánica es esencial para la correcta desinfección e instrumentación del sistema de conductos radiculares (32). Al paso de los años, se han creado nuevas herramientas para dicho propósito. Con el advenimiento de estas nuevas herramientas el procedimiento de instrumentación se ha tornado más eficiente y sencillo de realizar (33).

La cantidad de instrumentos existentes en el mercado, además de representar un avance tecnológico significativo, evidencia una competencia comercial acentuada (34).

5.3.1 Generalidades Instrumental Endodontico

El conocimiento del clínico acerca de los factores (entre otros, la metalurgia) que influyen en la construcción, diseño y cinemática de los instrumentos es indispensable para evaluar de manera crítica y eficiente los efectos de las limas según sus características. (35)

Clasificación ISO. No todas las limas cumplen los requisitos para entrar en esta clasificación. Para que formen parte de ella, deben cumplir lo siguiente:

1. El calibre de la lima se numera del 10 al 100, con saltos de cinco unidades hasta el tamaño 60 y saltos de diez unidades hasta el tamaño 100.
2. Los bordes cortantes empezarán en la punta del instrumento con el denominado diámetro 0 (D0) extendiéndose exactamente 16 milímetros hasta el vástago, terminando en el diámetro 16 (D16).
3. El diámetro de D16 será 32/100 o .32 mm. mayor que el de D0
4. Estas medidas aseguran un aumento constante en la conicidad de 0.02 mm. por cada instrumento sin importar el tamaño.
5. El ángulo en la punta debe ser $75^{\circ} \pm 15^{\circ}$.
6. Los números 6 y 8 se añadieron más recientemente para una mayor versatilidad.

5.3.1.1 Características Instrumentos Endodonticos

En la observación de un instrumento endodóntico es necesario comprender que parámetros deben tenerse en cuenta. La punta de penetración, conicidad, angulo de corte, angulo helicoidal, la eficiencia de corte, los radial lands, la repetitividad de las estrias, su profundidad y el cuerpo o core no constituyen términos útiles para definir características morfológicas, sino conceptos que deben conocerse ampliamente.(35)



5.3.1.2 Punta y Guía de Penetración

La punta de un instrumento es extremo de la parte activa. Básicamente, cumple dos funciones: Ampliar el conducto por acción de corte y guiar el instrumento a través de la luz del conducto radicular. En la búsqueda por suavizar los ángulos de cortes (determinados por la punta y la primera espira), el extremo de los instrumentos ha sufrido modificaciones, transformándose en una punta inactiva. El objetivo de este es guiar el instrumento como se había expuesto anteriormente, y evitar trabarse en la cara externa de curvaturas, pues tal efecto implica la posibilidad de deformaciones en la preparación, con el consecuente origen de errores o accidentes de diferente magnitud. (35)

La guía de penetración de la lima tiene su borde de corte efectivo aproximadamente a 1 mm de la punta real, con un diámetro que es un porcentaje del tamaño de la punta. Si el diámetro del corte efectivo es mayor que el diámetro del conducto, este

es ampliado por pulido y no por el corte, por lo que resulta mayor la fuerza de torsión que el instrumento realiza. (35)

5.3.1.3 Calibre

El calibre de un instrumento es el diámetro (expresado en centésimas de milímetro) de la primera circunferencia cortante de la parte activa. El establecimiento de la conicidad en 2% y la estandarización de los calibre de los instrumentos según la forma ISO genero limitaciones en el manejo de algunos instrumentos. En el análisis de la instrumentación mecanizada, es preciso considerar a estos instrumentos de las casas comerciales porque se alejaron de los estándares impuestos por ISO, lo que acarrea algunas dificultades para su identificación. Afortunadamente, como sus componentes son comunes a los del instrumental estandarizado, en los calibres pueden tomarse en cuenta las especificaciones relativas a la normativa ISO. (35)

5.3.1.4 Conicidad

La conicidad se define como la relación entre la diferencia de los diámetros extremos de un tronco de cono y su longitud. El índice de conicidad de un instrumento se expresa generalmente como el valor de diámetro que aumenta por cada milímetro a lo largo de su superficie de trabajo, desde la punta hacia el mango o montura. En el instrumental tipo 1 estandarizado por ISO. Este índice se establece en un crecimiento constante de 0,02mm por cada milímetro de longitud del instrumento desde su punta. (35)

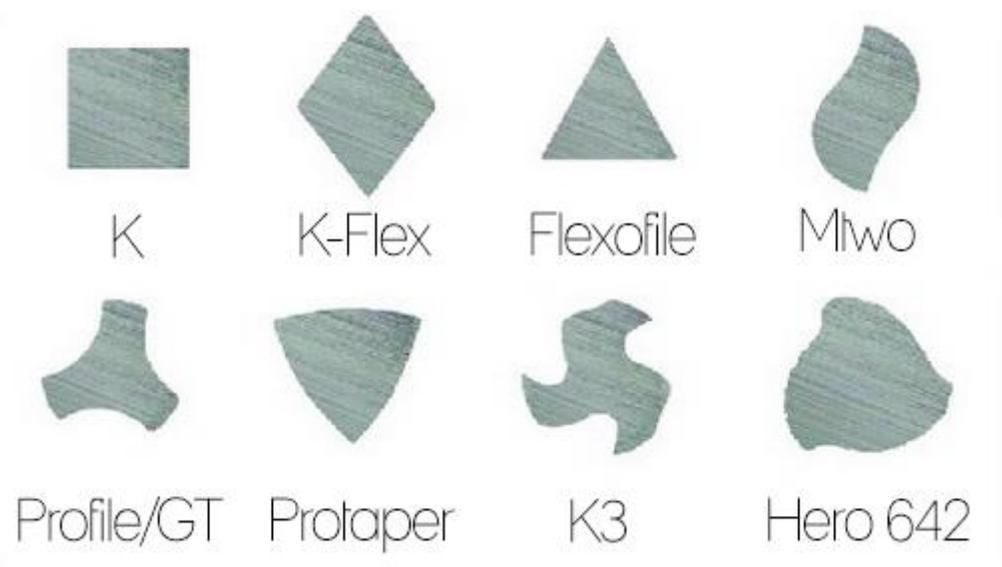
Algunos fabricantes expresan la forma cónica en términos de porcentaje. En los instrumentos de .02 seria del 2%, existe una amplia variedad de instrumentos con diferentes longitudes y conicidades; de modo que a grandes rasgos los instrumentos pueden clasificarse en función del tipo de conicidad como constante o variable. (35)

5.3.1.5 Sección

Se trata del corte perpendicular al eje largo del instrumento. La sección permite observar la distribución de las facetas y los modos en que estas entran en contacto ente el diámetro mayor del instrumento y la pared dentinaria determina el llamado

ángulo de corte o barrido. A partir de la sección puede inferirse en la capacidad de corte del instrumento, que depende del ángulo de barrido, de la cantidad de bordes cortantes, presencia de áreas radiales, del tipo de fricción que el instrumento realice y de las porciones de áreas de limpieza denominadas acanaladuras.

Además, la sección transversal brinda información de la relación entre la masa central del instrumento y el diámetro real de trabajo, lo cual determina la profundidad de las espiras. Esta relación también da una idea acerca de la resistencia a la torsión y del grado de flexibilidad del instrumento: a mayor masa centra mayor resistencia a la torsión, una menor flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica. (35)



5.3.1.6 Ángulo de Corte

El principal elemento de corte en un instrumento que gira lo constituye la zona de mayor diámetro que sigue a una espira o acanaladura. Su eficacia depende del ángulo de contacto de la zona de mayor diámetro con la pared, de la nitidez del corte que efectúa, y de la capacidad para desviar los chips de dentina de la pared del conducto y cortar los tejidos blandos.(35)

Las hojas de corte poseen dos caras y un borde. Una de ellas es la cara cortante, que va hacia la dirección de rotación y hace contacto con la estructura dentaria eliminada; la otra es la cara de despeje, que va a continuación del borde en rotación.

El borde cortante se encuentra en la intersección de estas dos caras. De esta manera, se determinan tres ángulos importantes al momento de analizar la efectividad de un instrumento: Ángulo de cara cortante, ángulo del borde cortante y ángulo de despeje. (35)

5.3.1.7 Acanaladuras

El espacio deprimido entre los borde de corte o radial lands se denomina acanaladura. Su objetivo principal es la eliminación de los residuos producto del corte, por lo que su morfología influirá en su efectividad. Los espacios pueden verse al seccionar el instrumento de forma transversal al eje largo; la sección permite apreciar como es soportado el borde de corte y en que dirección presenta la acanaladura hacia la unión con el siguiente borde cortante. Con respecto al alma central, las acanaladuras pueden disponerse de forma cóncava, convexa, doble cóncava, en S itálica, recta o combinada, lo que determina su profundidad. (35)

5.3.1.8 Espiras

Se define como la vuelta de una espiral o de una hélice alrededor de un eje. En el caso de las limas se trata de los bordes cortantes que rodean el alma del instrumento. El pitch o repetitividad del instrumento es la distancia entre el punto situado en el borde de corte y el punto correspondiente en el borde de corte siguiente dentro del patron de repetición de diseño, a lo largo de la superficie de trabajo

5.3.2 Sistemas De Instrumentación Manual

5.3.1.1. Limas Tipo K

Se encuentran en general tres variedades de limas tipo K: de vástago cuadrangular (lima K), de vástago triangular (lima Flexofile) y de vástago romboidal (lima K-flex) (34).

