



UADY

CIENCIAS DE LA SALUD
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

FRECUENCIA DE REBASE Y REMOCIÓN DE
INSTRUMENTOS FRACTURADOS EN CONDUCTOS
RADICULARES

Tesis presentada por:

INGRID NAYELI NOVELO HERNÁNDEZ

En opción al Diploma de Especialización en:

ENDODONCIA

Directora:

M. EN. O. MARÍA EUGENIA LÓPEZ VILLANUEVA

Mérida, Yucatán, Julio 2018



UADY

CIENCIAS DE LA SALUD

FRECUENCIA DE REBASE Y REMOCIÓN DE
INSTRUMENTOS FRACTURADOS EN CONDUCTOS
RADICULARES

Tesis presentada por:

INGRID NAYELI NOVELO HERNÁNDEZ

En opción al Diploma de Especialización en:

ENDODONCIA

Directora:

M. EN. O. MARÍA EUGENIA LÓPEZ VILLANUEVA

Mérida, Yucatán, Julio 2018



UADY
CIENCIAS DE LA SALUD
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

UNIDAD DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Mérida, Yucatán, 1 de Julio de 2018

C. INGRID NAYELI NOVELO HERNÁNDEZ

Con base en el dictamen emitido por su Directora y revisores, le informo que la Tesis titulada **"FRECUENCIA DE REBASE Y REMOCIÓN DE INSTRUMENTOS FRACTURADOS EN CONDUCTOS RADICULARES"**, presentada como cumplimiento a uno de los requisitos establecidos para optar al Diploma de la Especialización en Endodoncia, ha sido aprobada en su contenido científico, por lo tanto, se le otorga la autorización para que una vez concluidos los trámites administrativos necesarios, se le asigne la fecha y hora en la que deberá realizar su presentación y defensa.



M. C. O. José Rubén Herrera Atoche
Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación



M. en O. María Eugenia López Villanueva
Directora de Tesis



Dr. Marco Antonio Ramírez Salomón
Revisor



C. D. Rafael Hoyos Pinzón
Revisor

Artículo 78 del reglamento interno de la facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Aunque una tesis hubiera servido para el examen profesional y hubiera sido aprobada por el sínodo, sólo su autor o autores son responsables de las doctrinas en ella emitidas.

Este trabajo se realizó en la Clínica de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán, bajo la dirección de M en O María Eugenia López Villanueva. Los resultados presentados, son parte del proyecto de investigación “Terapia endodóntica en dientes permanentes en diferentes estadios de formación radicular”. Con clave SISTPROY (FODO-2017-0002).

AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres y abuelos por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este. Gracias por apoyarme en cada paso que doy y por estar siempre motivándome a cumplir todos mis sueños y anhelos.

A mi hermanita por todo el apoyo incondicional que siempre me ha dado, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mi directora de Tesis Dra. Maria Eugénia López Villanueva, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

A CONACYT por su apoyo através de una beca como ayuda para poder realizar mis estudios de posgrado.

A todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyector y de mi formación académica.

ÍNDICE

RESUMEN	
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
JUSTIFICACIÓN	28
OBJETIVOS	29
DISCUSIÓN	37
CONCLUSIÓN	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	7
FIGURA 2	8
FIGURA 3	9
FIGURA 4	10
FIGURA 5	19
FIGURA 6	24
FIGURA 7	33
FIGURA 9	34
FIGURA 10	35
FIGURA 11	35
FIGURA 12	36
FIGURA 13	36

RESUMEN

El objetivo de este estudio es determinar la frecuencia de rebase y retiro de instrumentos fracturados en el conducto radicular.

Introducción: una de las complicaciones que ocurren con mayor frecuencia es la fractura de un instrumento al interior del conducto. La fractura de instrumentos tiene una incidencia del 5%, aproximadamente. Las posibilidades terapéuticas en casos de fractura de instrumentos pueden resumirse en cuatro: extraerlo, rebasarlo y si este impide el paso a la longitud de trabajo dejarlo y obturarlo hasta donde sea posible y finalmente tratamientos como la cirugía periapical.

Material y métodos: Se incluyeron los órganos dentarios tratados endodónticamente en el Posgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán en los que ocurrió fractura de instrumentos. En el instrumento de medición se recolectaron los datos del paciente, órgano dentario, la raíz y el tercio apical, la longitud y calibre de la lima, el tipo de instrumentación y por último se tuvo que realizar un reporte donde se describió el plan terapéutico realizado es decir, si se logró remover el instrumento, se dejó el instrumento en la obturación impidiendo llegar a la longitud de trabajo o si se pudo lograr un rebase. Los datos obtenidos se agruparon, ordenaron y se analizaron mediante estadística descriptiva y los resultados se presentaron a través de gráficas.

Resultados: en la mayoría de los casos (54%), se obturaron hasta donde el instrumento lo permitió porque el instrumento no pudo ser extraído del sistema de conductos radiculares, impidiendo el paso hasta la longitud de trabajo, es muy importante señalar que el 35 % de los instrumentos se pudieron rebasar y solo el 11% se pudo remover.

Conclusión: la frecuencia de instrumentos fracturados que no se pudo extraer o rebasar, fue más de la mitad, sin embargo estos instrumentos en su mayoría fueron en calibres mayores de 35, lo que indica que pudo existir una irrigación previa desinfectando el conducto radicular.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Durante la realización de los tratamientos de conductos pueden ocurrir numerosos accidentes y complicaciones, esto puede deberse a la anatomía del diente, conductos calcificados o bien a la inexperiencia del operador, por eso los procedimientos deben realizarse con mucha cautela y paciencia,

Los accidentes pueden ser diversos desde perforaciones, fractura de instrumentos, desviaciones de la anatomía del conducto, sobreinstrumentación, sobreextensión, sobreobturación, fracturas verticales, enfisema y edema de los tejidos, aspiración y deglución de instrumentos.

Para resolver de manera exitosa los accidentes que se pudieran presentar durante la realización del tratamiento se deben conocer los conceptos biológicos, tener experiencia clínica e integrar la tecnología al tratamiento endodóntico convencional.

Una de las complicaciones que ocurren con mayor frecuencia es la fractura de un instrumento al interior del conducto, lo que en algunos casos puede provocar una deficiente limpieza y conformación del conducto radicular y por lo tanto una deficiente obturación, sin embargo a pesar de ello, se han documentado diferentes casos de éxito, esto dependerá del momento en que ocurrió la fractura y tercio radicular en el que se encuentra el instrumento, el tipo de instrumento y del estado pulpar, es decir, si la pulpa es vital o necrótica.

Existen diferentes estudios que hablan acerca de la fractura de instrumentos en el interior del conducto radicular y sus consecuencias, esto nos lleva a plantearnos la siguiente pregunta ¿Qué porcentaje de instrumentos fracturados se podrá rebasar, retirar o ninguna de las anteriores?

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La Asociación Americana de Endodoncia (AAE) define a la endodoncia como la rama de la odontología que se ocupa de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental humana y los tejidos perirradiculares.

Su estudio abarca las ciencias básicas y clínicas, incluyendo la biología, etiología, diagnóstico, prevención tratamiento de enfermedades y lesiones pulpares y las condiciones perirradiculares (1).

La terapia endodóntica consiste en tratar las pulpas dentales y necróticas de manera que los pacientes puedan conservar sus órganos dentarios naturales de manera funcional y estética (2).

Para alcanzar el éxito en el tratamiento de conductos es necesario cumplir paso a paso la triada endodóntica que consiste en la preparación biomecánica, control microbiano y obturación apropiada. La preparación biomecánica es considerada la más importante a seguir para alcanzar los otros dos objetivos y está influenciada negativamente por la anatomía altamente variable del conducto radicular y la incapacidad relativa del operador para visualizar esta anatomía a partir de radiografías (3).

El objetivo biológico del procedimiento de limpieza y conformación es para remover todos los tejidos pulpares, bacterias y toxinas bacterianas del sistema de conductos radiculares (4).

La instrumentación del conducto radicular debe conservar el foramen apical existente dando una forma cónica al extremo coronal sin cambiar la curvatura original del conducto (5).

Durante la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, pueden ocurrir accidentes de procedimiento que pueden afectar el pronóstico como la formación de escalones, la creación de conductos artificiales, la perforación de las raíces, la extrusión

instrumentos (6).

No todos los accidentes de procedimiento conducen a un mal pronóstico, pero cualquier error que comprometa el control microbiano aumenta el riesgo de un mal resultado. La fractura de los instrumentos del conducto radicular es uno de los incidentes más problemáticos en la terapia endodóntica, especialmente si el fragmento no puede ser removido (7).

La fractura de instrumentos tiene una incidencia del 5%, aproximadamente (8). Un instrumento fracturado limita el acceso a la porción apical del conducto, comprometiendo la conformación, la desinfección y por lo tanto la obturación, sin embargo, el concepto de fracaso sigue siendo relativo, ya que la fractura de un instrumento rara vez es la causa directa. Cuando el tratamiento se completa en condiciones ideales donde se consigue la asepsia, la desinfección y la obturación tridimensional del sistema de conductos, el riesgo de formación de una lesión apical, es bajo (9,10,11). Si uno de estos elementos falta, la tasa de éxito disminuye (12).

Los riesgos al eliminar un instrumento deben ser tomados en cuenta junto con los beneficios de la remoción, el debilitamiento del órgano dentario o la perforación durante la remoción del instrumento puede ser más perjudicial que el fragmento de instrumento (13).

El pronóstico del órgano dentario tratado dependerá del momento, la zona, el calibre del instrumento fracturado y el estado pulpar, es decir, cuando el diagnóstico del órgano dentario es pulpa vital, el conducto es prácticamente estéril, el objetivo del tratamiento es eliminar todo el tejido pulpar, moldear, desinfectar y llenar el conducto, sellando el acceso para prevenir que se vuelva a contaminar. Este tratamiento debe realizarse con aislamiento absoluto, instrumentos estériles y el uso de un irrigante antibacteriano. La obturación debería ser idealmente completada en la misma sesión, siempre que haya suficiente tiempo disponible para evitar la posibilidad de contaminación entre las visitas. Si un instrumento sufre una fractura durante el proceso de conformación, debe tomarse una radiografía para observar su posición. Si no es posible removerlo o sobrepasarlo, pero el sistema de conductos nunca ha sido contaminado, la presencia del fragmento retenido no debe influir en el pronóstico (13).

En caso de pulpa necrótica, el objetivo del tratamiento es obtener la desinfección y prevenir la reinfección con una obturación radicular y un sellado coronal apropiado. Si la fractura del instrumento se produce al final de la instrumentación el pronóstico es razonable. Si ocurre al inicio del tratamiento y no es posible sobrepasar el instrumento, entonces habrá habido poca oportunidad de desinfectar el sistema de conductos y por lo tanto el pronóstico es reservado (14).

La presencia de una radiolucencia apical confirma la infección del conducto; no obstante la ausencia de una lesión, no debe considerarse como una garantía de esterilidad. Durante el retratamiento, el sistema de conductos radiculares debe considerarse contaminado y la presencia de un fragmento de un instrumento retenido puede impedir el acceso al tercio apical, comprometiendo así la desinfección. Si el instrumento puede ser removido, los objetivos del tratamiento se pueden lograr con una tasa de éxito equivalente al tratamiento convencional (15).

La posición del instrumento fracturado puede impedir el acceso a ciertas áreas del conducto el cual, debe ser conformado, desinfectado y obturado hasta la longitud accesible y posteriormente ser restaurado. La tasa de éxito dependerá de la contaminación del conducto y de la posición del fragmento (tercio apical, medio o coronal), ya que esto influye en la cantidad del sistema de conductos que no ha sido desinfectado. Es necesario el seguimiento radiográfico para evaluar la salud periapical; si se observa que la lesión aumenta de tamaño o si hay síntomas clínicos (dolor, inflamación y tracto sinuoso), se debe realizar una cirugía apical para eliminar la parte de la raíz que no ha sido desinfectada durante el tratamiento ortógrado, o bien la extracción (13).

Las posibilidades terapéuticas en casos de fractura de instrumentos pueden resumirse en cuatro: extraerlo, rebasarlo y si este impide el paso a la longitud de trabajo dejarlo y obturarlo hasta donde sea posible y finalmente tratamientos como la cirugía periapical.

Si la eliminación del fragmento se considera la opción a seguir, el procedimiento clínico puede ser delicado y comprometer la conservación de los órganos dentarios a largo plazo. Se requiere un cuidado considerable durante la extracción del instrumento; y evitar la destrucción de la estructura dental (16).