La morfología de estos instrumentos, con ángulo helicoidal igual a 45 grados posibilita su uso tanto para movimientos de rotación, como los escariadores, como en movimientos de limado (17).

Las limas con sección triangular aparecieron en época más reciente. La mayoría de las fábricas modificaron la lima K tradicional, de sección cuadrangular, por otra de sección triangular similar a la del escariador. Este cambio permitió la fabricación de limas con mayor número de espiras y con más flexibilidad, porque su masa metálica es alrededor del 37.5% menor que la de sección cuadrangular. Asimismo, se incrementó la capacidad de corte, ya que el ángulo de corte de la lima cuadrangular es de 90 grados y el de la triangular es de 60 grados. Esas características tornan a estas limas instrumentos valiosos en la conformación de conductos curvos (34).

5.3.1.2. Limas Hedström

También llamadas limas H, son torneadas a partir de un vástago circular con una canaleta. Con muy eficaces al ser traccionadas debido al ángulo de incidencia de su borde cortante sobre la pared dentinaria. No deben girarse, pues son ineficaces y pueden fracturarse (34). El aspecto de estas es el de una serie de conos superpuestos que aumentan de calibre a partir de su punta; el ángulo de corte de la lima H es de 70 a 85 grados, y puede alcanzar valores próximos a los 90 grados, es decir, casi perpendicular al eje del instrumento, por lo que su acción de corte se ejerce en sentido lineal al tirar de ella. Es muy eficaz pero, por el peligro de enclavación en la pared de la dentina y posterior fractura, su uso se suele limitar a las zonas media y coronal del conducto radicular (30).

5.3.2. Sistemas De Instrumentación Rotatoria

En 1964 se presentó la pieza de mano Giromatic precursora de la instrumentación rotatoria actual. Efectuaba un movimiento alternativo de rotación horaria de 45 grados y antihorario de la misma magnitud. Otras piezas de mano rotatorias fueron el Racer, que ejercía una rotación alternativa con movimientos oscilatorios longitudinales (30). Para estos dispositivos se adaptaron limas de instrumentación manual, modificando a veces el diseño de las mismas y cambiando el mango por

un mandril. Los resultados con estos instrumentos fueron muy variables y generalmente poco satisfactorios (30,34).

La era moderna de los instrumentos para la preparación de los conductos radiculares por medios mecánicos se inició alrededor de los inicios de la década de los noventa. La aplicación de aleaciones de Níquel-Titanio, el uso de instrumentos de conicidad variable para un mismo calibre, el diseño de nuevos perfiles de la sección y la presencia de un extremo apical inactivo, con un ángulo de transición suave entre la punta del instrumento y el inicio de los bordes cortantes, permitieron desarrollar el concepto de rotación continua, llamada así por emplearse piezas de mano con un movimiento de rotación horaria (30).

Entre los instrumentos desarrollados que han facilitado el proceso de instrumentación de conductos en los últimos años se encuentran las limas de NiTi, de las cuales, la fractura durante el procedimiento es uno de los temas de mayor interés para el operador; el proceso de fabricación de limas de NiTi se hizo posible en el año de 1988, pese a su super-elasticidad y a tener mayor flexibilidad que los instrumentos de acero inoxidable convencionales la separación de instrumentos dentro del conducto no ha podido ser evitada (28,32,33).

Con la aparición de los instrumentos de NiTi se revolucionó el campo de la endodoncia, pero debido a que estos son rotados dentro del conducto radicular, son susceptibles a fatiga estructural que generalmente conduce a la separación de un fragmento de estos dentro del conducto (36). Torsión y fatiga flexural o cíclica, son las dos causas principales de separación (37). La fractura torsional se puede deber a fuerza apical excesiva aplicada por el operador, un área de contacto muy amplia entre las estrías cortantes del instrumento y las paredes del conducto, o debido a que el diámetro del conducto es menor al diámetro del instrumento, facilitando así el enclavamiento de la punta de este último mientras el resto de su longitud sigue girando (38). Por otro lado, la fatiga cíclica es causada debido a fuerzas constantes y repetidas (compresión y tensión) aplicadas a un área específica del instrumento (punto de máxima flexión), ésta se acumula con el número de usos. (39)

5.3.2.1. Sistema Mtwo

El sistema Mtwo (Suecia y Martina, Padua, Italia) han sido comercializados, hasta la fecha, su capacidad de conformación ha sido ampliamente investigada. Los instrumentos Mtwo tienen dos cuchillas y cuentan con una ranura amplia entre ellas. Este diseño fue hecho para reducir el diámetro del núcleo y aumentar la flexibilidad. Se ha dicho que la resistencia del instrumento no ha sido afectada por dicha reducción al momento del contacto contra las paredes del canal, durante el corte. (40)

La acción de corte está dada por el ángulo agudo activo de las cuchillas. El ángulo de la cuchilla es casi vertical y el ángulo helicoidal aumenta desde la punta hasta el mango. Estas son las características que reivindican para reducir la presencia de detritus dentro del conducto radicular y así obtener una efectiva acción de corte con menos riesgo de separación y menos producción de cracks.

Se menciona en algunos estudios en los cuales se confirma la capacidad de estos instrumentos de NiTi para respetar la anatomía del canal (41,42). La progresión de los instrumentos Mtwo es fácil de controlar y si se trabaja a la longitud. El Mtwo está disponible en los tamaños 10, .04, 15, .05, 20, .06, 25, .06, 25, .07, 30, .05, 35, .04 y 40, .04. (40)

5.3.3. Sistemas De Instrumentación Reciprocante

Hace algunos años se aplicó el concepto de movimiento reciprocante a las limas de NiTi, con la aplicación de este concepto, la fatiga torsional ha sido disminuida debido a los ciclos de enganche y desenganche que se producen dentro del conducto radicular (33,43); una de las principales ventajas de estos sistemas es el concepto de instrumentación con lima única; lo cual viene a representar un cambio de paradigma a lo que se venía realizando desde hace años (instrumentación con limas de forma gradual para establecer una vía permeable y reproducible dentro del conducto) (33).

5.3.3.1. Sistema Reciproc

Con este sistema, la preparación del sistema de conductos se alcanza en teoría utilizando un solo instrumento, sin necesidad de realizar glide-path previo; esta afirmación se basa en la teoría de que el instrumento seguirá el camino de menor resistencia el propio conducto radicular (28).

El sistema está compuesto por tres instrumentos, R25, R40 y R50; están fabricados con aleación M-wire de Níquel-Titanio (NiTi), que ofrece mayor flexibilidad y mayor resistencia a la fractura cíclica; el margen de seguridad de las limas aumenta si tomamos en cuenta que este sistema en conjunto con Waveone de la casa comercial Dentsplay Maillefer están diseñados para utilizarse una sola vez, sin embargo, esto significa que cada lima puede ser usada en 3 o 4 conductos pudiendo ser estos complejos y tortuosos. (33,44).

La lima R25, tiene un diámetro en punta ISO de 25, conicidad 0.08 en los primeros tres milímetros y un diámetro en D16 de 1.05 mm. La lima R40, tiene un diámetro en punta ISO de 40, conicidad 0.06 en los primeros tres milímetros y un diámetro en D16 de 1.10 mm. La lima R50, tiene un diámetro en punta ISO de 50, conicidad 0.05 en los primeros tres milímetros y un diámetro en D16 de 1.17 mm. La sección transversal de las limas es en doble S, lo que les provee un doble ángulo cortante y gran flexibilidad, similar a al sistema rotatorio MTwo (13,28,33).

La cinemática de movimiento del sistema es reciprocante, cuando el instrumento gira en sentido anti-horario avanza en el conducto (150 grados) y se engancha en la dentina para cortarla; al girar en sentido horario (30 grados) se desengancha de la dentina y libera tensión del instrumento, el concepto mencionado se compara con el de fuerzas balanceadas, descrito para utilizarse con instrumentos manuales, debido a los movimientos de enganche y desenganche en la dentina las probabilidades de fractura del instrumento se ven disminuidas; el resultado final de los movimientos de enganche y desenganche dentro del conducto es el avance del instrumento con solo una pequeña presión apical transmitida (28,33).

Al realizar este tipo de movimientos descritos en el párrafo anterior, se obtiene un movimiento de corte real en contra de las agujas del reloj de 120 grados, alcanzado por lo tanto, un giro a 360 grados dentro conducto después de tres ciclos recíprocos, es sabido que mientras más grande sea el ángulo de desenganche del instrumento más ciclos son necesarios para la fractura del mismo, aunque como es lógico, se necesitarán más ciclos para realizar una rotación completa dentro del conducto (28,33,45). Según el fabricante del motor diseñado para utilizar las limas Reciproc, la velocidad de trabajo es de diez ciclos recíprocos por minuto, equivalentes a 300 revoluciones por minuto en sistemas rotatorios (33). Debido a que los ángulos de rotación recíproca no alcanzan el límite elástico de los instrumentos utilizados, se reducen al máximo las probabilidades de fractura por torsión; sin embargo, la fatiga cíclica no puede ser evitada, aunque sí reducida en magnitud (44,45).

A pesar de cuando el movimiento recíproco propuesto por Yared en 2008 fue introducido para un solo tipo comercial de lima (33), estudios recientes demuestran que se puede usar de forma segura con limas disponibles previamente en el mercado, siempre y cuando su ángulo de corte sea neutro o negativo, para que de esta manera, no se vea afectada la eficacia de corte, puesto que como se mencionó anteriormente, con movimientos recíprocos el corte se produce con un giro en contra de las agujas del reloj (45).

De Deus et al. Demostraron que la cinemática de movimiento es un factor determinante en la reducción de la fatiga cíclica, obteniéndose mejores resultados con movimientos recíprocos (32,46).