La tasa de éxito de un tratamiento endodóntico está relacionada con la desinfección del conducto, incluso en presencia de un instrumento fracturado. La fractura de un instrumento, ya sea de Níquel Titanio o de acero inoxidable, está normalmente relacionada con un uso inadecuado. Prevenir la fractura mediante el entrenamiento del operador, monitorear los instrumentos para detectar signos de deformación y usarlos sólo una vez es la mejor manera de minimizar los problemas (13).

La posibilidad de utilizar instrumentos rotatorios de Níquel Titanio (NiTi) revolucionó la forma de instrumentar el sistema de los conductos radiculares, de igual manera se ha observado un aumento del número de casos de instrumentos fracturados (17).

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA REMOCIÓN DE INSTRUMENTOS FRACTURADOS

Los factores que influyen en la eliminación de los instrumentos fracturados y las posibles complicaciones asociadas se discuten a fondo en un estudio realizado por Madarati *et al.* También se describen técnicas, métodos, dispositivos e instrumentos que pueden usarse para la eliminación de instrumentos fracturados (18).

1. ANATOMÍA DEL ÓRGANO DENTARIO:

Los factores dentales son dictados por el tipo de diente, la forma y el diámetro del conducto radicular, la posición del fragmento fracturado su ubicación con respecto al conducto radicular, la ubicación del fragmento con respecto a la curvatura del conducto radicular, así como el radio y el grado de curvatura del conducto.

Cabe señalar que la mayoría de los instrumentos NiTi, debido a su flexibilidad, generalmente se fracturan más en el tercio apical es decir después de la curvatura que presenta la raíz (19).

2. DISEÑO DE LA LIMAS

El diseño de los instrumentos fracturados también es importante, por ejemplo, la eliminación de las limas K es más fácil y más exitosa que las limas Hedströme (20). El diseño de las limas Hedströme puede hacer más difícil su eliminación. En comparación con las limas K, las limas Hedströme tienen un ángulo de hélice más grande, flautas más profundas y un mayor ángulo de inclinación positivo. Otra posible razón es que estas características dan como resultado que las limas Hedströme tengan una mayor eficiencia

de corte que las limas K, lo que puede resultar en un mayor acoplamiento en las paredes del conducto radicular en el momento en que ocurre la fractura (21).

3. FACTORES DEL OPERADOR

La fractura de un instrumento es un incidente frustrante que pone al clínico bajo tensión y posibles litigios (22), lo que puede provocar que se intente remover el fragmento. Sin embargo, uno de los requisitos previos más importantes para manejar estos casos es adoptar un enfoque metodológico medido con la mayor paciencia por parte del operador. Además, la remoción exitosa es un desafío que se basa en el conocimiento, la capacitación, la familiaridad con las técnicas y los instrumentos, la perseverancia y la creatividad (23-24). Es importante destacar que un operador experimentado no sólo puede quitar el instrumento fracturado sino también no sacrificar el tejido dental innecesariamente. Si un clínico cree que no tiene la competencia para el manejo exitoso, referir al paciente a un especialista sería la actitud correcta (25).

Se han utilizado muchas técnicas para la recuperación de limas fracturadas (26). La ampliación suficiente del área coronal hasta donde se encuentra el fragmento es esencial para su recuperación. La utilización de ultrasonido ha demostrado ser una técnica muy exitosa en la eliminación de instrumentos fracturados *in vitro* e *in vivo* en asociación con el microscopio de operación (27). La técnica presentada por Ruddle consiste en preparar una plataforma de escalonamiento en el conducto pre-ampliado y remover la dentina alrededor del segmento fracturado usando puntas ultrasónicas. Si la aplicación directa de energía ultrasónica no afloja suficientemente el instrumento fracturado para extraerlo, el fragmento debe ser atrapado y recuperado. Esto se puede lograr con una variedad de técnicas, muchas de ellas usando alguna variante de un microtubo. Las desventajas de la recuperación de las limas fracturadas han sido la eliminación excesiva de la dentina radicular durante la remoción, lo que puede resultar en perforación o predisponer los dientes a la fractura de la raíz vertical, especialmente en el tercio apical (23).

Muchos instrumentos y técnicas han sido presentadas a lo largo del tiempo, un ejemplo sería la lima tipo K, cuya técnica de uso se estandarizó en los años 60's y desde ese entonces muchas otras técnicas han surgido para mejorar la calidad de preparación del conducto radicular (3). Pero también se ha reconocido que el uso de estas limas se asocia con alteraciones indeseables de la morfología del conducto radicular (4).

LIMAS DE ACCIÓN MANUAL

Los instrumentos de acción manual se denominan genéricamente limas. Definidas por su función, las limas son instrumentos que ensanchan los conductos con movimientos de inserción y retiro.

Históricamente, los instrumentos para los conductos radiculares se fabricaban de acero al carbono. Posteriormente, el empleo de acero inoxidable mejoró notablemente la calidad de los instrumentos. Más recientemente se introdujeron las limas de tipo K fabricadas con NiTi. (8).

1. LIMAS TIPO K

Al principio fueron fabricadas en serie por Kerr Manufacturing Co. a comienzos del siglo XX; de ahí el nombre de “limas K” (o K-files) y ensanchador K (K-reamer). Las limas K y los ensanchadores K se fabricaron al principio según el mismo proceso: se torsiona una pieza metálica cuadrada o triangular en su eje mayor, para producir hojas de corte parcialmente horizontales (Fig1). Se pulen tres o cuatro superficies planas equiláteras a profundidades crecientes en los laterales de un fragmento de alambre, para obtener una forma piramidal. Después se estabiliza el alambre en un extremo y se gira el extremo distal para formar el instrumento en espiral. El número de lados y espirales determina si el instrumento actúa mejor como lima o como ensanchador.

Los instrumentos de tipo K son útiles para penetrar y ensanchar los conductos radiculares. Generalmente, el movimiento de ensanchar (es decir, rotación constante con una lima) causa menos transporte que el movimiento de limar (rotación con una lima que hace movimiento recíproco o «giratoria») (28-29). Transporte o desgarro es la pérdida excesiva de dentina en la pared externa de un conducto curvado en el segmento apical.

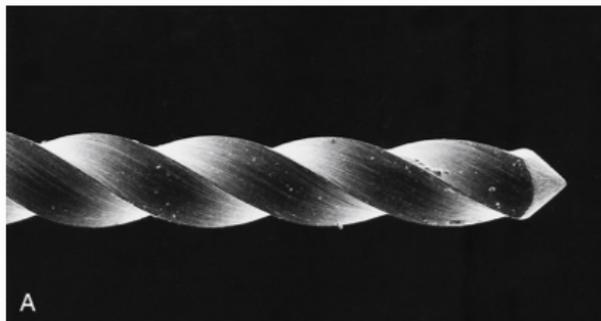


Figura 1

Las limas K de acero inoxidable se pueden precurvar por exceso de flexión. Este procedimiento somete la lima a un esfuerzo importante y, por lo tanto, debe evitarse al máximo. Cuando las estrías se enroscan excesivamente o se abren en exceso, se produce una deformación permanente (fig. 2). Si se produce esta deformación, el instrumento debe dejar de usarse; los instrumentos se fracturan durante el movimiento horario después de la deformación plástica.

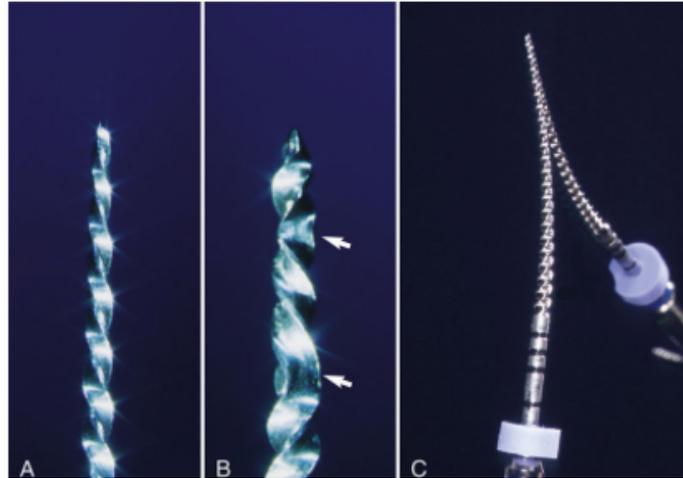


Figura 2

Curiosamente, aunque la fuerza requerida es la misma en ambas direcciones de rotación, la fractura se produce en la dirección contraria a las agujas del reloj con la mitad de rotaciones que se precisan cuando se trabaja en el sentido de las agujas del reloj. Por ello, los instrumentos K se deben utilizar con presión muy delicada cuando actúan en sentido contrario a las agujas del reloj (30).

2. INSTRUMENTOS TIPO H

Los instrumentos de tipo H, también conocidos como limas Hedström (Fig 3), se obtienen a partir de piezas redondas de acero inoxidable. Estas limas son muy eficaces en movimientos de traslación, (31) dado que tienen un ángulo de incidencia positivo y una hoja con ángulo de corte, más que de raspado. No se recomienda realizar movimientos rotatorios, debido a la posibilidad de fractura. Las limas Hedström hasta del n.º 25 pueden utilizarse con eficacia para recolocar los orificios de los conductos y, con acciones adecuadas, eliminar el material sobrante. De forma similar, permiten la instrumentación de conductos ovalados, tanto con limas Hedström como con instrumentos rotatorios. Por otra parte, una acción de lima excesiva podría adelgazar de forma considerable la pared

radicular y producir perforaciones en banda. Al igual que con las limas K de acero inoxidable, las limas Hedström se han descrito como instrumentos desechables.

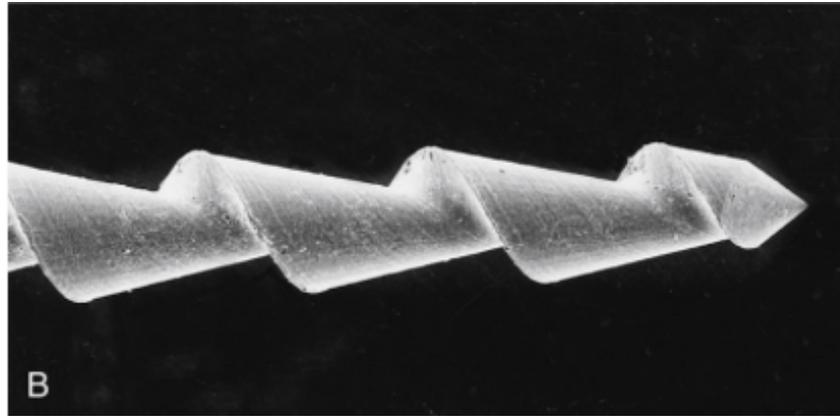


Figura 3

La flexión de las limas Hedström provoca puntos de mayor concentración de esfuerzo que en los instrumentos de tipo K. Estas zonas pretensadas pueden llevar a la propagación de fisuras y, finalmente, a un fracaso por fatiga (32). Cabe observar que, clínicamente, las fracturas por fatiga podrían producirse sin signos visibles de deformación.

Las limas Hedström se fabrican mediante torneado de una única estría continua en una pieza cónica. La tecnología de mecanizado computarizada ha permitido el desarrollo de instrumentos de tipo H con formas complejas. Este proceso, conocido como torneado multiejes, permite ajustar el ángulo de incidencia, el ángulo helicoidal, las múltiples estrías y las conicidades, y se utiliza también para fabricar la mayoría de los instrumentos de NiTi. Dado que, en general, la lima H tiene bordes más afilados que la K, tiende a enroscarse en el conducto durante la rotación, sobre todo si las hojas del instrumento están muy paralelas. Es importante conocer esta fuerza para evitar la fractura del instrumento.

3. TIRANERVIOS

Los tiranervios (Fig 4) se fabrican en varios tamaños y siguen un código de colores. Se obtienen mediante el corte de puntas afiladas anguladas en sentido coronal, en matrices de alambre metálico. Los tiranervios están destinados a eliminar pulpa vital de los conductos radiculares, y en los casos de inflamación leve tienen utilidad para seccionar toda la pulpa en la constricción. El empleo de tiranervios ha disminuido desde la

introducción de los instrumentos de conformación rotatorios de NiTi, pero su acción puede tener utilidad para acelerar el procedimiento y para la eliminación de materiales de los conductos (8).

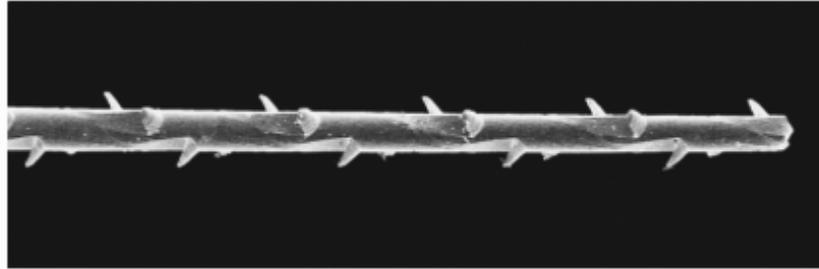


Figura 4

LIMAS NÍQUEL-TITANIO (NITI)

NiTi es un material que no se ajusta a las reglas normales de la metalurgia. Las aleaciones de NiTi son una de las varias aleaciones con memoria de forma, pero tienen las más importantes aplicaciones prácticas en odontología debido a su biocompatibilidad y resistencia a la corrosión (33). Las aleaciones de NiTi utilizadas en el tratamiento de conductos radiculares contienen aproximadamente 56% de peso de níquel y 44% de peso de titanio. La combinación resultante es una proporción 1:1 atómica de los componentes principales y similar a otros sistemas metálicos, la aleación puede existir en varias formas cristalográficas (34).

Las aleaciones de NiTi contienen dos fases microestructurales (austenita y martensita), el carácter y las proporciones relativas de las cuales determinan las propiedades mecánicas del metal (34).

La aleación NiTi tiene características especiales de superelasticidad y memoria de forma (34), así como la biocompatibilidad y resistencia a la corrosión (33). La superelasticidad (la capacidad de volver a su forma original después de ser deformada) de NiTi permite deformaciones de hasta un 8 %, en comparación con las limas de acero inoxidable que pueden recuperarse con un máximo de menos de 1% (34).

Esta propiedad inusual es el resultado de la transformación martensítica inducida por estrés. Las tensiones externas transforman la forma cristalina austenítica de NiTi en una estructura cristalina martensítica que puede proveer un mayor estrés sin aumentar la torsión (34).

La superelasticidad se produce en asociación con una transformación de fase reversible entre austenita y martensita. Por lo tanto, las temperaturas de transformación tienen una influencia crítica sobre las propiedades mecánicas y el comportamiento de NiTi, que puede ser alterado por pequeños cambios de la composición, impurezas y los tratamientos de calor durante el proceso de fabricación. Esta propiedad distinta de las aleaciones de NiTi ha creado una revolución en la fabricación de instrumentos de endodoncia (34).

Este tipo nuevo de limas demostraron un aumento significativo en la flexibilidad que les permitió ser utilizadas en combinación de piezas de mano rotatorias automatizadas que llevó a un aumento de la eficiencia de la preparación del conducto radicular (4).

Los instrumentos elaborados de NiTi se han desarrollado para simplificar y mejorar la eficacia de los procedimientos moldeadores endodónticos. Estudios anteriores han informado acerca de la capacidad que tienen las limas rotatorias NiTi para minimizar errores de procedimiento, tales como transporte, y también tienen la capacidad de crear preparaciones de conductos lisos y bien centrados (35).

Los avances tecnológicos de instrumentos rotatorios NiTi han dado lugar a nuevos conceptos de diseño con técnicas más fáciles y rápidas conservando la forma original del conducto teniendo como resultado menos iatrogenias (36).

Se ha demostrado que el níquel-titanio, tiene propiedades de flexión y de torsión ventajosa en comparación con el acero inoxidable debido a su bajo módulo de elasticidad (37).

Durante las últimas décadas se ha producido el desarrollo de instrumentos rotatorios de NiTi con diferentes enfoques. Los fabricantes han cambiado los diseños transversales y las propiedades geométricas de los instrumentos rotatorios NiTi convencionales. Los cambios sutiles en la relación con los elementos (níquel-titanio) y en el tratamiento térmico durante o después de la fabricación, permitieron el desarrollo de instrumentos con una mejor resistencia a la fractura(38).

FRACTURA DE LAS LIMAS ENDODÓNTICAS

A pesar de que existe una gran variedad de instrumentos que pueden fracturarse dentro del conducto, es bien sabido que los instrumentos rotatorios de níquel-titanio se fracturan con una frecuencia mayor que los instrumentos manuales de acero inoxidable

(39), la baja resistencia a la tracción final y resistencia a la fluencia en comparación con el acero inoxidable, las hace más susceptible a las fracturas con cargas más bajas (40).

Una de las principales preocupaciones al usar instrumentos de NiTi rotatorios durante la formación de conducto radicular es la fractura de la lima, los instrumentos dentro del conducto radicular se pueden fracturar en cualquier etapa del tratamiento. En la mayor parte de los casos, la fractura de las limas se debe al uso incorrecto o excesivo del instrumento endodóntico. Diversos estudios han comprobado que los instrumentos más pequeños son más propensos a fracturarse (41).

El índice de frecuencia reportada para instrumentos fracturados varía del 1 al 6% de los casos. La incidencia de fractura de instrumentos NiTi es de 5% incluso entre operadores altamente calificados (42).

La resistencia a la fractura se determina por el número de ciclos que un instrumento puede soportar bajo una condición de carga específica antes de que ocurra la fractura (43).

En la actualidad no es posible proporcionar una guía definitiva en cuanto a un número de usos que sea segura para utilizar las limas de NiTi rotatorias, ya que el uso varía dependiendo del diente, el operador y la anatomía del conducto radicular. Lo que está claro, sin embargo, es que hay una tendencia hacia el uso individual de limas NiTi rotatorios durante el tratamiento del conducto radicular (41).

Debido a que la fractura de las limas NiTi ocurre generalmente sin signos visibles de deformación permanente del metal, la prevención de este evento adverso es difícil (4).

La fractura de un instrumento puede ocurrir siempre que éste se encuentre en rotación. Los instrumentos utilizados para conformar el conducto radicular deben tener un bajo índice de fractura durante su uso. Si ocurriera, sería conveniente tener la habilidad de poder rebasar al instrumento fracturado dentro del conducto radicular y así poder completar la instrumentación y conformación del mismo (3).

La fractura de instrumentos endodónticos dentro del conducto radicular es un problema frustrante que crea mayor obstáculo a la terapia rutinaria (39), la presencia de un instrumento fracturado en el conducto radicular puede dar lugar a un fracaso del tratamiento del órgano dentario. Cuando el fragmento impide la instrumentación y descontaminación necesaria del conducto radicular, debe considerarse un intento para su eliminación (44).

La eliminación de limas fracturadas es técnicamente difícil y requiere mucho tiempo y por lo tanto es de vital importancia para limitar la probabilidad de fractura. En los últimos diez años, una gama de modificaciones de aleación de NiTi han sido hechas por los fabricantes de instrumentos, con diversos informes de éxito en un intento de reducir la probabilidad de fractura de limas (41).

La fractura de instrumentos rotatorios no siempre provoca pronósticos desfavorables. Debe intentarse la remoción de fragmentos de los conductos radiculares. También habrá de considerarse la posibilidad de rebasar el instrumento o dejar el fragmento fracturado al interior del conducto. La decisión sobre las mejores opciones de tratamiento disponibles deberán basarse en la consideración del estado de la pulpa, la morfología del conducto radicular, así como la posición del instrumento fracturado, el tipo de instrumento y las habilidades del operador clínico (35).

McGuigan menciona que falta por establecer el efecto de la velocidad de rotación de la fractura, ya que algunos estudios informan que la velocidad de rotación no tiene ninguna influencia, mientras que otros estudios reportaron lo contrario. Los fabricantes generalmente recomiendan números específicos de revoluciones por minuto para el uso seguro de los instrumentos, que es por lo general 250-600 rpm (41).

Es importante mencionar que todos los fabricantes de instrumentos NiTi actualmente recomiendan que las limas rotatorias se utilicen en un motor eléctrico de velocidad controlada.

Se observa que los instrumentos NiTi sufren fractura comúnmente en la región apical del conducto radicular, lo que dificulta la remoción, el fragmento de instrumento fracturado por sí mismo no significa la necesidad de cirugía periapical preoperatoria.

Para mejorar la resistencia a la fractura de las limas de NiTi rotatorias, los fabricantes han introducido nuevas aleaciones para la fabricación de limas NiTi o de nuevos procesos de fabricación más desarrollados (4).

Finalmente, la habilidad del operador, las modificaciones del fabricante y la limitación del uso excesivo de las limas ha demostrado ser significativo en la reducción de la incidencia de fractura que indican la importancia de una estrategia de prevención (4).

Otros factores que influyen en la incidencia de fractura de instrumentos rotatorios son la lubricación, el movimiento específico del instrumento y la velocidad de rotación (8).

McGuigan sugiere las siguientes recomendaciones para el uso de sistemas de limas NiTi:

1. Garantizar la capacitación y la habilidad adecuada en el sistema de NiTi de elección antes de su uso clínico.
2. Crear una trayectoria de conformación manual para garantizar el acceso sin escalones durante el procedimiento, antes del uso de limas NiTi con mayor conicidad.
3. Emplear una técnica instrumental Crown-Down para garantizar el acceso en línea recta al conducto.
4. Utilizar una velocidad de torque y motor controlado para la configuración recomendada del fabricante.
5. Las limas NiTi se deben utilizar en constante movimiento usando una presión suave para evitar la colocación de las fuerzas de torsión excesivas en el instrumento.
6. Las limas utilizadas en dientes particularmente desafiantes deben ser consideradas para una pronta sustitución o descarte.
7. El uso de las limas rotatorias en los conductos abruptamente curvos o dilacerados deben ser evitados (41).

McGuigan menciona que el 0.9% de los instrumentos NiTi que se fracturaron al utilizarlos por primera vez fué probablemente debido al mal uso o a algún defecto de fabricación (41).

TIPOS DE FRACTURA

La fractura de las limas NiTi rotatorias se producen como resultado de la torsión o por fatiga cíclica (4). Estos tipos de fractura dependerán de la zona de contacto entre la lima y las paredes del conducto, la fuerza aplicada, el diámetro del instrumento y el volumen de conductos preoperatorios.

1. fractura por torsión:

Cuando hay una amplia zona de contacto del filo del instrumento sobre la pared del conducto durante la rotación, el instrumento es sometido a un aumento de estrés torsional (45).

El fallo por torsión se produce cuando la punta del instrumento se traba en el conducto mientras el vástago continúa girando (4). La propiedad de las limas de NiTi en torsión está relacionada con su diseño, la composición química de la aleación y procesos termomecánicos aplicados durante la fabricación. La configuración de la sección transversal parece tener una influencia decisiva en el comportamiento y distribución del estrés torsional de los instrumentos rotatorios NiTi. De igual forma el tamaño relativo del instrumento y el tamaño de conducto radicular tiene influencia en la carga torsional del instrumento durante la preparación del conducto radicular (46).

El torque generado por un instrumento de rotación durante la instrumentación de un conducto radicular depende de la zona de contacto entre la lima y las paredes del conducto, la fuerza apical aplicada, el diámetro del instrumento y el volumen del conducto preoperatorio (47).

Cuanto más compleja es la anatomía del conducto radicular, mayor es la insuficiencia torsional. El radio de curvatura del conducto es generalmente menor en los molares, lo que también disminuye la capacidad del instrumento para resistir fuerzas de torsión, de igual forma la probabilidad de fractura de un instrumento en el conducto mesiovestibular de un molar superior es tres veces mayor que el conducto distobucal. Del mismo modo la probabilidad de fractura de una lima en el conducto mesiovestibular de un molar mandibular (conocido por su curvatura mayor) es mayor que el conducto mesiolingual (41).

La cantidad de torsión aplicada sobre el instrumento depende principalmente de la manipulación de la lima y el diseño. Este último tiene su influencia en la carga de torsión debido a que las hojas cortantes podrían actuar como concentradores de esfuerzos y son un resultado potencial en la iniciación de la grieta (48).

2. fractura por fatiga cíclica.

La fatiga se ha implicado como el principal motivo de fractura de limas de endodoncia de uso clínico (49)

El fallo por fatiga cíclica se produce cuando el instrumento se une u oprime pero gira libremente en una curvatura generando compresión/tensión cíclica en el punto máximo de curvatura. La parte del eje del instrumento en el exterior de la curva está en tensión, mientras que la parte interior de la curvatura está en compresión. La fatiga puede estar definida como fracaso de un material después de repetidas veces de uso haciendo hincapié en los niveles por debajo de su límite elástico.