5.4. COMPLICACIONES DURANTE LA INSTRUMENTACIÓN

5.4.1. Perforaciones

Las perforaciones endodónticas son aperturas artificiales que resultan en la comunicación del sistema de conductos radiculares con los tejidos perirradiculares o con la cavidad bucal (47). Estas son complicaciones indeseables que pueden ocurrir durante cualquier etapa del tratamiento de conductos, o durante la

preparación del espacio para perno. Aun cuando también pueden ser producto de caries o procesos resortivos, la mayoría de las perforaciones son realizadas de forma iatrogénica (48).

El diagnóstico, manejo y reparación de las perforaciones endodónticas requiere experiencia y pensamiento creativo. Desafortunadamente, mucho de lo que se ha escrito en relación a la reparación de las perforaciones es de naturaleza empírica y contribuye poco con el soporte basado en evidencia para cualquier procedimiento de reparación (47). Sin embargo, la reparación de las perforaciones con frecuencia provee una alternativa de tratamiento muy atractiva y con frecuencia exitosa en lugar de la extracción del diente involucrado. En años recientes, el procedimiento se ha tornado más predecible debido al desarrollo de nuevos materiales, técnicas y procedimientos (49,50).

5.4.2. Formación De Escalones Y Transportaciones

Se define como una irregularidad artificial en la superficie de la pared del conducto radicular, que impide la colocación de los instrumentos a lo largo de la longitud de trabajo. El instrumento por su rigidez se endereza por si mismo frente a la flexión producto del tramo sinuoso y comienza a penetrar en la dentina, pudiendo penetrar en forma parcial o totalmente, llamándose así perforación. Otra causa de generación de escalones es por la falta de acceso en línea recta, pérdida de la longitud de trabajo, incapacidad para sortear una curvatura del conducto, la sobrepreparación de conductos curvos y la compactación de desechos en la porción apical del conducto (34).

Para corregir el escalón se recomienda retroceder a los calibres más bajos, reiniciar el ensanchado y procurar eliminarlo; se deben precurvar las limas en la punta al explorar el conducto, dirigiendo la punta hasta la pared opuesta al escalón y ejercer fricción sobre ésta, en conjunto con una abundante irrigación (34).

5.4.3. Fractura De Instrumentos

Existen diferentes factores relacionados con la fractura de instrumentos de NiTi, entre los más importantes se pueden mencionar:

- Diseño del instrumento (51)
- Técnica de instrumentación (51)
- Velocidad de rotación (39)
- Torque aplicado sobre el instrumento (39)

A pesar de su gran flexibilidad, la fractura de instrumentos dentro del conducto es uno de los principales problemas de los instrumentos de NiTi, especialmente con múltiples usos clínicos(44).

Una encuesta demostró que el 61.8% de los dentistas ha experimentado complicaciones durante o después de la remoción de instrumentos fracturados, las complicaciones más comúnmente reportadas en la literatura son: remoción excesiva de estructura radicular, creación de escalones, transportaciones y perforaciones (33).

Los mecanismos de fractura de los instrumentos rotatorios pueden ser de dos tipos: fractura flexural o cíclica y fractura torsional (28,33,52,53). La fractura por fatiga flexural se debe a fuerzas compresivas y tensionales en el punto de máxima flexión del instrumento dentro de conductos curvos, en la porción del instrumento en contacto con la parte interna de la curvatura se producen fuerzas compresivas, mientras que en el área del instrumento en contacto con la parte externa de la curvatura se producen fuerzas tensionales; después de varios usos el instrumento se fatiga en los puntos mencionados con anterioridad y la probabilidad de fractura aumenta; una de las principales características de éste tipo de fractura es que se puede dar sin signos previos de deformación permanente sobre el instrumento (28,33,53)

La fractura torsional ocurre cuando la punta o alguna parte del instrumento queda enclavada dentro del conducto y la lima sigue girando; estudios de análisis de fractura revelan que la mayor parte de estas fracturas se producen en los últimos

milímetros del instrumento, y en las limas con menor conicidad y diámetro, por consiguiente limas de menor diámetro deben de ser usadas con menor torque para disminuís las probabilidades de separación dentro del conducto; Ambas fuerzas tienen influencia una sobre la otra (33,53).

5.4.4. Cracks Dentinales:

Una grieta o crack se define como un defecto o línea de fisura en la estructura dentaria radicular, completos son los que se extienden desde el espacio del conducto radicular interior hasta la superficie exterior o cemento. Defecto, línea de fisura o crack incompleto son los que se extienden desde las paredes del canal en la dentina sin llegar a la superficie exterior, cuando la dentina radicular no mostró ninguna línea o grieta en la superficie externa o interna de la raíz se ha dicho ausente (15).

Craze Lines es un defecto que se define como todas las otras líneas de fractura o imperfecciones radiculares que no alcanzan una superficie externa o interna de la raíz o conducto radicular (15).

Se ha revelado que los defectos dentinarios ocurren independiente del tipo de instrumentos utilizados (sistemas de rotación de la secuencia completa o instrumentos alternativos) (15).

En la parte apical de los canales las limas reciprocantes producen grietas significativamente más incompletas en comparación con los instrumentos rotativos. Otros estudios previos demostraron que los defectos de la dentina pueden estar relacionados con las técnicas de instrumentación y métodos de obturación, y en la actualidad ningún método es capaz de evitar por completo tales defectos (9,54).

Las diferencias entre los instrumentos probados en cuanto a la incidencia de defectos dentinarios pueden deberse a la técnica de preparación y el diseño de la sección transversal de los instrumentos. Tanto Mtwo y Reciproc tienen un diseño idéntico de sección transversal en forma de S con bordes de corte afilados, mientras que ProTaper y Waveone se caracterizan por una sección transversal triangular

triangular o modificado que resulta en una eficiencia de corte más baja y menos espacio de chip (21).

Un aumento de la capacidad de corte se asocia generalmente con una eficacia de limpieza mejor (10,41). El movimiento recíproco parece mejorar el transporte de escombros hacia el ápice (55) y puede aumentar las fuerzas de torsión. Esto debe ser evaluado en estudios adicionales para corroborar si éstos incrementaron las fuerzas de torsión en combinación con los bordes de corte afilados, como se encuentra en instrumentos reciproc, los cuales en general son asociados con un mayor riesgo de crear defectos dentinarios.

Hasta ahora, no hay ninguna conclusión definitiva que se puede hacer con respecto a la implicación clínica de estos defectos dentinarios en el seguimiento a largo plazo (56). Actualmente, no existe evidencia y falta correlación entre los resultados obtenidos en este tipo de estudios y la situación clínica.

6. MARCO METODOLOGICO

6.1. HIPOTESIS

6.1.1. Hipótesis Nula:

No existen diferencias estadísticamente significativas en la incidencia y extensión de cracks dentinales posterior a la preparación con diferentes sistemas de instrumentación a nivel radicular en piezas tratadas in vivo evaluadas en estereomicroscopio.

6.1.2. Hipótesis Alternativa:

Si existen diferencias estadísticamente significativas en la incidencia y extensión de cracks dentinales posterior a la preparación con diferentes sistemas de instrumentación a nivel radicular en piezas tratadas in vivo evaluadas en estereomicroscopio.

6.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Estudio experimental, se evaluó la incidencia de cracks dentinales a nivel radicular en tercio medio y apical; a 2mm, 5mm y 8mm.

6.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población de estudio fueron pacientes que asistieron a las clínicas dentales del Posgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente al área de Postgrado de Ortodoncia.

6.4. MUESTRA

La muestra fue de 80 premolares superiores o inferiores indicados para extracción por ortodoncia (20 piezas por grupo).

6.4.1. Criterios de Inclusión

- Premolares inferiores o superiores diagnosticados sin patología periapical.
- Indicados para exodoncia por ortodoncia que tenga su pieza contralateral.
- Sin evidencias radiográficas de reabsorción radicular
- Piezas con formación radicular completa.
- Pacientes con edad entre 15 y 25 años.

6.4.2. Criterios de Exclusión

- Ápices dentales inmaduros (ápices abiertos)
- Reabsorciones radiculares evidentes radiográficamente
- Piezas dentales con reabsorción radicular interna
- Piezas tratadas endodónticamente
- Piezas con caries profunda
- Piezas dentales con instrumento separados/fracturados durante el procedimiento operatorio del estudio.

6.5. VARIABLES

6.5.1. Variable independiente: Técnica de Instrumentación

- Clasificación de la variable: Cualitativa Nominal
- Definición de la variable: se define en este estudio como el procedimiento o protocolo en el cual se instrumenta el conducto radicular con técnica manual 40/.02, técnica rotatoria lima Mtwo 40/.04 y sistema reciprocante reciproc 40/.06 hasta la longitud de trabajo.
- Valores:
 - Instrumentación Manual
 - Instrumentación Rotatoria Mtwo
 - Instrumentación Reciprocante
 - Sin instrumentación

6.5.2. Variable Independiente: Nivel del Corte

- Clasificación de la variable: Cualitativa Nominal
- Definición de la variable: Se define para este estudio como a la distancia de los cortes para evaluar la presencia de cracks dentinales bajo el estereomicroscopio
- Valores:
 - 2mm
 - 5mm
 - 8mm

6.5.3. Variable Dependiente: Presencia de Crack Dentinales

- Clasificación de la variable: Cualitativa Nominal

- Definición de la variable: se define en este estudio como la presencia o ausencia de algún daño en dentina al evaluarlo bajo el estereomicroscopio posterior al seccionamiento.
- Valores:
 - Crack Presente
 - Crack Ausente

6.5.4. Variable Dependiente: Extensión del Crack Dentinal

- Clasificación de la variable: Cualitativa Nominal
- Definición de la variable: se define en este estudio como la longitud de un crack dentinal y la superficie donde inicia.
- Valores:
 - Completo
 - Incompleto Externo
 - Incompleto Interno

6.6. CONSIDERACIONES BIOETICAS

El presente estudio se llevó a cabo tomando en consideración las recomendaciones de la Comisión de Bioética de la Universidad de San Carlos de Guatemala con respecto a estudios involucrando humanos. La participación en el estudio por parte de todos los sujetos es voluntaria, a cada uno se le pidió un consentimiento informado por escrito en el cual se le informo de manera detallada los procedimientos que se le realizarían. Además, si ellos decidieran retirarse en cualquier momento lo podrían hacer, se respetaron las normas de Helsinki en cuanto a los estudios que involucren seres humanos y/o tejidos. Se respeto la dignidad humana y en ningún momento se les hizo daño a los pacientes.