Este tipo de tensión/compresión repetida causará cambios microestructurales acumulativos que conduzcan a la posible fractura del instrumento (4).

El fallo por fatiga por lo general comienza con la formación de microgrietas en la superficie de la lima que surge de las irregularidades de la superficie. Durante cada ciclo de carga, se desarrollarán microfracturas profundas hasta la fractura completa de la lima. Todas las limas endodónticas muestran algunas irregularidades en la superficie y en los defectos interiores como consecuencia del proceso de fabricación (50).

Pruebas de fatiga cíclica o fatiga por flexión de limas de NiTi rotatorias han demostrado que la fractura se produce en el punto de máxima flexión, que concuerda con el punto de mayor curvatura dentro de los conductos radiculares simulados. Estas pruebas han demostrado que a medida que aumenta el ángulo de la curvatura y el radio de la curvatura disminuye, existe mayor probabilidad que el instrumento se fracture en menor uso y tiempo(41).

Parashos *et al*, mencionaron que alrededor del 5% de los instrumentos fracturados; el 70% se debieron a la fatiga cíclica, mientras que el 130% se debieron a la fatiga por torsión (33).

Diversos estudios han demostrado que la mayoría de los instrumentos fracturados fueron debido a la fatiga cíclica, lo que implica que el uso excesivo era el mecanismo más importante de fractura.

Se ha demostrado que aumentar el diámetro y la sección transversal de una lima, proporciona una mayor resistencia a la fractura por torsión, pero reduce por el contrario la resistencia a la fatiga cíclica (41).

También se encontró que la conicidad de las limas es importante en la determinación del tiempo de la fractura, a medida que aumenta el diámetro, el grado de fractura disminuye (42).

En un estudio hecho por Pirani *et al.* corroboraron que el ángulo de curvatura del conducto con el mismo radio influye en la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos de NiTi. Cuanto mayor sea el ángulo de la curvatura, menor será el número de ciclos que los instrumentos pueden tolerar, hasta que se produzca la fractura (40).

HABILIDAD DEL ENDODONCISTA SOBRE LOS INSTRUMENTOS NITI

No existe un acuerdo relativo al número recomendado de usos de los instrumentos rotatorios de NiTi. El hallazgo de instrumentos que se fracturaron y se utilizaron menos en comparación con otros instrumentos refleja el hecho de que las variables del operador y la anatomía del conducto son más influyentes que los instrumentos *per se* en el porcentaje de fractura. Esto es especialmente cierto si los operadores utilizan un instrumento hasta que se fractura. Estos datos apoyan la literatura que se pueden utilizar los instrumentos rotatorios de NiTi más de una vez (51).

Los estudios han demostrado que la experiencia es necesaria para reducir al mínimo la incidencia de la fractura de los instrumentos (49).

Existen discrepancia entre estudios sobre la fractura de instrumentos referente al número de usos, así como de torque, velocidad y motores en general, incluyendo que los operadores pueden utilizar un rango característico la fuerza que aplican en los instrumentos independientemente del tipo o tamaño de la lima (33).

En un estudio realizado por Mandel *et al.* evaluaron el efecto del operador en la fractura de los instrumentos NiTi. Los resultados indicaron que la experiencia del operador era el parámetro más consistente y predecible en la fractura del instrumento, Esto confirmó la necesidad de dominar la técnica de preparación del conducto con instrumentos rotatorios y la importancia de adquirir la competencia a través del aprendizaje y la experiencia (26).

REBASE DE LOS INSTRUMENTOS FRACTURADOS

Los intentos para retirar los instrumentos fracturados pueden conducir al debilitamiento de las paredes, debido a transportación del conducto radicular o incluso conducir a la perforación. De ahí que el endodoncista tiene que evaluar las opciones de

intentar retirar el instrumento, rebasarlo o dejar el fragmento fracturado dentro del conducto (52).

El objetivo final de la eliminación de los instrumentos fracturados no es solamente recuperar el fragmento sino también , preservar la integridad del órgano dentario. Cuando el fragmento fracturado no se puede recuperar, el tratamiento adecuado es rebasar la lima para recuperar la longitud de trabajo (53).

El by-pass o rebase, es la inserción de una lima fina entre el fragmento y la pared del conducto radicular que puede conducir a recuperar la longitud completa de trabajo y permitir la instrumentación completa y la obturación del conducto radicular con el fragmento restante. Esta técnica no requiere visibilidad directa con el fragmento es decir, puede ser adecuado para cuando el fragmento se encuentra más allá de una considerable curvatura del conducto radicular (44).

Solomonov *et al.* emitieron recomendaciones respecto a cuándo se elimina, se rebasa o se deja el instrumento fracturado dentro del conducto radicular:

1. En el tercio medio-apical: la eliminación del fragmento fracturado no debe intentarse de forma rutinaria. Se recomienda la obturación hasta el fragmento.
2. En la parte coronal del conducto: la eliminación del instrumento fracturado se debe intentar con mínima extracción de dentina.
3. Si el conducto es necrótico, se debe realizar un esfuerzo extra para rebasar o eliminar el instrumento.
4. Si el rebase no tuvo éxito y hay acceso directo al fragmento, se recomienda el procedimiento de eliminación.

Si el intento de rebase del fragmento más allá de la curvatura del conducto resulta infructuosa, o ha llevado demasiado tiempo, se recomienda la aplicación de hidróxido de calcio, Ca(OH)₂, durante dos o cuatro semanas para la desinfección. El seguimiento es obligatorio, y en el caso de que la infección prevalezca después del tratamiento de endodoncia, podría considerarse la cirugía apical (42).

Varios autores concuerdan en que el microscopio juega un papel clave en la eliminación del instrumento fracturado, ya que permite mejorar la visualización y ayuda a un mejor control de los procedimientos intraconducto (54).

TÉCNICAS PARA LA ELIMINACIÓN DE INSTRUMENTOS FRACTURADOS

La posibilidad de extraer un instrumento fracturado depende de muchos factores que se deben considerar durante el estudio diagnóstico. La localización del instrumento fracturado tiene una importancia crítica. Si el instrumento fracturado se encuentra en la porción coronal recta del conducto, es probable su extracción. Ante la presencia de un instrumento fracturado en el interior del conducto radicular, se consideran posibles opciones terapéuticas para solucionar el problema de acceso: la primera tentativa es la de sobrepasar el instrumento fracturado y removerlo; la segunda es la de sobrepasarlo e incluirlo en el material de obturación; la tercera, es la de obturar hasta el instrumento; y la cuarta, es la de optar por una cirugía apical, para solucionar el problema.

Se ha demostrado que el ultrasonido es muy eficaz para la extracción de limas del conducto. La punta del ultrasonido se coloca entre el extremo expuesto de la lima y la pared del conducto, y se la hace vibrar alrededor de la obstrucción en una dirección antihoraria que aplica una fuerza de desenroscado a la lima a medida que se le hace vibrar (55).

Antes de que un clínico tome la decisión de eliminar un fragmento fracturado, debe asegurar la disponibilidad y la manipulación exitosa de los materiales, instrumentos y dispositivos necesarios. Cada caso individual tiene sus propias características que dictarán el enfoque adoptado para gestionar el caso. Sin embargo, un médico con poca experiencia podría tener la fortuna de eliminar un instrumento fracturado simplemente en el proceso de intentar eludirlo, desplazándolo coronalmente con otras limas de mano, o incluso irrigando el conducto radicular como se muestra en la figura 5. Por otro lado, un fragmento flojo puede ser resistente a la eliminación incluso después de usar varios métodos y dispositivos.

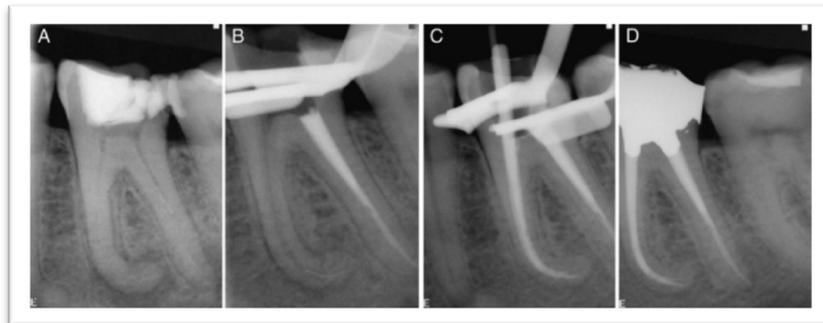


Figura 5

(A) Radiografía preoperatoria del primer molar inferior. (B) Una lima K de tamaño 15 fracturada durante la preparación del conducto mesiobucal. Este fué removido mientras se irrigaba con una solución de hipoclorito de sodio al 1%. (C) Una radiografía con ajuste de cono. (D) Tratamiento completo del conducto radicular con evidencia de curación.

Durante las últimas décadas, se han descrito muchos dispositivos, técnicas y métodos para la eliminación de instrumentos fracturados. Aunque algunos todavía se usan ampliamente, otros solo son de interés histórico. Además, han surgido varias técnicas nuevas y dispositivos prometedores. Es esencial que un profesional clínico maneje de forma segura y eficaz los dispositivos e instrumentos utilizados para eliminar el fragmento fracturado para evitar complicaciones adicionales.

1. Solventes químicos: el uso de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) se ha sugerido como un método para ablandar la dentina que se encuentra en la pared del conducto radicular alrededor de los instrumentos fracturados, lo que facilita la colocación de las limas para la eliminación del fragmento. Otros productos químicos como el tricloruro de yodo, ácido nítrico, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, cristales de yodo, solución de cloruro de hierro, ácido nitrohidroclórico y soluciones de yoduro de potasio se han utilizado históricamente para lograr la corrosión intencional de los objetos metálicos. Sin embargo, por razones obvias, como irritar el tejido periapical, ya no están en uso.

2. Mini fórceps: en presencia de suficiente espacio dentro del sistema del conducto radicular, un instrumento fracturado en una porción más coronal del conducto radicular puede agarrarse y eliminarse utilizando fórceps (45) como el Steiglitz (Union Broach, York, PA), pinzas de punta plateada Peet (Silvermans, Nueva York, NY) o Endo Forceps (Roydent, Johnson City, TN).

3. Wire Loops: se puede formar un wire loop pasando los 2 extremos libres de un cable de 0.14 mm a través de una aguja de inyección de calibre 25 desde el extremo abierto hasta que se salgan del extremo del concentrador. Al usar una pinza hemostática de mosquito pequeña el lazo de alambre se puede apretar alrededor de la parte superior del fragmento, y luego se puede extraer todo el conjunto del conducto radicular. El lazo puede ser de forma elíptica o circular pequeña o larga, de acuerdo con el tamaño del conducto y

la ubicación del fragmento. Esta técnica se puede utilizar para recuperar objetos que no están estrechamente dentro del conducto radicular.

4. Agujas hipodérmicas quirúrgicas: la punta biselada de una aguja hipodérmica se puede acortar para cortar una ranura alrededor de la parte coronal del fragmento girando la aguja bajo una ligera presión apical (Fig. 4). El tamaño de la aguja debe permitir que su luz encierre completamente la punta coronal del fragmento (Fig. 4), que guía la punta de la aguja durante el corte para eliminar la cantidad mínima de dentina. La rotación en sentido contrario a las agujas del reloj puede mejorar la extracción de instrumentos con roscas a la derecha y viceversa. Los filos de la aguja no deben ser romos; por lo tanto, ahorra tiempo utilizar agujas nuevas. El surco (depresión) alrededor del fragmento también se puede preparar mediante el uso de puntas ultrasónicas delgadas o fresas trepanadoras. Para eliminar el fragmento, se puede utilizar cianoacrilato o un cemento dental fuerte (por ejemplo, policarboxilato) en la aguja hipodérmica, para extraer el instrumento con movimiento en sentido horario o antihorario. En los casos en los que no se puede usar cianoacrilato, se puede empujar una lima Hedström en un movimiento giratorio en el sentido de las manecillas del reloj a través de la aguja para calzar la parte superior del fragmento y la pared interna de la aguja. Con un buen enclavamiento entre el fragmento y la lima Hedström, ambos pueden extraerse suavemente del conducto radicular. Debido a que no son flexibles, las agujas no se pueden usar en conductos curvos. Aunque no hay evidencia sobre su efectividad como método de recuperación primaria, Suter *et al.* informaron la eliminación exitosa de 10 de 11 fragmentos (91%) mediante el uso de tubos y limas Hedstrom como una segunda técnica en los casos donde el primario, la vibración ultrasónica, no fue exitoso. Los médicos deben entrenar antes de usar tal técnica en casos clínicos; de lo contrario, pueden ocurrir complicaciones.

5. Braiding of Endodontic Files: Se puede insertar una lima Hedström o tipo K en el conducto radicular para engranar con el fragmento y luego extraerlo. Este método puede ser efectivo cuando el fragmento se coloca profundamente en el conducto y no es visible y el clínico confía en el sentido táctil, o el fragmento está suelto, pero no se puede recuperar utilizando otros medios. El tamaño de una lima más grande se debe utilizar con precaución debido a la posibilidad de fractura de las limas.

6. El kit de Masserann (Micro-Mega, Besançon, Francia): se compone de 14 fresas de trépano huecas (tamaños 11-24) con un diámetro de 1.1-2.4 mm y 2 extractores (tubos en los que se puede avanzar un émbolo). Los trépanos (fresas) se usan en sentido anti horario para preparar un surco (comedero) alrededor de la porción coronal del fragmento. Cuando se inserta en la ranura y aprieta el tornillo, la parte libre del fragmento se bloquea entre el émbolo y el relieve interno. Los diámetros relativamente grandes de los extractores (1,2 y 1,5 mm) requieren la eliminación de una cantidad considerable de dentina, lo que puede debilitar la raíz y conducir la perforación o la fractura de raíz postoperatoria. Esto restringe en gran medida el uso de los instrumentos de Masserann a los dientes anteriores (34, 38, 50). Sin embargo, al crear un espacio más amplio entre el tubo y el émbolo dentro del extractor tubular, se puede usar en la porción recta de los conductos de los dientes posteriores (51). Esto también aumenta la retención mientras se sujeta el instrumento fracturado firmemente acuñaado.

7. Extractores: el concepto detrás de la técnica de Masserann se ha desarrollado aún más, y se han introducido nuevos extractores. El sistema EndoExtractor (Roydent) tiene 3 extractores de diferentes tamaños y colores (rojo 80, amarillo 50 y blanco 30). Cada extractor tiene su correspondiente fresa trépano que prepara una ranura alrededor del instrumento fracturado. El kit de extracción de Cancellier (SybronEndo, Orange, CA) contiene 4 extractores con diámetros externos de 0.50, 0.60, 0.70 y 0.80 mm. El Sistema de extracción de instrumentos (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) contiene 3 extractores. El extractor negro tiene un diámetro exterior de 1 mm y se utiliza en el tercio coronal de los conductos radiculares más grandes. Los extractores rojo y amarillo (0.80 y 0.60 mm, respectivamente) se usan en conductos más estrechos. Recientemente, se han introducido nuevos sistemas en el mercado. El Endo Rescue (Komet / Brasseler, Savannah, GA) consiste principalmente en un taladro central llamado Pointier que excava la dentina coronal del fragmento y las fresas de trefina que giran en sentido antihorario para extraer el fragmento. Estos instrumentos están disponibles en 2 tamaños, 090 mm (rojo) y 070 mm (amarillo). El sistema de seguridad Meitrac Endo (Hager y Meisinger GmbH, Neuss, Alemania) es otro sistema nuevo que tiene 3 tamaños de tubos. Aunque algunos extractores (por ejemplo, el sistema de extracción de instrumentos) pueden ir parcialmente alrededor de una curva, las fresas de trepana solo deben usarse en la parte recta del

conducto radicular. Especialmente cuando se usan adhesivos, los extractores pueden eliminar eficazmente un fragmento fracturado que ya está aflojado. Sin embargo, se debe tener cuidado de no utilizar demasiado adhesivo que pueda bloquear inadvertidamente un conducto radicular.

8. Sistema de eliminación de postes: el sistema de eliminación de postes (SybronEndo), también conocido como sistema Ruddle, consta de 5 tubos. El más pequeño tiene un diámetro exterior de aproximadamente 1.5 mm e hilos internos que se acoplan mecánicamente a la apariencia más coronal de cualquier instrumento fracturado con un diámetro de 0.60 mm o más. El diámetro exterior de estos tubos limita su uso para eliminar fragmentos que se extienden coronalmente hacia la cámara de la pulpa o la corona un tercio de los conductos radiculares más grandes.

9. Canal finder system: El sistema original de buscador de conductos (FaSociete Endo Technique Marsella, Francia) consistió en una pieza de mano y limas especialmente diseñadas. El sistema produce un movimiento vertical con amplitud máxima de 1-2 mm que disminuye cuando la velocidad aumenta (Fig.7). Ayuda eficazmente a pasar por alto un fragmento, pero se debe tener precaución de no perforar la raíz o extruir apicalmente el fragmento, especialmente en conductos de raíz curvos. Las limas pueden mecánicamente comprometerse con el fragmento fracturado, y con la vibración vertical, el fragmento puede aflojarse o incluso recuperarse (54). En un estudio clínico que utilizó el sistema de buscador de conductos como técnica de recuperación primaria, se informó una tasa de éxito global del 68%. Este sistema ha sido recientemente reemplazado por el sistema EndoPuls (EndoTechnic, San Diego,CA) en el que las limas SS se utilizan en reciprocidad vertical, $\frac{1}{4}$ movimiento de vuelta.

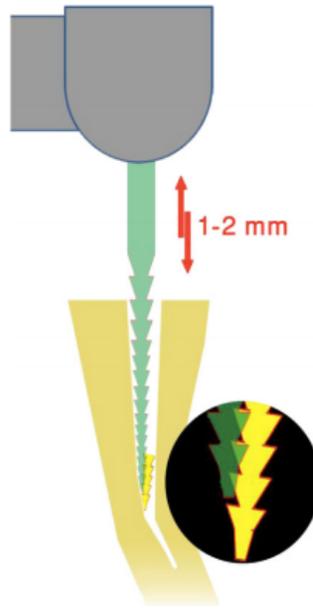


Figura 6

El sistema canal finder produce un movimiento hacia arriba y hacia abajo de 1 a 2 mm. Con este movimiento el fragmento se puede aflojar o incluso recuperar

10. Ultrasonidos: los instrumentos ultrasónicos tienen un diseño contra-ángulo con puntas de aleación de diferentes longitudes y tamaños para permitir el uso en diferentes partes del conducto radicular. La mayoría de los instrumentos ultrasónicos tienen un núcleo revestido por completo con diamante o nitruro de zirconio; por lo tanto, el instrumento se desgasta a lo largo de sus lados además de su punta. Por el contrario, las puntas basadas en titanio tienen una superficie lisa (sin recubrimiento) y pueden cortar sólo en la punta. Aunque las compañías afirman que estas puntas son flexibles y pueden penetrar en conductos radiculares curvos, el trépano ciego de la dentina puede provocar consecuencias indeseables. Se prepara una plataforma de escalonamiento alrededor del aspecto más coronal del fragmento mediante el uso de fresas Gates Glidden modificadas (n. ° 2-4) o puntas ultrasónicas. Con esta acción de trepanación y la vibración que se transmite al fragmento, este último a menudo comienza a aflojarse y luego "salta" fuera del conducto radicular. Se debe bloquear la entrada de los otros conductos radiculares para evitar que el instrumento llegue a introducirse a uno de ellos. Si se realiza con poco cuidado y se aplica una presión excesiva sobre la punta ultrasónica, la vibración puede

empujar el fragmento apicalmente o la punta ultrasónica puede fracturarse, lo que lleva a un escenario más complicado. Además, para evitar la fractura de la punta ultrasónica, es importante evitar el estrés innecesario activándolo solo cuando entre en contacto con el tejido radicular (Yoshitsugu Terauchi, comunicación personal, septiembre de 2011). Las limas K-Type o Hedstrom pueden ser alternativas a las puntas ultrasónicas. La lima activada debe tener un tamaño de punta que permita la trepanación de la dentina alrededor del fragmento. Sin embargo, las limas que son demasiadas pequeñas no deben usarse porque son propensas a la fractura. Las tasas de éxito para la eliminación de fragmentos mediante el uso de ultrasonidos en ensayos clínicos han oscilado entre el 67% de Nagai *et al* y el 88% y el 95% informado recientemente por Cuje *et al* y Fu *et al*, respectivamente.

11. File Removal System: este sistema ha sido desarrollado por Terauchi *et al* (42, 43), y se afirma que la cantidad de dentina eliminada es mínima. Incluye 3 pasos secuenciales que usan instrumentos especialmente diseñados. En el paso 1, se usan 2 fresas de baja velocidad (28 mm de largo). La fresa de corte A, con un diámetro de 0.5 mm y una punta piloto, se utiliza para agrandar el conducto radicular. El Cutting Bur B tiene una punta en forma de cilindro y un diámetro de 0.45 mm, por lo que elimina la dentina alrededor de la parte coronal del fragmento. Ambas fresas son flexibles, por lo que pueden usarse en conductos curvos. Pueden aflojar o incluso eliminar el fragmento porque se usan en sentido antihorario. Si esto falla; el paso 2 es intentado. En el paso 2, se usa una punta ultrasónica para preparar una ranura alrededor del fragmento fracturado (al menos 0.7 mm de profundidad). Esto generalmente afloja el fragmento o incluso lo elimina. De lo contrario, el paso 3 se lleva a cabo. En el paso 3, para aplicar mecánicamente el fragmento y extraerlo del conducto radicular, se utiliza un dispositivo de eliminación de limas de 2 secciones. Una parte consiste en una cabeza conectada a un tubo desechable (0.45 mm de diámetro), con un asa hecha de alambre NiTi (0.08 mm) que sobresale de ella. La segunda parte es un cuerpo de bronce equipado con un mango deslizante en el lado que sostiene el cable del accesorio de la cabeza. Cuando el mango se mueve hacia abajo, sujeta el lazo y viceversa. Este sistema ha sido eficaz en estudios de laboratorio y en algunos casos clínicos de instrumentos fracturados en la parte apical del conducto radicular cuando se informó un tiempo de recuperación relativamente corto. Sin embargo, este sistema aún no se ha introducido en el mercado. Además de su punta. Por el contrario, las puntas a base

de titanio tienen una superficie lisa (sin recubrimiento) y pueden cortar solo en la punta. Aunque las compañías afirman que estas puntas son flexibles y pueden penetrar en conductos radiculares curvos, el trepano ciego de la dentina puede provocar consecuencias indeseables. Se prepara una plataforma alrededor del aspecto más coronal del fragmento mediante el uso de fresas Gates Glidden modificadas (# 2-4) o puntas ultrasónicas. (18).

ÉTICA DEL ENDODONCISTA CON RESPECTO A LA FRACTURA

Según lo declarado por Cohen y Burns, incluso el dentista más cuidadoso y experto puede fracturar un instrumento endodóntico durante la preparación del conducto radicular. En caso de que suceda el paciente debe ser advertido en el momento del accidente y debidamente informado sobre la situación real y en su caso el pronóstico.

El dentista debe ser honesto con el paciente cuando se produce la fractura de instrumentos, se debe explicar las posibles consecuencias pero también tener en cuenta que el fragmento de una lima fracturada en un conducto de la raíz no implica necesariamente el fracaso del tratamiento.

Teniendo en cuenta que algunos problemas en endodoncia no son predecibles, es importante abordar los aspectos éticos del comportamiento de dentistas en casos de fractura de instrumentos endodónticos, ya que es bien sabido que el éxito del tratamiento se basa en la combinación de varios factores, entre ellos los relacionados con el paciente, el diente, el sistema de conductos radiculares, los instrumentos y los materiales, así como el operador (56).

El odontólogo tiene que estar preparado para gestionar la situación clínica, la decisión de dejar, rebasar o quitar el instrumento fracturado, así como, la situación médico-legal.

Ruddle ha propuesto una técnica para la eliminación de fragmentos de instrumentos metálicos desde el conducto radicular mediante el uso de una combinación de fresas Gates-Gliden, ampliación microscópica y puntas ultrasónicas. Este enfoque ya ha sido adaptado por Ward *et al.* y probado en la práctica clínica. Ambos estudios han informado que todos los instrumentos fracturados visibles mediante el uso de un microscopio y situados antes o en la curvatura podrían eliminarse sin problemas.

Cuando la remoción no se puede lograr, el rebase del instrumento fracturado permite la limpieza, conformación y obturación de la totalidad del conducto permitiendo obtener un pronóstico favorable. En un estudio realizado por Nevares *et al.*, la técnica que utilizaron para el rebase de los instrumentos debe ser utilizado con gran precaución debido a que se pueden producir escalones, perforaciones o transportaciones principalmente en conductos curvos, ellos encontraron que la técnica de rebase es un procedimiento difícil, dependiendo únicamente de la sensibilidad táctil y la perseverancia del endodoncista.