6.7. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Las muestras de este estudio fueron obtenidas de los pacientes que acudieron a la Clínica de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente al área de Ortodoncia. Se les dio un consentimiento informado a cada uno de los pacientes que será incluido en este estudio (ver anexo 1).

Dicha muestra se clasificó aleatoriamente de la siguiente manera:

-80 piezas premolares superiores o inferiores: 20 de ellos representan el grupo de **Control** (Sin instrumentación), 20 para el grupo de **Instrumentación Reciprocante Reciproc (R40)**, 20 para el grupo de **Instrumentación rotatoria Mtwo 40.04** y 20 representan el grupo de **Instrumentación manual lima k 40.02**.

Después de realizada la historia médica, durante la evaluación clínica se tomó una radiografía digital periapical orto radial. En base a los datos registrados se estableció la inclusión del paciente dentro de la muestra del estudio. Se le entregó al paciente un consentimiento informado en el cual se le explicó detalladamente el por qué su inclusión en el seguimiento de su caso (ver ficha adjunta).

Una vez aceptada su inclusión dentro de la muestra, los dientes fueron anestesiados con 1.8mL al 2% lidocaína con 1:100,000 de epinefrina con una técnica de bloqueo del nervio alveolar inferior (técnica de tres pasos o Gow-Gates) para las piezas inferiores, y para las piezas superiores se aplicó la técnica infiltrativa. A continuación, se aisló la pieza dental con grapa y dique de goma, se realizó el acceso con fresa redonda de diamante no 2 y se conformó el mismo con una fresa Endo Z de acuerdo con la anatomía de la pieza dental (eliminando por completo el techo de la cámara pulpar). A continuación, se localizó la embocadura del conducto radicular con la utilización del explorador endodóntico, seguido de la inserción de una lima #8 y 10 K-File de acero inoxidable (Maillefer, Ballaigues, Switzerland) la cual se introdujo pasivamente y estableciendo una patencia apical. Posterior a eso se determinó la longitud de trabajo (LT) con una lima K #15 y la ayuda del localizador electrónico de ápice (ApexID, SybronEndo). Se confirmó la

LT con una radiografía digital utilizando una técnica de paralelismo utilizando un sensor KodakRVG 6100 (Esatman Kodak Company, Rochester, NY).

Posterior a la determinación de la longitud de trabajo, los conductos fueron instrumentados dependiendo del sistema asignado.

- Instrumentación Manual: En cuanto a la técnica manual se utilizó una técnica de instrumentación apico coronal siguiendo la secuencia de nomenclatura ISO para limas tipo k hasta llegar a una lima 40.02;
- Instrumentación rotatoria: para esta técnica rotatoria se utilizó el sistema Mtwo (VDW, Munich, Alemania) hasta una lima 40.04 siguiendo las especificaciones del fabricante el cual establece que es aconsejable ir introduciendo la lima hasta donde el grosor del conducto lo permita sin forzarla. La velocidad ideal es de 350 rpm para evitar un exceso de tensión en los instrumentos que puedan provocar una fractura, todos los instrumentos, desde el primero hasta el último se utilizan a la longitud de trabajo siguiendo la siguiente secuencia: 10/04, 15/05, 20/06, 25/06, 30/05, 35/04 y 40/04.
- Instrumentación Reciprocante: Fue realizada con el sistema Reciproc (VDW, Munich, Alemania) con una lima R40; la instrumentación se realizó según las especificaciones del fabricante cual establece que un ciclo no puede tener más de tres picoteos de, como máximo, 3mm cada uno hasta alcanzar la longitud de trabajo.

El método de irrigación fue con Irrigación Convencional, utilizando 2ml de hipoclorito de sodio al 5.25% entre cada ciclo utilizando una jeringa tipo Monoject con una aguja calibre 27 de ventilación lateral. Los conductos fueron secados con puntas de papel 40.

Posterior a la irrigación final los conductos no se obturaron, se les colocó una torunda de algodón y se procedió a retirar el aislamiento absoluto para realizar la exodoncia de los premolares bajo la misma técnica de anestesia descrita previamente. Se realizó la sindesmotomía en el diente del ligamento circular del

periodonto siempre ejerciendo movimientos muy suaves. El instrumento se introduce en el surco gingival para cortar las fibras que insertan el margen gingival al cuello dentario y las fibras transeptales que pasan de un diente al contiguo.

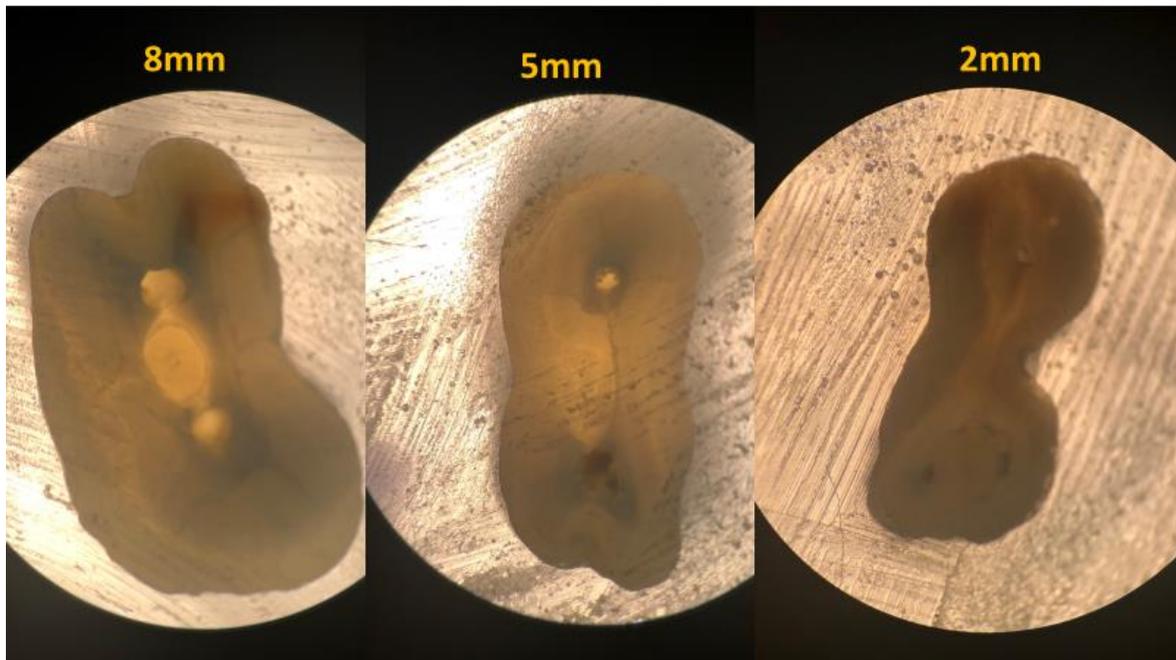
Se realizó la luxación con elevador mediano, introduciendo la punta progresivamente en el alvéolo por las caras vestibular y mesial con ligeros movimientos en dirección vestibulo lingual-palatino y con otros muy prudentes en sentido mesiodistal. Se evitó ejercer una fuerza desmesurada y movimientos de palanca o de supinación, puesto que en esta fase nuestro objetivo no es la avulsión; el tipo de fórceps a emplear varió para cada diente. La forma de los fórceps debía tener una correcta prensión adaptándose al cuello dentario y, de esta manera, poder asir fuertemente el diente. El eje longitudinal de la parte activa del fórceps se colocó paralelamente al eje longitudinal del diente. El fórceps no debía colocarse sobre la corona, sino sobre el cuello dentario por ello, se seleccionó un fórceps que no toque nunca la corona.

Se realizó con el fórceps correspondiente, controlando la fuerza que no debe ser exagerada, sino rítmica y constante. No se realizaron movimientos violentos, repentinos o espasmódicos para así realizar una extracción lo mas atraumática posible.

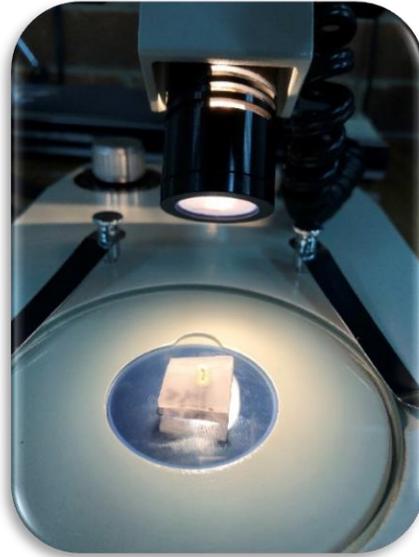
Los dientes fueron almacenados en agua destilada antes de su uso, durante el estudio se colocaron en agua con glicerina previo a ser preparadas; estos fueron embebidos en acrílico transparente previo a su sección transversal. Se realizó un tassel de acrílico (cubo) de 1.3 cm de ancho y altura; el llenado con acrílico se llevó hasta la unión cemento esmalte previo al fraguado del material, la raíz fue embebida en posición longitudinal al eje axial del diente y debió cubrir la totalidad de la porción radicular.