Se han realizado algunos ensayos clínicos para evaluar la remoción o derivación de instrumentos fracturados, con tasas de éxito que van desde el 33.3 % al 95%.

Nevares *et al* también encontraron en su estudio que la mayoría de los dientes con instrumentos fracturados eran molares de los cuales el 51.8% eran inferiores (54).

JUSTIFICACIÓN

Durante la preparación biomecánica del conducto radicular se utilizan diferentes instrumentos, que pueden fracturarse y quedar atrapados en el interior del conducto.

La instrumentación está condicionada por la enorme variabilidad de la anatomía de los conductos radiculares, conductos que se unen, curvaturas simples y dobles, dilaceraciones o divisiones. La posibilidad de que un instrumento se fracture, se incrementa cuando es utilizado de manera incorrecta. Los instrumentos pueden ser manuales como limas tipo K de acero inoxidable o rotatorios-de Niquel-Titanio.

El problema real con la fractura de los instrumentos es que reducen la posibilidad de una adecuada limpieza, preparación y obturación del conducto. Aunque algunos puedan ser removidos, otros no pueden ser retirados debido a la presencia de curvaturas o el total bloqueo del lumen del conducto lo que impide sobrepasar el segmento fracturado.

Las posibilidades terapéuticas en casos de fractura de instrumentos pueden resumirse en: extraerlo, sobrepasarlo y o ninguna de las anteriores y dejar el fragmento que impide el paso a la longitus de trabajo y finalmente tratamientos como la cirugía periapical.

La realización de este estudio nos permitirá conocer el porcentaje ya sea de rebase o remoción de los instrumentos, para que en futuros estudios pueda observarse el éxito y fracaso de cada caso en particular, así como para implementar nuevas y mejores técnicas o adquirir los instrumentos específicos para aumentar el porcentaje de retiro de instrumentos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la frecuencia de rebase y retiro de instrumentos fracturados en el conducto radicular.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar el órgano dentario que presenta una alta frecuencia de fractura de limas.
2. Determinar que raíz /conducto presenta mayor frecuencia de fractura de limas.
3. Determinar en qué tercio del conducto hay mayor probabilidad de fractura de limas.
4. Determinar el tipo de lima o sistema que se fracturó.
5. Identificar la longitud del fragmento fracturado.
6. Establecer el porcentaje de extracción, rebase o instrumento dejado dentro del conducto impidiendo llegar a la longitud de trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO

Descriptivo, observacional, transversal y prospectivo.

VARIABLES Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Escala de medición	Objetivo a cumplir	Análisis estadísticos
Órgano dentario	Dependiente	FDI	Nominal	1	Descriptivo/ observacional
Raíz/ conducto	Dependiente	V/P/MV/DV/D/ ML	Nominal	2	Descriptivo/ observacional
Tercio de la raíz donde se realizó la fractura	Dependiente	Apical/ medio/ cervical	Nominal	3	Descriptivo/ observacional
Tipo de instrumento	Dependiente	Manual/ rotatorio	Nominal	4	Descriptivo/ observacional
Longitud del fragmento fracturado	Dependiente	milímetros	Numérica	5	Descriptivo/ observacional
Manejo final	Dependiente	Extracción, rebase, obturado impidiendo llegar a la longitud de trabajo	Nominal	6	Descriptivo/ observacional

POBLACIÓN DE ESTUDIO

1. Universo.

Pacientes que acudieron a la Facultad de Odontología a la Clínica de Posgrado de Endodoncia de enero de 2017 a Abril de 2018.

2. Muestra.

Órganos dentarios en los que ocurrió una fractura de instrumentos durante la realización del tratamiento de conductos en el Posgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de enero de 2017 a Abril de 2018.

3. Criterios de inclusión.

Órganos dentarios que tuvieron instrumentos fracturados en el posgrado de Endodoncia en el posgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Pacientes que aceptaron participar en el estudio.

4. Criterios de exclusión.

Instrumentos fracturados que no sean limas.

5. Criterios de eliminación.

Órganos dentarios previamente tratados con fractura de instrumentos.

Órganos dentarios con tratamiento incompleto.

TIPO DE MUESTREO

No probabilístico por conveniencia.

METODOLOGÍA

Se incluyeron los órganos dentarios tratados endodónticamente en el Posgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán en los que ocurrió fractura de instrumentos.

En el instrumento de medición se recolectaron los datos de identificación y demográficos del paciente. Se registró la metodología realizada durante el tratamiento, así como las técnicas, instrumentos y materiales que fueron utilizados.

En estos casos se tomó en cuenta el órgano dentario, la raíz y el tercio apical, la longitud y calibre de la lima, el tipo de instrumentación y por último se tuvo que realizar un reporte donde se describió el plan terapéutico realizado es decir, si se logró remover el instrumento, se dejó el instrumento en la obturación impidiendo llegar a la longitud de trabajo o si se pudo lograr un rebase.

Los datos obtenidos se agruparon, ordenaron y se analizaron mediante estadística descriptiva y los resultados se presentaron a través gráficas.

ASPECTOS ÉTICOS

La investigación se llevó a cabo bajo los principios éticos que establece la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial para las investigaciones médicas en seres humanos. Se tomaron en cuenta para incluir al participante en la investigación el consentimiento informado, pues ninguna persona competente deber ser incluida en una investigación, sin que acepte libremente o en caso de no aceptar, se debe respetar su decisión, y esto no afectará en su atención en los tratamientos que necesite en esta institución.

Igualmente, se guardará confidencialidad de los datos proporcionados por la persona, se le informó sobre la posibilidad de utilizar los resultados que se obtuvieron durante la investigación en publicaciones académicas o científicas y que tiene derecho de observar la investigación una vez finalizada, por lo que su identidad será tratada con dignidad, integridad y confidencialidad, durante y después del tiempo que dure la investigación.

RESULTADOS

Se realizaron en el Posgrado en Endodoncia un total de 2273 Tratamientos de órganos dentarios. 31(1.88%) tuvieron fractura de instrumentos (figura 7).

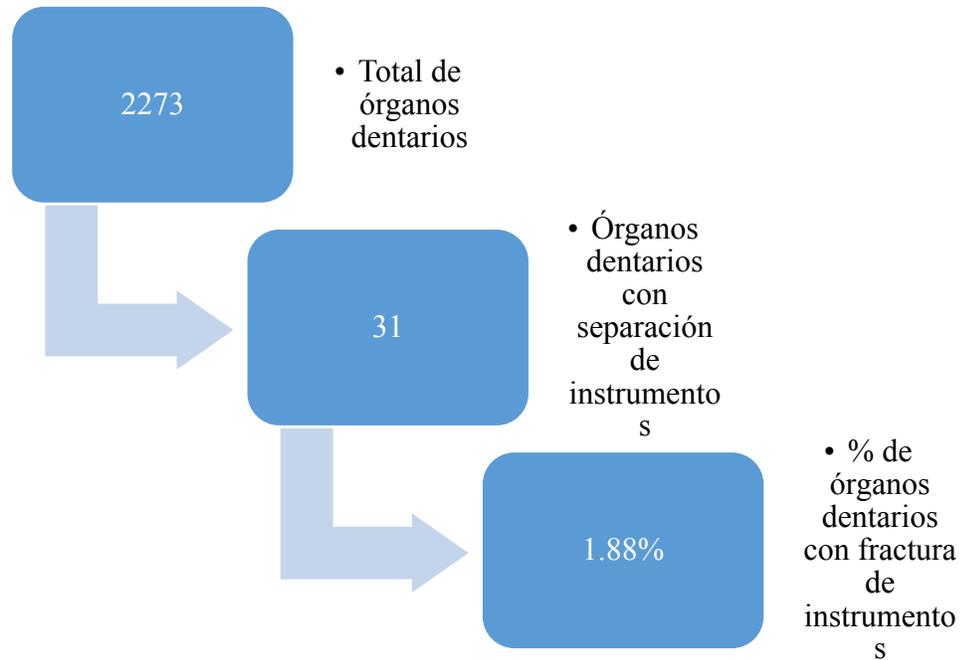


Figura 7

Objetivo 1: el órgano dentario con mayor frecuencia de instrumentos fracturados fue el primer molar inferior con un 54.8%, seguidamente del primer molar superior con 25.8%, posteriormente los segundos molares superiores y segundo premolar superior con 6.5 y con un 3.2% el primer premolar superior y segundo molar superior (figura 8).

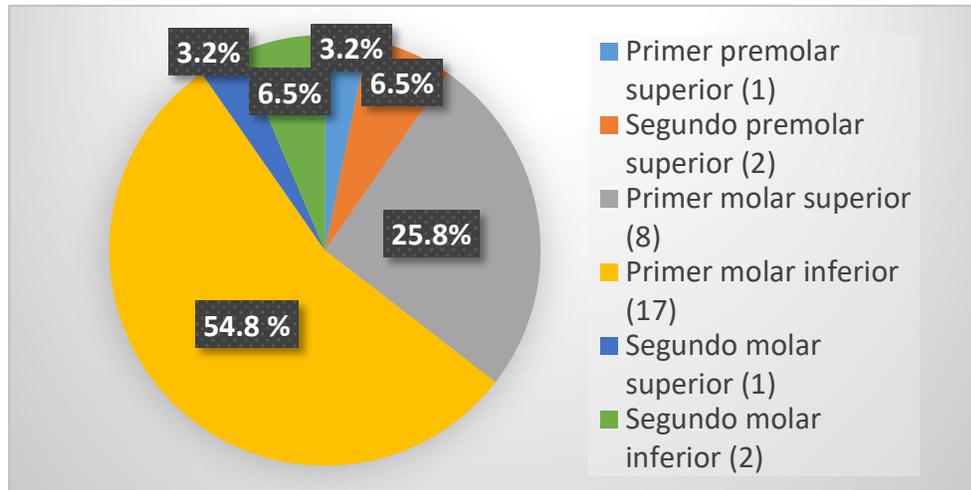


Figura 8

Objetivo 2: la raíz/conducto con mayor frecuencia de fractura de instrumentos es la mesio bucal con un 51.6%, seguida por la mesio lingual con un 22.5%, posteriormente las distal con 9.6% y la bucal, palatina con un 6.4% respectivamente, se reporto un 3.2% del conducto mesio bucal 2 (figura 9).

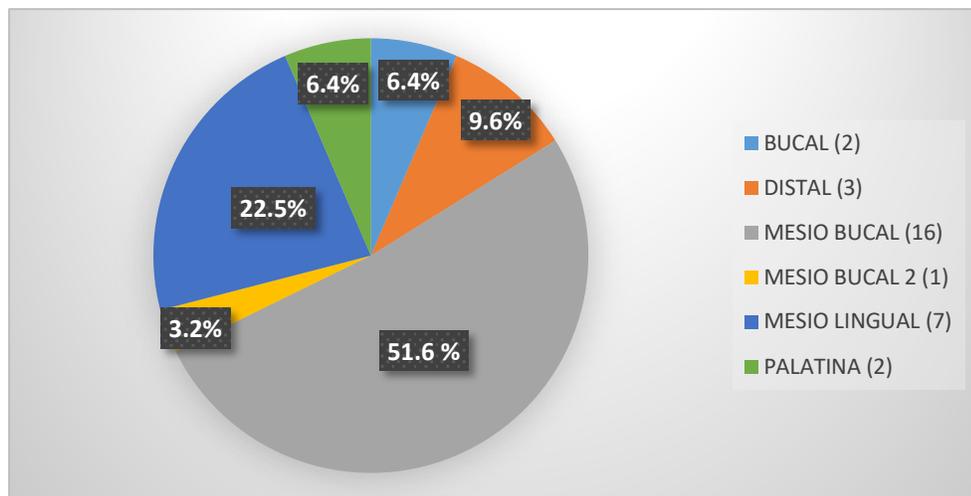


Figura 9

Objetivo 3: en el 83.87 % de los casos ocurrió una fractura de instrumentos en el tercio apical, seguidamente del tercio medio con un 9.6 %y por último el tercio cervical con 3.2% (figura 10).

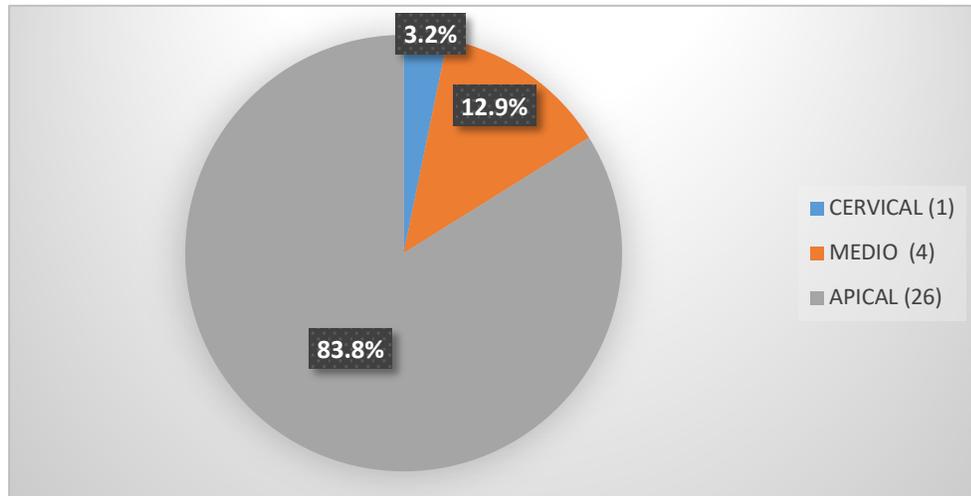


Figura 10

Objetivo 4: en este estudio se puede observar que se fracturan más instrumentos manuales que rotatorios en el Posgrado en Endodoncia de la UADY 61.29 % manuales y 38.70% rotatorio (figura 11).

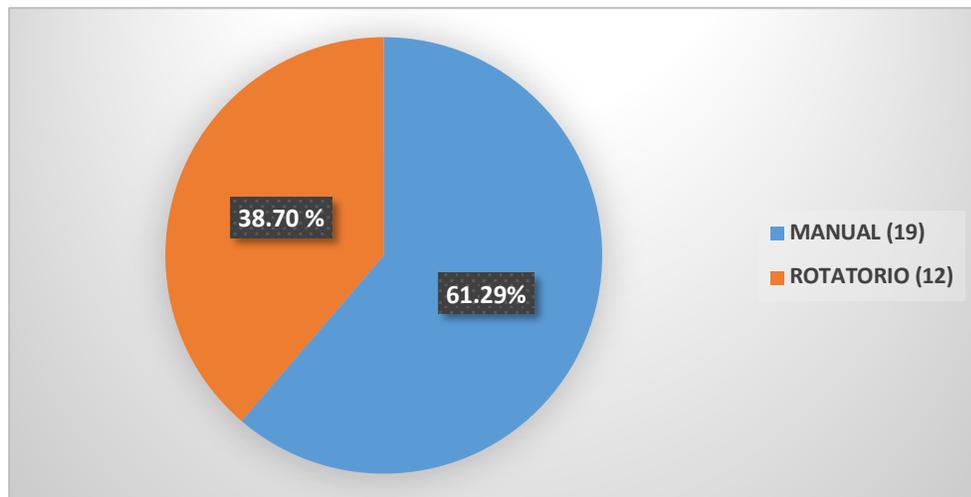


Figura 11

Objetivo 5: podemos observar que la longitud de los fragmentos fracturados fue de 1 hasta 6.5mm. el 25.8% de los fragmentos fracturados media 3mm, el 19.4 % media 4mm, el 16.1 fueron 2mm, 9.7 presentaron una longitud de 2.5mm y con un porcentaje de 3.2 % los fragmentos con medidas de 1,1.5, 3.5, 4.5 y 6.5 mm (figura 12).

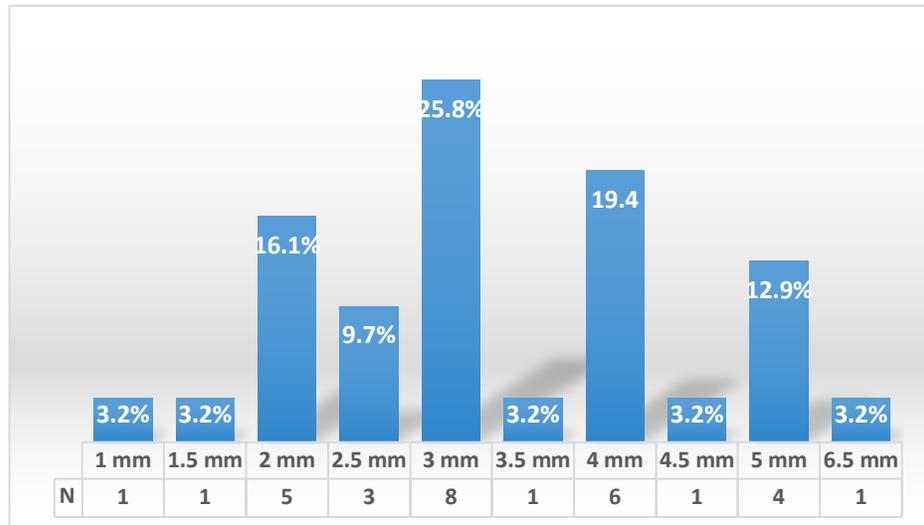


Figura 12

Objetivo 6: nos podemos dar cuenta que la mayoría de los casos (54%) el instrumento no pudo ser extraído del sistema de conducto radicular impidiendo el paso a la longitud de trabajo y se dejó incluyéndolo en el material de obturación, es muy importante señalar que el 35 % de los instrumentos se pudieron rebasar y solo el 11% se pudo retirar (figura13).

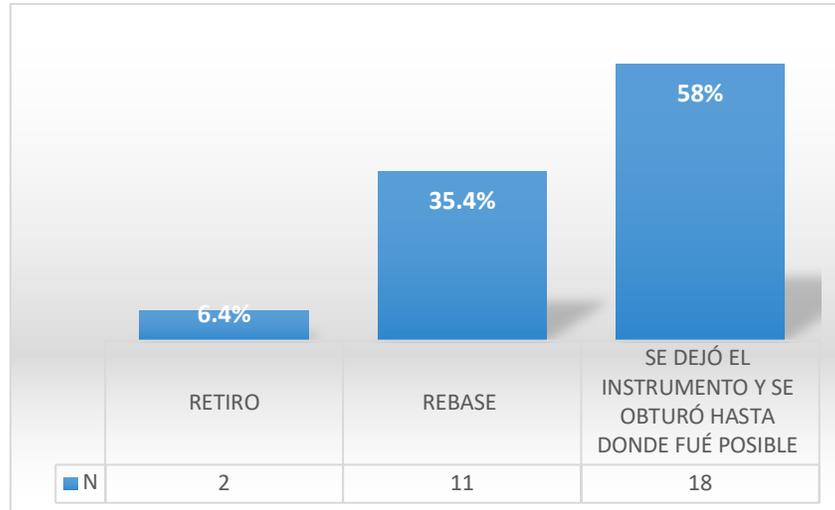


Figura 13

DISCUSIÓN

Desde la introducción del níquel-titanio en endodoncia, se han desarrollado distintos diseños de instrumentos que buscan mejorar las características del acero inoxidable. Propiedades como la memoria de forma y la superelasticidad han hecho que el níquel-titanio sea bastante útil en la conformación de conductos curvos. Sin embargo, aún persiste el riesgo de fractura de instrumentos en el interior del conducto radicular. Como un intento de solucionar esta complicación, las casas comerciales han sometido la aleación de Níquel-Titanio convencional a tratamientos térmicos, modificando su proceso de fabricación. Aun así, el riesgo de fractura está presente (58).

Diferentes autores han reportado la prevalencia de fractura de instrumentos entre 5% y 20% (51).

En este estudio se pudo conocer que la frecuencia de instrumentos fracturados en el Posgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la UADY fué de 1.88%. El resultado es bajo comparado con lo que diferentes autores han reportado. Cabe señalar que esto podría ser debido a la destreza de los operadores.

El órgano dentario que frecuentemente presentó fractura de instrumentos en este estudio fue el primer molar inferior, éstos son los más susceptibles debido a su anatomía, morfología y porque son los órganos dentarios que reciben más tratamiento endodóntico.

Los resultados anteriores coinciden con Navares *et al*, en su estudio mencionan que el 51.8% en donde se alojó el instrumento fracturado eran molares inferiores, al igual que Cuj *et al*. que también llevaron a cabo ensayos clínicos de remoción de fragmentos y encontraron mayor frecuencia de instrumentos fracturados en los molares inferiores (54)

La raíz que presenta más curvaturas o variaciones morfológicas según la literatura es la mesio bucal. En este estudio el conducto mesio bucal fue el que presentó más del 50% de los instrumentos fracturados, estos datos coinciden con Hulsman *et al*., quienes mencionan que la mayoría de las fracturas se había producido en los molares; los conductos radiculares frecuentemente involucrados fueron los conductos mesiales de los molares inferiores, seguido de conductos vestibulares de molares superiores (59). Iqbal *et al*. mencionan que las fracturas se producen más en los conductos mesio bucales de los molares inferiores y superiores, que son conocidos por sus mayores curvaturas.

Encontraron, que los conductos que normalmente son curvos, tienen diámetros más pequeños (60).

La probabilidad de fractura de una lima en la zona apical es 33 veces mayor en comparación con el tercio coronal del conducto y casi 6 veces mayor en comparación con el tercio medio del conducto radicular (60). En nuestro estudio se puede corroborar, ya que el 83 % de las limas fracturadas en el posgrado fueron en el tercio apical, 12.9 % en tercio medio y el 3% en el tercio cervical.

Parashos *et al.*, mencionaron que la frecuencia de fracturas clínica media de los instrumentos NiTi rotatorios es de aproximadamente 1.0%, con un intervalo de 0.4 a 3.7% (33). Otros autores mencionan que la frecuencia de fragmentos fracturados oscila entre 2 y 6% (59). Es bien sabido que la frecuencia de limas rotatorias NiTi tienen un porcentaje de fracturas más alto que las limas tipo K de acero inoxidable, sin embargo en este estudio se puede observar que la frecuencia de instrumentos fracturados NiTi fué del 0.75 %, mientras que las limas de acero inoxidable tipo K tuvieron una frecuencia del 1.15 %, esto es debido a que durante un año en el posgrado de endodoncia solo se utilizaron limas manuales y durante medio año se utilizaron limas NiTi de diferentes sistemas, por lo que podría ser uno de los principales factores o inconvenientes del porque hubo más frecuencia de fracturas de instrumentos manuales.

De igual manera se observó que el calibre de instrumentos #35 seguidamente de los NiTi x2 de Pro Taper Next fueron los que presentaron mayor frecuencia de fractura de instrumentos.

Souter *et al.*, informaron que las tasas de éxito de eliminación de un instrumento son significativamente mayores cuando los fragmentos se encuentran en el tercio coronal del conducto, en comparación con el apical. En el estudio podemos observar que aunque hubo presencia de un instrumento fracturado en el area cervical, este no fue posible de remover. Ward descubrió, una disminución del 30% en el éxito cuando el fragmento se encuentra más allá de la curva. (61).

Estudios recientes han encontrado que la mayoría de los instrumentos fracturados se pueden eliminar con éxito mediante el uso de tecnología moderna. En el posgrado aunque contamos con herramientas como el microscopio endodóntico, la mayoría de los instrumentos no se pudieron remover (33).

Según Michiels, los factores favorables para la exclusión de un instrumento fracturado son conductos rectos, incisivos y caninos; localización antes de la curvatura; longitud del fragmento de más de 5mm.; localización en el tercio coronal o mesial del conducto radicular. Si el caso no cumple con uno o más de estos criterios, la extracción del instrumento podría ser imposible (62).

En un estudio realizado por Tzanetakis *et al.* en el 2008 en el Posgrado de Endodoncia de Atenas tuvieron un porcentaje de frecuencia de instrumentos fracturados muy similar al de nuestro estudio con un 1.83 %. Con una muestra de 2180 órganos, tanto en el resultado como en la muestra el estudio es similar. Con respecto al tipo de lima, ellos tuvieron un porcentaje mas alto en instrumentos rotatorios, en nuestro estudio se observa mas fracturas con limas manuales, sin embargo se podría atribuir que en un inicio no se utilizaban instrumentos rotatorios, pero cuando se empezaron a utilizar se observó un incremento en el número de fracturas con sistema rotatorios que con instrumentos manuales.