Se realizó una estandarización de tres líneas a los 2, 5 y 8mm respectivamente en dirección apico-coronal, la pieza se fijo para estandarizar los cortes. La sección se realizó con un Dremel de precisión que fue colocado en una base de metal y colocado de forma horizontal utilizando un nivel (instrumento de medición), lo que permitio aumentar la velocidad del corte y realizar un corte preciso a 20,000 rpm; se acompañó de un refrigerante aplicado con spray. Dicho procedimiento permitió una evaluación transversal a los 2, 5 y 8 mm del tercio apical radicular, el cual se desarrolló por medio de un disco de diamante (Jota AG, Rotary Instruments; Switzerland).

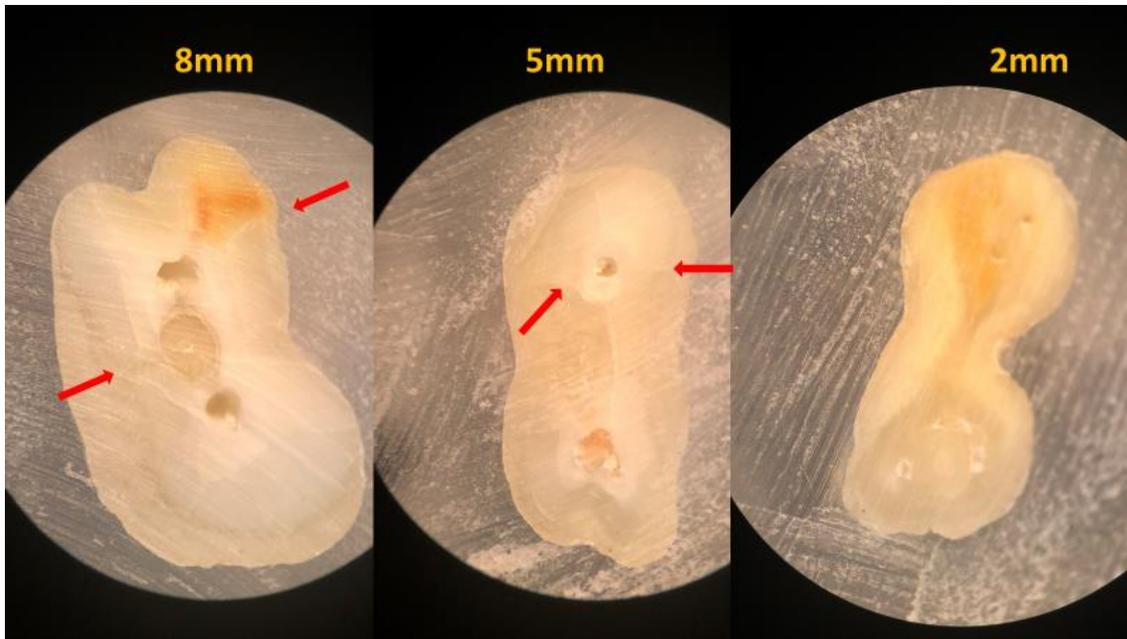




El análisis después de realizados los cortes se realizó con un estéreomicroscopio (**MEIJI Whn10x22/ 2.5**) y cada sección se fotografió con una cámara de 13 MP, dos observadores ciegos previamente calibrados realizaron las mediciones correspondientes de cada una las imágenes obtenidas, para determinar la presencia de cracks dentinales y la extensión de los mismos a los mm establecidos; cuando ocurría una discrepancia en la medición para determinar la presencia de cracks dentinales y la extensión de los mismos se recurrió a un tercer observador.



Los observadores anotaron en una ficha clínica; y se calibraron previamente bajo los conceptos para las diferentes variables evaluadas, como ausente la cual se definió como una dentina radicular intacta de cualquier línea, crack o fractura ya sea en la superficie externa de la raíz o en la superficie interna de la pared del conducto radicular. Presente se definió como una dentina radicular que presentaba cualquier línea, crack o fractura ya sea en la superficie externa de la raíz o en la superficie interna de la pared del conducto radicular. En el caso de que la pieza presentara cracks se anotó como Interno o Externo, dependiendo si este iniciaba desde el conducto radicular o la superficie externa radicular respectivamente. Esto también incluyó dientes con una grieta completa, que era definida como una línea que se extiende desde el espacio interno del conducto radicular todo el camino a la superficie externa de la raíz.



6.8. TABLA DE RECOLECCION DE DATOS

Ver sección de anexos (ANEXOS)

6.9. PROPUESTA ANALISIS ESTADISTICO

Los datos de las variables cualitativas serán representados a través de tablas de contingencia con las respectivas frecuencias y porcentajes. Las diferencias estadísticas entre los grupos se determinaron con una prueba de Chi cuadrado y se calculo el riesgo relativo.

7. RESULTADOS

Luego de la evaluación de las 80 piezas bajo el estereomicroscopio se obtuvieron para el grupo control 5 piezas con cracks en comparación con el grupo recíprocante la cual presentó 16 piezas con cracks dentinales; además se encontraron 8 en el rotatorio con Mtwo y 11 piezas con cracks para el sistema manual. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de instrumentación recíprocante Reciproc con los demás grupos a la que se refiere ($P=0.004$). (Tabla No. 1 y Gráfica No 1)

Tabla No. 1			
Frecuencia y Porcentaje de Piezas			
Con presencia o ausencia de cracks dentinales			
	Si (%)	No (%)	Total
CONTROL	5 (25%)	15 (75%)	20
RECIPROC	16 (80%)	4 (20%)	20
MTWO	8 (40%)	12 (60%)	20
MANUAL	11 (55%)	9 (45%)	20
p=0.004 (chi cuadrado χ^2)			N= 80

Realizando un análisis del razón de momios (RM), se determina que $RM=1$ indica que no hay asociación entre la presencia del factor de riesgo y el evento y que el $RM>1$ indica que existe asociación positiva, es decir, que la presencia del factor de riesgo se asocia a una mayor frecuencia de presentar cracks entre grupos expuestos comparados entre sí. En los resultados encontrados se determinó un RM mayor a 1 en todos los grupos; pero con significancia estadística en la comparación del grupo control vs Reciproc ($P=0.001$), control vs manual ($P=0.05$) y entre Mtwo vs Reciproc ($P=0.01$). (Ver tabla 2)

Tabla No. 2		
Tabla de Razón de momios para las diferentes comparaciones entre grupos		
	OR	Significancia
CONTROL vs. MTWO	2.0	P= 0.31
CONTROL vs. MANUAL	3.6	P= 0.05
CONTROL vs. RECIPROC	12	P= 0.001
MTWO vs. MANUAL	1.8	P= 0.34
MTWO vs. RECIPROC	6.0	P= 0.01
MANUAL vs. RECIPROC	3.2	P= 0.09

En la evaluación de las piezas que presentaron cracks según el corte realizado a 8mm, 5mm y 2mm; se clasificaron en tercio cervical, medio y apical respectivamente. En el grupo control se encontró un total de 8 cracks los cuales 5 fueron en el tercio cervical, 2 en el tercio medio y 1 en apical; en el grupo Reciproc se encontró un total de 27 cracks los cuales 11 fueron en el tercio cervical, 8 en el tercio medio y 8 en el tercio apical; en el grupo de instrumentación Mtwo se encontró un total de 19 cracks divididos en 8, 6 y 5; por ultimo en el grupo manual se encontró un total de 14 cracks divididos en 8, 6 y 0; en tercio cervical, medio y apical respectivamente para cada grupo. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados a la que se refiere ($P=0.63$). (Tabla No. 2 y Grafica No 2)

Tabla No. 3				
Frecuencia y Porcentaje de Cracks Dentinales				
Por tercio Radicular				
	Cervical	Medio	Apical	Total
CONTROL	5 (63%)	2 (25%)	1 (13%)	8
RECIPROC	11 (41%)	8 (30%)	8 (30%)	27
MTWO	8 (42%)	6 (32%)	5 (26%)	19
MANUAL	8 (57%)	6 (43%)	0 (%)	14

p=0.63 (chi cuadrado χ^2)

En la evaluación de los cracks encontrados por tercio cervical a 8mm, se clasificaron en completo, incompleto interno e incompleto externo. En el grupo control se encontró un total de 5 cracks dentinales, 1 crack completo y 4 incompletos externos; en el grupo Reciproc se encontró un total de 11 cracks dentinales, de los cuales 4 fueron completos y 7 incompletos internos; en el grupo de instrumentación Mtwo se encontró un total de 8 cracks dentinales, 5 cracks completos y 3 incompletos internos; por ultimo en el grupo de instrumentación manual se encontró un total de 8 cracks divididos en 6 completos y 2 incompletos externos. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control con los demás grupos por la presencia de cracks incompletos externos a la que se refiere ($P=0.033$). (Tabla No. 3 y Grafica No 3)