Finalmente concluyendo con el objetivo principal del proyecto se observó que en la mayoría de los casos (54%), se obturaron hasta donde el instrumento lo permitió porque el instrumento no pudo ser extraído del sistema de conductos radiculares, impidiendo el paso hasta la longitud de trabajo, es muy importante señalar que el 35% de los instrumentos se pudieron rebasar y solo el 11% se pudo remover.

CONCLUSIÓN

La frecuencia de fractura de instrumentos fue mínima comparada con otros autores, sin embargo la frecuencia de instrumentos fracturados fue mayor en el primer molar inferior derecho, en los conductos mesio bucales, en el tercio apical, en limas manuales calibre 35, la mayoría de los instrumentos no se pudo rebasar. Cuando los instrumentos fracturados no pueden ser extraídos, la mejor opción sería el rebase, para poder garantizar una correcta irrigación y desinfección del conducto radicular.

La frecuencia de instrumentos fracturados que no se pudo extraer o rebasar, fue más del 50%, sin embargo estos instrumentos en su mayoría fueron en calibres mayores de 35, lo que indica que pudo existir una irrigación previa, desinfectando el conducto radicular.

Ningún instrumento nos garantiza hasta este momento que no pudiera fracturarse durante su utilización en la conformación de los conductos radiculares, sin embargo existen recomendaciones y medidas que se pueden seguir para evitar que esto suceda, así como contar con el material específico para la remoción de instrumentos y poder incrementar las posibilidades de remoción de su remoción.

REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

1. AAE. Glossary of endodontic terms. 2003;48, available from: <http://dev.aae.org/glossary>.
2. Peters O. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30 (8):559-67.
3. Ramirez-Salomón M, Soler- Bientz R, de la Garza-Gonzalez R, Palacios-Garza CM. incidence for lightspeed separation and the potential for bypassing. *J Endod.*1997;23(9):586-7.
4. Al-Hadlaq SMS, Al Jarbou F, Al Thumairy RI. Evaluation of cyclic flexural Fatigue of M-Wire Nickel Titanium rotary instruments. *J Endod.* Elsevier Ltd; 2010; 36(2):305-7.
5. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET, comparative study of different novel nickel- titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J End.* Elsevier Ltd; 2014;40 (6):852-6.
6. Torabinejad M LR. Principles and practice of endodontics. 5th ed. 2009.
7. Strindberg L. The dependence of the results of pulp therapy on certain factors: an analytic study based on radiographic and clinical follow-up examination. *Acta Odontol Scand* 1956;14(Suppl 21):1–175.
8. Hargreaves KMSC. Vias de la pulpa. 11th ed. Berman LH, editor. Annapolis, Maryland: Elsevier Inc;2011. 3515.
9. Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study. Phases I and II: Orthograde retreatment. *J Endod* 2004a; 30: 627–63.
10. Farzaneh M, Abitbol S, Lawrence HP, Friedman S. Treatment outcome in endodontics – the Toronto Study. Phase II: initial treatment. *J Endod* 2004b; 30: 302–309.
11. Marquis VL, Dao T, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase III: initial treatment. *J Endod* 2006; 32: 299–306.

12. Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment.
13. Machtou P, Tomson P, Adams N, Lumley P. Influence of Fractured Instruments on the Success Rate of Endodontic Treatment.
14. Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod* 1979; 5: 83–90.
15. Spili P, Parashos P, Messer HH. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod* 2005; 31: 845–850.
16. Saunders JL, Eleazer PD, Zhang P, Michalek S. Effect of a separated instrument on bacterial penetration of obturated root canals. *J Endod* 2004; 30: 177–179.
17. Tzanetakis GN, Kontakiotis EG, Maurikou DV, et al. Prevalence and management of instrument fracture in the postgraduate endodontic program at the dental School of Athens: a five – year retrospective clinical study. *J Endod*. 2008.
18. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PMH. Management of Intracanal Separated Instruments. *J Endod* [Internet]. 2013;39(5):569–81.
19. Ruddle CJ. Broken instrument removal: the endodontic challenge. *Dent Today* 2002; 21:70–2.
20. Hulsmann M, Schinkel I. Influence of several factors on the success or failure of removal of fractured instruments from the root canal. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:252–8.
21. Himel VT, Levitan ME. Use of nickel titanium instruments for cleaning and shaping root canal systems. *Tex Dent J* 2003;120:262–8.
22. Pine J. What happens if you break a file during a root canal procedure? *Oral Health* 1996;86:29.
23. Ruddle C. Nonsurgical retreatment. *J Endod* 2004;30:827–45.
24. Terauchi Y, O’Leary L, Kikuchi I, et al. Evaluation of the efficiency of a new file removal system in comparison with two conventional systems. *J Endod* 2007;33: 585–8.
25. Terauchi Y, O’Leary L, Suda H. Removal of separated files from root canals with a new file-removal system: case reports. *J Endod* 2006;32:789–97.

26. Mandel, M. Adib-Yazdi, L.-M. Benhamoul, T. Lachkar, C. Mesgouez, & M. Sobel . Rotary Ni-Ti profile systems for preparing curved canals in resin blocks: influence of operator on instrument breakage. *Int Endod J.* 1999;32:436-443.
27. Madarati A, Watts DC, Qualtrough AJE. A survey on the experience of UK endodontists and general dental practitioners in the management of intra-canal fractured endodontic files. *Int Endod J.* 2008;41:816–26.
28. Glosson CR, Haller RH, Dove B, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod.* 1995;21:146.
29. Song YL, Bian Z, Fan B, et al. A comparison of instrument-centering ability within the root canal for three contemporary instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2004;37:265.
30. Seto BG, Nicholls JI, Harrington GW. Torsional properties of twisted and machined endodontic files. *J Endod.* 1990;16:355.
31. Schäfer E. Root canal instruments for manual use: a review. *Endod Dental Traumatol.* 1997;13:51.
32. Haikel Y, Gasser P, Allemann C. Dynamic fracture of hybrid endodontic hand instruments compared with traditional files. *J Endod.* 1991;17:217.
33. Parashos P, Messer hh. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod.* 2006;32(11):1031-43.
34. Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J. endod.* Elsevier Ltd; 2013;39(2):163-72.
35. Tello-García B, Hector II, Hernández M. instrumentos rotatorios: su uso separación y efectos de complicaciones endodónticas postoperatorias. 2014;18:27-31.
36. Capar ID, Arslan H, Akcay M, Ertas H. An In Vitro Comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted file adaptive, and HyFlex instruments. *J endod.* Elsevier Ltd; 2014;40(10):1638-41.

37. Wycoff RC, Berniz DW. An In Vitro comparison of torsional stress properties of three different rotary nickel- titanium files with a similar cross-sectional design. J Endod. Elsevier Ltd; 2012;38(8):1118-20.
38. Arias A, Singh R, Peters OA. Torque and force induced by ProTaper Universal and ProTaper next during shaping of large and small root canals in extracted teeth. J Endod. Elsevier Ltd; 2014;40(7):973-6.
39. González VAM, Regalado GA, Elorza H, Tejeda P. Evaluación del sellado apical de tres técnicas de obturación en presencia de instrumentos rotatorios NiTi fracturados .2013;17:20-5.
40. Pirani C, Cirulli PP, Chersoni S, Micele L, Ruggeri O, Prati C. Cyclic fatigue testing and metallographic analysis of nickel-titanium rotary instruments. J Endod. Elsevier Ltd;2011;37(7):1013-6.
41. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Endodontic instrument fracture: causes and prevention. Br Dent J. 2013;214(7):341-8.
42. Solomonov M, Webber M, Keinan D, Sc M, Ph D. Endodontic instrument: A clinical dilemma retrieve, bypass or entomb? NY State Dent J. 2014:50-4.
43. Rodrigues RC V, Lopes HP, Elias CN, Amaral G, Vicira VTL, de Martin AS. Influence of defferent manufacturing methods on the cyclng fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instrument. J endod. 2011;37(11):1553-7.
44. Shiyakov KK, Vasileva RI. Success for removing or bypassing instruments fractured beyond the root canal curve 45 clinical cases. 2014;20(3):567-71.
45. Africa S. Clinical guidelines for the use of Pro Taper Next instruments (part 1). 2014;(7):12-6.
46. Park SY, Cheung GSP, Yum J, Hur B, Park JK, Kim HC. Dinamyc torsional resistance of nickel-titanium rotary instruments. J Endod. Elsevier Ltd;2010,36(7):1200-4.
47. Pereira ESJ, Singh R, Arias A, Peters OA. In vitro assessment of torque and force generated by novel pro taper next instrument during simulated canal preparation. J Endod. Elsevier Ltd;2013;39(12):1615-9.

48. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevwe M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of dentistry. Am J Dent. 2001.
49. Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. J Endod. Elsevier Ltd;2011;37(7):997-1001.
50. Gamabarini G, Glassman G. in vitro analysis of efficiency and safety of a new motion for endodontic instrumentation: TF adaptive. Roots Int, Mag Endodontology. 2013;9(3):12-5.
51. Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. J Endod. 2004;30(10):722-5
52. Choksi D, Idnani B, Kalaria D RNP. Management of an intracanal separated instrument: A case report. Iran Endod J. 2013; 8(4):205-7.
53. Jain P, Bhat GT, Shetty A, Hedge MN. Management options of intracanal separated instrument: a review. J Pharm Sci Innov. 2013; 2 (6):17-21.
54. Nevares G, Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CEDS. Success rates for removing bypassing fractured instruments: a prospective clinical study. J Endod. 2012; 38(4):442-4.
55. Jara-Chalco LB, Zubiato-Meza JA. Retratamiento endodóntico no quirúrgico. Rev Estomatol Herediana. 2011; 21(4):231-236.
56. Da Silva RF, Pereira SDDR, Daruge E, Franceschini L, Portilho CDM, Estrela C. Ethical aspects concerning endodontic instrument fracture. Brazilian J Oral Sci.2008;7(25):1535-8.
57. Ma R, Me L, Ni B, Fr G, Bolaños O. Frecuencia de separación y rebase del instrumento Profile.2009;1:33-7.
58. Walia H, Brantley W, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. J Endod.1988; 14(7): 346-51.
59. Traumatol ED. Influence of several factors on the success or failure of removal of fractured instruments from the root canal.
60. Iqbal MK, LoucaC, Duncan HF. The impact of fractured endodontic instruments on treatment outcome.

61. Shiyakov KK, Vasileva RI. Success for removing or bypassing instruments fractured beyond the root canal curve – 45 clinical cases. Summary:2014;20(3):567-71.
62. Michiels AR. Bypassing a fractured instrument. Case report. Roots.2011;24-6.
63. Giorgos N. Tzanetakis, Evangelos G. Kontakiotis, Dimitra V. Maurikou y Maria P. Marzelou. Prevalence and Management of Instrument Fracture in the Postgraduate Endodontic Program at the Dental School of Athens: A Five-year Retrospective Clinical Study. 2008;34(6):675-678.

;

ANEXOS

A, INSTRUMENTO

Nombre del paciente: _____

Folio: _____

Expediente: _____ Edad: _____ Sexo: MF

Nombre del padre o tutor:

Teléfono: _____

Tratado por:

TIPO DE INSTRUMENTO	MANUAL	ROTATORIO	
MANEJO TERAPÉUTICO QUE UTILIZASTE	RETIRO	REBASE	Ninguna de las anteriores y se obturo hasta donde se pudo.
TERCIO DE LA RAÍZ DONDE OCURRIÓ LA FRACTURA	TERCIO INICIAL	TERCIO MEDIO	TERCIO APICAL
ÓRGANO DENTARIO			
RAÍZ			
CALIBRE O LIMA FRACTURADA			

LONGITUD DEL INSTRUMENTO FRACTURADO			
LONGITUD QUE SE FRACTURÓ			

B. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

No. DE EXPEDIENTE _____

NOMBRE _____

AUTORIZACIÓN PARA LA ATENCIÓN ODONTOLÓGICA

Mérida Yucatán a ___ de _____ del _____

El paciente suscribe:

En pleno uso de mis facultades doy mi autorización a la Facultad de Odontología para que a través de sus clínicas y laboratorios reciba atención a mi padecimiento odontológico para que a través de sus clínicas y laboratorios reciba atención a mi padecimiento odontológico, así mismo que se me practique y ordene exámenes clínicos, intervención quirúrgica o curación que sea necesario, así como el uso de mis datos para las investigaciones correspondientes.

Expreso libremente que he sido debidamente informado que esta es una institución educativa y que seré atendido por sus alumnos bajo la supervisión académica de sus profesores y de los costos derivados de la atención.

Nombre y firma del paciente.

En caso de no escribir favor de poner su huella digital