Tabla No. 4				
Frecuencia y Porcentaje de Cracks Dentinales				
Según Extensión en Tercio Cervical				
	Completo	Interno	Externo	Total
CONTROL	1 (20%)	0 (%)	4 (80%)	5
RECIPROC	4 (36%)	7 (64%)	0 (%)	11
MTWO	5 (63%)	3 (37%)	0 (%)	8
MANUAL	6 (75%)	2 (25%)	0 (%)	8
p=0.033 (chi cuadrado χ^2)				

En la evaluación de los cracks dentinales encontrados en el tercio medio a 5mm, se clasificaron en completo, incompleto interno e incompleto externo. De los cuales en el grupo control se encontró un total de 2 cracks dentinales 1 completo y 1 incompleto interno; en el grupo Reciproc se encontró un total de 8 cracks dentinales, 3 cracks completos y 5 incompletos internos; en el grupo de instrumentación Mtwo se encontró un total de 6 cracks dentinales, de los cuales 3 fueron completos y 3 cracks dentinales incompletos internos: por ultimo en el grupo de instrumentación manual se encontraron un total de 6 cracks dentinales todos clasificados como completos. No se observaron diferencias estadísticamente

significativas entre los grupos evaluados a la que se refiere ($P=0.55$). (Tabla No. 4 y Grafica No 4)

Tabla No. 5				
Frecuencia y Porcentaje de Cracks Dentinales				
Según Extensión en Tercio Medio				
	Completo	Interno	Externo	Total
CONTROL	1 (50%)	1 (50%)	0 (%)	2
RECIPROC	3 (38%)	5 (62%)	0 (%)	8
MTWO	3 (50%)	3 (50%)	0 (%)	6
MANUAL	6 (100%)	0 (%)	0 (%)	6
p=0.55 (chi cuadrado x^2)				

En la evaluación de los cracks dentinales encontrados en tercio apical a 2mm, se clasificaron en completo, incompleto interno e incompleto externo. De los cuales en el grupo control se encontró un total de 1 crack dentinal clasificado como incompleto interno; en el grupo Reciproc se encontró un total de 8 cracks dentinales, clasificados como 6 incompletos internos y 2 incompletos externos; en el grupo de instrumentación Mtwo se encontró un total de 5 cracks clasificados en 1 completo, 3 incompletos internos y 1 incompleto externo; por último en el grupo de instrumentación manual no se encontraron cracks dentinales en el tercio apical. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados a la que se refiere ($P=0.90$). (Tabla No. 5 y Grafica No 5)

Tabla No. 6				
Frecuencia y Porcentaje de Cracks Dentinales				
Según Extensión en Tercio Apical				
	Completo	Interno	Externo	Total
CONTROL	0 (%)	1 (100%)	0 (%)	1
RECIPROC	0 (%)	6 (75%)	2 (25%)	8
MTWO	1 (20%)	3 (60%)	1 (20%)	5
MANUAL	0 (%)	0 (%)	0 (%)	0
p=0.90 (chi cuadrado x^2)				

8. DISCUSION

Durante la preparación biomecánica, en la cual se limpia y conforma el conducto radicular; mediante el uso de instrumentos que contactan con las paredes dentinales, se ha sugerido que estos contactos generan estrés que pudieran inducir defectos en la dentina conocidos dentro de la literatura como cracks dentinales o “craze lines” (8). Los cuales han sido asociados a la propagación de fracturas verticales posterior a la terapia endodóntica (57,58),

Algunos estudios han revelado que los defectos dentinarios ocurren independiente del tipo de instrumentos utilizado, tanto sistemas de rotación de secuencia completa, como instrumentos alternativos o recíprocos (15), también se ha encontrado una posible relación entre el diseño de los instrumentos de NiTi, diseño de la punta, geometría de sección transversal, conicidad constante o progresiva, distancia entre estrias y la incidencia de fracturas verticales (20).

El objetivo principal del estudio fue evaluar la incidencia de cracks dentinales posterior a varios tipos de instrumentación, se observaron cracks dentinales en todos los grupos incluyendo el grupo control, al momento de ser evaluadas bajo el estereomicroscopio. Se encontró que hay diferencia estadísticamente significativa en la cantidad de cracks presentes en cada grupo; alrededor del 80% de las piezas tratadas con el sistema Reciproc presentaron cracks en comparación con los otros sistemas de instrumentación como mtwo que presento en un 40% de la muestra evaluada, similar a otros estudios realizados previamente (59); posiblemente generados por la cinemática de movimiento en cada sistema de instrumentación. Evaluando los datos obtenidos hay una relación entre la presencia de cracks asociados a la instrumentación y comparándolos entre si, según los resultados obtenidos se logro determinar una mayor incidencia de cracks específicamente por la utilización de Reciproc, así como en la instrumentación manual vs el grupo sin instrumentación.

El grupo control presentó alrededor del 25% de cracks dentinales a diferencia de muchos estudios en los cuales los grupos controles no presentan ningún daño

(16,18,19). Aunque la metodología de la investigación demuestra datos similares, a lo que algunos estudios no invasivos presentaron; en los cuales hay presencia de cracks previo a la instrumentación radicular en una muestra no seccionada; (60) siendo una posible causa de estos cracks la extracción dental de las piezas utilizadas en el estudio.

Los dientes humanos son altamente tolerantes al daño. Su integridad estructural bajo estrés es vital para la longevidad funcional, pero también para una extracción exitosa. La estructura dental resiste a los cracks, se logra con el esmalte que absorbe la carga y la dentina que inhibe la propagación de grietas o fracturas. Aunque las fuerza máxima de una mordida voluntaria es de 400 a 800 N pueden exceder las 900 N en algunas personas con los cuales provocar o iniciar grietas o cracks (61,62). Las grietas cervicales se originan cerca de la unión de cemento-esmalte y probablemente causan roturas en los dientes durante la extracción (62). Las grietas parecen permanecer confinadas dentro del esmalte hasta 550 N de carga si se excede esta fuerza puede transmitirse hacia la dentina, la reducción de las fuerzas de extracción y la posibilidad de fisuras o cracks durante la extracción depende no solo de la cantidad de corona, sino también del tamaño de la raíz, la calidad y cantidad de hueso alveolar y la pérdida de la unión periodontal (63).

Las diferencias entre los instrumentos probados en cuanto a la incidencia de defectos dentinarios pueden deberse a la técnica de preparación y el diseño de la sección transversal de los instrumentos. Dentro de los resultados del estudio, revelaron en su mayoría cracks a nivel cervical en todos los grupos. Tanto Mtwo y Reciproc tienen un diseño idéntico de sección transversal en forma de S con bordes de corte afilados, con un porcentaje de 42% y 41%, muchos estudios mencionan que sistemas como ProTaper y Waveone se caracterizan por una sección transversal triangular o triangular modificado que resulta en una eficiencia de corte más baja y menos espacio de desalojo de los restos dentinarios (21) y que las preparaciones ProTaper, ProFile y GT dieron como resultado defectos dentinarios en 16%, 8% y 4% de los dientes, respectivamente probablemente por su conicidad amplia (9-17, 21).

Otros estudios demostraron que la cinemática de movimiento recíprocante es un factor determinante en la reducción de la fatiga cíclica (32,46), pero a la vez es un corte más agresivo en comparación de los de secuencia completa, por su conicidad y cinemática; dentro los resultados encontrados dentro del presente estudio se presentaron una mayor cantidad de cracks casi duplicando la cantidad en los otros grupos.

Las piezas del grupo de instrumentación manual no causaron mucho daño a la pared del conducto radicular, lo que podría deberse a sus movimientos menos agresivos en el canal, en comparación con las limas operadas con el motor (20) pero aun así hay mas incidencia de generar cracks dentinales con instrumentacion manual en comparación con el sistema rotatorio de secuencia completa. Aunque no hubo una diferencia significativa en la incidencia de cracks si hubo una reducción de piezas con cracks en comparación con el grupo Recíproc, estudios comparan la incidencia de cracks con limas manuales flexo y concluyeron que no habían cracks en raíces preparadas y no preparadas (16,21).

Con respecto a la evaluación por tercios según cada uno de los grupos hubo diferencia estadísticamente significativa solo en el tercio cervical del grupo control, el 80% de los cracks presentes eran incompletos externos; que se comparan con los cracks en la región apical, lo que concuerda con estudios previos, posiblemente provocados por las fuerzas generadas durante extracción dental, los cracks pueden ser impulsados por esfuerzos de flexión, y la posible causa sea el espesor del esmalte (63).

Realizando un análisis de los datos obtenidos puede correlacionarse la presencia de cracks dentinales en todos los grupos a diferentes tercios dentarios, en su mayoría incompletos internos y algunos completos, generados por la instrumentación, debido a que el grupo control siempre hubo menos cracks en comparación con los demás; hubo una diferencia estadísticamente significativa;

según el grupo evaluado. Se encontraron datos similares en varios estudios realizados in vitro que han demostrado que la eliminación excesiva de dentina durante la preparación de la raíz (14,16,59), producen daños en la superficie y pueden disminuir la tasa de supervivencia a largo plazo e incluso inducir fracturas verticales que puede ocurrir como resultado de una línea de microcrack o craze lines que se propaga con la aplicación repetida de estrés por fuerzas oclusales. (8,57,58).

En el presente estudio las piezas tratadas con los sistemas rotatorio Mtwo causaron menos cracks, que las tratadas con el sistema reciprocante Reciproc por generar más estrés; además no se probaron los efectos de la obturación o retratamiento que podrían provocar mas cracks en la estructura dentaria (21).

Muchos estudios han sido presentados pero es difícil reproducir las condiciones in vivo, por lo que los datos obtenidos toman una mayor relevancia; el seccionamiento o la extracción dental de la muestra cómo se mencionó anteriormente podría inducir daños en la pieza dental o cracks como se encontró dentro del grupo control. Sin embargo, se podría utilizar en estudios futuros otros métodos como la tomografía de coherencia óptica, termografía infrarroja o recientemente el micro CT que eliminaría el seccionado, dentro de las limitaciones del estudio, se podría concluir que la cinemática de movimiento y el tipo de instrumento influencia en la generación de cracks dentinales en todos los tercios radiculares.

9. CONCLUSIONES

Se puede concluir que la instrumentación recíproca Reciproc aumenta la incidencia de cracks dentinales ($P=0.004$) en comparación con los demás grupos; según la relación de momios hay mayor incidencia en la cual si hay una diferencia estadística vs el grupo control ($P=0.001$) y el grupo de instrumentación rotatoria mtwo ($P=0.01$), además la instrumentación manual presenta mayor incidencia en la generación de cracks en comparación con el grupo control según la relación momios ($P=0.05$). Los datos obtenidos en este estudio demuestran que no hay diferencia estadísticamente significativa en la incidencia de cracks utilizando la instrumentación recíproca Reciproc comparado con la instrumentación manual ($P=0.09$) que generan menos cracks dentinales. El sistema más seguro según los resultados obtenidos y comparados con todos los grupos es el sistema rotatorio mtwo ($P=0.31$).

Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control con los demás grupos por la presencia de cracks incompletos externos a la que se refiere ($P=0.033$), causado posiblemente por la extracción dental. Así como una mayor número de cracks a nivel cervical en el grupo de instrumentación Reciproc a nivel tercio cervical (8 mm), debido posiblemente a generan mayor cantidad de estrés en las paredes durante la preparación biomecánica de las piezas tratadas endodónticamente.

No se encontró diferencia estadísticamente significativa en la extensión de cracks dentinales en tercios medio ($P=0.55$) y apical ($P=0.90$); con una menor incidencia de cracks dentinales en el grupo de instrumentación manual y el grupo control en comparación con los otros grupos de estudio.

10. RECOMENDACIONES

Se sugiere en futuros estudios evaluar estandarizar el tipo de pieza, también evaluar los efectos de los cracks dentinales encontrados durante la instrumentación y su posible efecto en la irrigación y la obturación.

Considerar el empleo de tecnologías diagnósticas que nos ofrezcan un mejor manejo de la muestra, sin realizar un seccionamiento de la misma y por lo tanto no dañarla o perderla.

11. BIBLIOGRAFIA

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974 Apr;18(2):269–96.
2. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *J Endod.* 2004;30(8):559–67.
3. Tsesis I, Rosenberg E, Faivishevsky V, Kfir A, Katz M, Rosen E. Prevalence and Associated Periodontal Status of Teeth with Root Perforation: A Retrospective Study of 2,002 Patients' Medical Records. *J Endod* [Internet]. 2010;36(5):797–800. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2010.02.012>
4. Aydin B, Köse T, Çalışkan MK. Effectiveness of HERO 642 versus Hedström files for removing gutta-percha fillings in curved root canals: An ex vivo study. *Int Endod J.* 2009;42(11):1050–6.
5. Cujé J, Bargholz C, Hülsmann M. The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. *Int Endod J.* 2010;43(7):545–54.
6. Tamse A, Fuss Z, Lustig J, Kaplavi J. An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth. *J Endod.* 1999;25(7):506–8.
7. Pasqualini D, Scotti N, Tamagnone L, Ellena F, Berutti E. Hand-operated and Rotary ProTaper Instruments: A Comparison of Working Time and Number of Rotations in Simulated Root Canals. *J Endod.* 2008;34(3):314–7.
8. Wilcox LR. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *J Endod.* 1997;23(8):533–4.
9. Bier CAS, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR, Wu MK. The Ability of Different Nickel-Titanium Rotary Instruments To Induce Dentinal Damage During Canal Preparation. *J Endod* [Internet]. 2009;35(2):236–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2008.10.021>
10. 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. *Int Endod J.* 2012;45(5):449–61.

11. De-Deus G, Brandão MC, Barino B, Giorgi K Di, Fidel RAS, Luna AS. Assessment of apically extruded debris produced by the singlefile ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* [Internet]. 2010;110(3):390–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.04.020>
12. Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martin-Biedma B. Alternating versus Continuous Rotation: A Comparative Study of the Effect on Instrument Life. *J Endod*. 2010;36(1):157–9.
13. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Palermo F, Gambarini G, Rapisarda E. Cyclic fatigue resistance of two reciprocating nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. *Int Endod J*. 2013;46(2):155–9.
14. Liu R, Hou BX, Wesselink PR, Wu MK, Shemesh H. The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the protaper system. *J Endod* [Internet]. 2013;39(8):1054–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.04.013>
15. Bürklein S, Tsotsis P, Schäfer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: Reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod*. 2013;39(4):501–4.
16. Priya NT, Chandrasekhar V, Anita S, Tummala M, Phanidhar Raj TB, Badami V, et al. “Dentinal microcracks after root canal preparation” a comparative evaluation with hand, rotary and reciprocating instrumentation. *J Clin Diagnostic Res*. 2014;8(12):ZC70–2.
17. Capar ID avu., Arslan H, Akcay M, Uysal B. Effects of ProTaper Universal, ProTaper Next, and HyFlex instruments on crack formation in dentin. *J Endod* [Internet]. 2014;40(9):1482–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.02.026>
18. Kansal R, Rajput A, Talwar S, Roongta R, Verma M. Assessment of dentinal damage during canal preparation using reciprocating and rotary files. *J Endod*. 2014;
19. Gergi RM, Osta NE, Naaman AS. Dentinal crack formation during root canal preparations by the twisted file adaptive, Reciproc and WaveOne instruments.

- Eur J Dent. 2015;9(4):508–12.
20. Kim HC, Lee MH, Yum J, Versluis A, Lee CJ, Kim BM. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J Endod* [Internet]. 2010;36(7):1195–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2010.02.010>
 21. Shemesh H, Bier CAS, Wu MK, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *Int Endod J*. 2009;42(3):208–13.
 22. Siqueira JF, Rqas N, Favieri A. Chemomechanical Reduction of the Bacterial Population in the Root Canal after Instrumentation and Irrigation with 1 %, Hypochlorite. 2000;26(6).
 23. Gonza MP, Gonza S. Decalcification of root canal dentine by citric acid , EDTA and sodium citrate. 2004;365–9.
 24. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Effect of EDTA and Citric Acid Solutions on the Microhardness and the Roughness of Human Root Canal Dentin. 2005;31(2):107–10.
 25. Reis C, De-deus G, Leal F. Strong effect on dentin after the use of high concentrations of citric acid : An assessment with co-site optical microscopy and ESEM. 2008;4:1608–15.
 26. Marroquín BB, El-Sayed MAA, Willershausen-Zönnchen B. Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and mandibular molars. *J Endod*. 2004;30(5):321–8.
 27. Ponce EH, Vilar Fernández JA. The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: Evaluation by optical microscopy. *J Endod*. 2003;29(3):214–9.
 28. Solares IJ, Goldberg F. *Endodoncia: Técnica Y Fundamentos*. 2da ed. Editorial Medica Panamericana. Argentina; 2012. 77–125 p.
 29. Canalda Carlos BE. *Endodoncia Técnicas Clínicas y Bases Científicas*. 2013.
 30. Leonardo M. *Endodoncia - tratamiento de conductos radiculares, tomo I*. 2005. p. 500.
 31. Canalda C, Brau E. *Endodoncia: Técnicas Clínicas y Bases Científicas*. In:

- 2da ed. Barcelona, España: Editorial Masson, S.A.; 2006. p. 159–98.
32. de Camargo ÉJ, Zapata RO, Medeiros PL, Bramante CM, Bernardineli N, Garcia RB, et al. Influence of Preflaring on the Accuracy of Length Determination With Four Electronic Apex Locators. *J Endod.* 2009;35(9):1300–2.
 33. Van der Vyver P. Creating a glide path for rotary NiTi instruments: part two. *Int Dent SA* [Internet]. 2011;13(2):14–25. Available from: [http://www.kwikwap.co.za/essa/docs/Creating a glide path for rotary Ni Ti instruments Part 1 Prof Peet van der Vyver.pdf%5Cnpapers2://publication/uuid/F475FE98-C9FD-4F69-8E6B-C08FDBD68822%5Cnhttp://www.moderndentistrymedia.com/mar_april2011/van_der_vyver2](http://www.kwikwap.co.za/essa/docs/Creating_a_glide_path_for_rotary_Ni_Ti_instruments_Part_1_Prof_Peet_van_der_Vyver.pdf%5Cnpapers2://publication/uuid/F475FE98-C9FD-4F69-8E6B-C08FDBD68822%5Cnhttp://www.moderndentistrymedia.com/mar_april2011/van_der_vyver2)
 34. Castelló-Escrivá R, Alegre-Domingo T, Faus-Matoses V, Román-Richon S, Faus-Llácer VJ. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of ProTaper, WaveOne, and twisted files. *J Endod.* 2012;38(11):1521–4.
 35. Lopreite GH, Basilaki JM. *Claves de la Endodoncia Mecanizada*. 1a ed. Grupo Guia SA, editor. Buenos Aires, Argentina; 2015.
 36. Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Candeiro GTDM, Kawakami DAS. Resistance to flexural fatigue of reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endod.* 2012;38(5):684–7.
 37. Sotokawa T. An analysis of clinical breakage of root canal instruments. *J Endod.* 1988;14(2):75–82.
 38. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* [Internet]. 1997;23(2):77–85. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239997802506>
 39. Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: Assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J.* 2003;36(2):93–9.
 40. Veltri M, Mollo A, Mantovani L, Pini P, Balleri P, Grandini S. A comparative study of Endoflare – Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals. 2005;610–6.

41. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2004;37(4):229–38.
42. Bertrand M, Médioni E, Muller M, Bolla M. Curved molar root canal preparations using Hero 642 rotary nickel – titanium instruments. 2001;631–6.
43. Yared G. Canal Preparation With Only One Reciprocating Instrument Without Prior Hand Filing: A New Concept. *One File Endo A New Concept.* 2010;1–8.
44. Ruddle CJ. DENTISTRY TODAY January 2012 NDODONTIC C ANAL P REPARATION : AVE O NE S INGLE -F ILE T ECHNIQUE. 2012;(January):1–7.
45. Madarati AA, Qualtrough AJE, Watts DC. A Microcomputed Tomography Scanning Study of Root Canal Space: Changes after the Ultrasonic Removal of Fractured Files. *J Endod [Internet].* 2009;35(1):125–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2008.10.005>
46. Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta N, Al Sudani D. Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *Int Endod J.* 2012;45(9):802–6.
47. Peters OA, Barbakow F. Dynamic torque and apical forces of ProFile .04 rotary instruments during preparation of curved canals. *Int Endod J.* 2002;35(4):379–89.
48. Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M. Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: A long-term study. *J Endod.* 2004;30(2):80–3.
49. De Oliveira Alves V, Da Silveira Bueno CE, Cunha RS, Pinheiro SL, Fontana CE, De Martin AS. Comparison among manual instruments and pathfile and mtwo rotary instruments to create a glide path in the root canal preparation of curved canals. *J Endod.* 2012;38(1):117–20.
50. Regan JD, Witherspoon DE, Foyle D. Surgical repair of root and tooth perforations. *Endod Top [Internet].* 2005;11(1):152–78. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1601-1546.2005.00183.x>

51. Berutti E, Paolino DS, Chiandussi G, Alovise M, Cantatore G, Castellucci A, et al. Root canal anatomy preservation of waveone reciprocating files with or without glide path. *J Endod* [Internet]. 2012;38(1):101–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.09.030>
52. Bryant ST, Thompson S a, al-Omari M a, Dummer PM. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J*. 1998;31(4):282–9.
53. Cantatore G, Berutti E, Castellucci A. PathFiles: A New Rotary Nickel-Titanium Instrument for Mechanical Glide Path and Preflaring. Available from: [http://www.endocastellucci.com/en/PDF/Article GlidePath.pdf](http://www.endocastellucci.com/en/PDF/Article%20GlidePath.pdf)
54. Kim HC, Kwak SW, Cheung GSP, Ko DH, Chung SM, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc Versus WaveOne. *J Endod* [Internet]. 2012;38(4):541–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.11.014>
55. Bonaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, Schäfer E, Tripi TR. Shaping Ability of Four Nickel-Titanium Rotary Instruments in Simulated S-Shaped Canals. *J Endod*. 2009;35(6):883–6.
56. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod*. 2012;38(6):850–2.
57. TAMSE A. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: diagnostic signs and clinical management. *Endod Top* [Internet]. 2006;13(1):84–94. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1601-1546.2006.00200.x>
58. Shemesh H, van Soest G, Wu MK, Wesselink PR. Diagnosis of Vertical Root Fractures with Optical Coherence Tomography. *J Endod*. 2008;34(6):739–42.
59. Yoldas O, Yilmaz S, Atakan G, Kuden C, Kasan Z. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different NiTi rotary instruments and the self-adjusting file. *J Endod* [Internet]. 2012;38(2):232–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.10.011>
60. De-Deus G, Belladonna FG, Souza EM, Silva EJNL, Neves ADA, Alves H, et

- al. Micro-computed Tomographic Assessment on the Effect of ProTaper Next and Twisted File Adaptive Systems on Dentinal Cracks. *J Endod.* 2015;41(7):1116–9.
61. Kang MH, Oh SK, Shin HS, Yoo JH, Lee GW, Wang JS, et al. Novel Ni germanide technology with co-sputtering of Ni and Pt for thermally stable Ge MOSFETs on Ge-on-Si substrate. *2010 Silicon Nanoelectron Work SNW 2010.* 2010;6–11.
62. Keown AJ, Lee JJW, Bush MB. Fracture behavior of human molars. *J Mater Sci Mater Med.* 2012;23(12):2847–56.
63. Lee JJW, Kwon JY, Chai H, Lucas PW, Thompson VP, Lawn BR. Fracture modes in human teeth. *J Dent Res.* 2009;88(3):224–8.

12. ANEXOS

12.1. ANEXO 1

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Odontología
Clínica de Postgrado
Dr. Pablo José Giron Ruiz
Carné 200418546
Residente de Endodoncia Maestría en Endodoncia 2014-2016

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Consentimiento para participar en el estudio de investigación titulado **“INCIDENCIA DE CRACKS DENTINALES POSTERIOR A VARIOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION IN VIVO EVALUADOS BAJO ESTEREOMICROSCOPIO”**.

El presente documento es una invitación para participar en un trabajo de investigación, para optar al grado de maestría, propuesto por el Posgrado de Endodoncia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la ciudad capital de Guatemala.

Su participación en el mismo es totalmente voluntaria si usted tiene alguna pregunta o inquietud, no dude en manifestarla a alguno de los operadores quien con mucho gusto se lo aclarará. La confidencialidad de sus datos (nombre, datos e identificación personal) nunca será revelada al público. Estas estarán a disposición únicamente del operador y sus asesores los cuales serán responsables de las mismas.

Yo _____ identificado(a) con documento nacional de identidad (DPI) _____ extendido en _____ declaro:

El facultativo abajo firmante me ha explicado que es necesario según orden de mi ortodoncista tratante proceder a realizar exodoncias de las piezas _____, brindándome la siguiente información:

- Que las extracciones a realizar son indicadas por su odontólogo tratante, y que las piezas seleccionadas para el tratamiento endodóntico no necesitan dicho tratamiento.
- Se me explico que posteriormente a la limpieza y conformación del conducto se realizara la exodoncia de manera atraumática de ambas piezas.
- Se me ha explicado que una endodoncia (tratamiento de conducto) consiste en la abertura de una pieza dental, limpieza, desinfección.
- Para el protocolo de irrigación (limpieza química) del conducto se utilizara la técnica irrigación manual con jeringa Monojet.
- Todas las técnicas y procedimientos clinicos tienen evidencia científica acerca del protocolo a seguir. En ningún momento representan algún tipo de riesgo hacia los pacientes si son correctamente utilizadas, y de momento no hay evidencia que demuestre que influyan si la instrumentación realizada provoca o crack dentinales.
- Todos los procedimientos se realizan generalmente con anestesia local.
- Se me han explicado las posibles complicaciones.
- Después de la atención pueden aparecer o aumentar síntomas dolor, hinchazón de la cara, etc. que generalmente se alivian con analgésicos, antiinflamatorios y/o antibióticos
- He comprendido claramente las explicaciones que se me han entregado. El operador que me ha atendido me ha permitido realizar todas las consultas para aclarar las dudas que le he planteado. Comprendo los riesgos y beneficios del tratamiento y, en tales condiciones, autorizo que se me realice el (los) tratamiento(s) de canal(es) y la reevaluación pertinente.

DATOS DEL PARTICIPANTE

Nombre _____ Expediente No. _____

Teléfono: _____ Firma _____

DATOS DE LOS INVESTIGADORES

Nombre _____ No de carnet. _____

Teléfono: _____ Firma _____

DATOS DE LOS TESTIGOS

Nombre _____ DPI. _____

Teléfono: _____ Firma _____

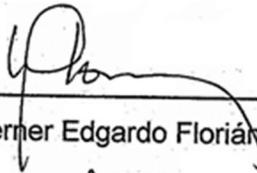
Parentesco con el paciente: _____

12.2. ANEXO 2

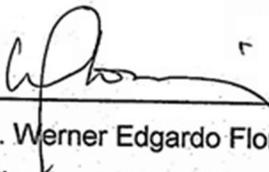
Tabla Recolección de Datos					
No Pieza	Instrumentación	Longitud de Corte	Cracks	Extensión	Fotografía



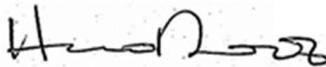
Dr. Pablo José Girón Ruiz
Autor



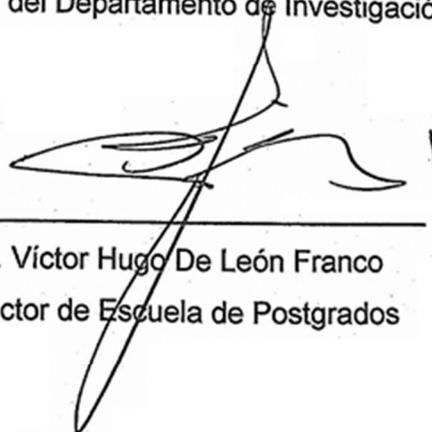
Dr. Werner Edgardo Florián Jerez
Asesor



Dr. Werner Edgardo Florián Jerez
Coordinador de Maestría en Endodoncia



Dr. Hugo Roberto Muñoz Roldan
Director del Departamento de Investigación



Dr. Víctor Hugo De León Franco
Director de Escuela de Postgrados

Guatemala 26 de noviembre, 2018