



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TÉCNICAS SUGERIDAS PARA LA RECUPERACIÓN DE
INSTRUMENTOS SEPARADOS DURANTE EL
TRATAMIENTO DE CONDUCTOS. REVISIÓN
BIBLIOGRÁFICA.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

MYTZI VALERIA SÁNCHEZ SEGURA

TUTOR: Esp. GUSTAVO FRANCISCO ARGÜELLO REGALADO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

Gracias a mis *padres* por ser los principales impulsores de mis sueños, gracias por confiar en mí y en mis objetivos. Mamá, gracias por estar conmigo durante toda esta aventura, por levantarte en las mañanas a prepararme mi desayuno y un lunch que llevarme, por hacer hasta lo imposible por comprarme todo lo necesario para la escuela, por ser mi paciente, por desvelarte conmigo en tantas noches de estudio, pero sobre todo por darme todo tu cariño y apoyo. Papá, gracias por todos esos días en los que madrugaste para llevarme a la facultad, por ser mi paciente, por darme tu apoyo incondicional y todo tu amor, jamás olvidaré que fuiste mi primer paciente de cirugía. Gracias a ambos por cada consejo y por todas sus enseñanzas que me han guiado a lo largo de mi vida. Celebren este logro pues juntos lo conseguimos.

A mis pacientes, aquellos que tuve la fortuna de conocer en las clínicas de la Facultad o eran amigos y familiares, gracias infinitas por haberme brindado la oportunidad de aprender de ustedes, gracias a su confianza en mí es que he podido llegar hasta aquí, es por ello que forman una parte crucial en este logro.

A Eduardo, por darme su cariño y motivarme en los momentos en que más lo necesitaba, por su apoyo incondicional, por haber confiado en mí y brindarme la oportunidad de aprender en él siendo mi paciente, por alentarme a ser un mejor ser humano, a perseguir mis sueños y no caer en el conformismo, sino a arriesgarme siempre a ir por más. Gracias.

A Camilo, por ser mi compañero incondicional y ser la alegría de mi vida.

A mis amigos, aquellos que conocí en la facultad y con los que viví momentos inolvidables. Siempre los llevaré en mi corazón.

A mi tutor, el Esp. Gustavo Argüello, recuerdo que en alguna ocasión nos dijo en clase que su objetivo no sólo era que aprendiéramos de la endodoncia, sino que nos gustara. Hoy puedo confirmar que logró el efecto esperado en mí. Gracias por haberme brindado su tiempo, por ser mi guía durante este proceso, indudablemente sin su apoyo y sus consejos, esto no hubiera sido posible. Lo llevo en mi memoria como uno de los mejores profesores y ser humano del que pude aprender en la Facultad.

A todos mis profesores, porque muchos de ellos se convirtieron en mi modelo a seguir. Gracias por todo el aprendizaje, dedicación y compromiso, me llevo lo mejor de cada uno de ustedes.

Y finalmente muchas, muchas gracias a mi amada UNAM, porque se convirtió en mi segundo hogar. Desde que llegué a ella me recibió con los brazos abiertos y me brindó los elementos para poder ser hoy día una mejor persona con un futuro prometedor, prometo firmemente siempre llevar en alto el nombre de esta maravillosa Universidad. Y que “por mi raza hablará el espíritu”.

«El éxito no es un accidente, es trabajo duro, perseverancia, aprendizaje, estudio, sacrificio y sobre todo, amar lo que estás haciendo»

-Pelé-

Índice

Dedicatoria.....	i
Índice	iii
1. Introducción	1
2. Objetivos	2
3. Antecedentes	3
3.1 Terapia pulpar	3
3.2 Anatomía radicular.....	3
3.2.1 Cavidad de acceso	4
3.3 Limpieza y conformación de los conductos radiculares.....	5
3.4 Técnicas de instrumentación	5
3.5 Complicaciones durante la limpieza y conformación de los conductos radiculares.....	6
3.5.1 Formación de escalones	7
3.5.2 Transporte de la porción apical del conducto	8
3.5.3 Perforaciones radiculares.....	9
3.5.4 Sobreinstrumentación.....	9
3.5.5 Separación de instrumentos dentro del conducto radicular.....	9
3.6 Instrumentos endodóncicos.....	10
3.6.1 Métodos de fabricación	11
3.6.1.1 <i>Torsión</i>	13
3.6.1.2 <i>Desgaste</i>	13
3.6.2 Propiedades mecánicas de los instrumentos endodóncicos.	13
3.6.3 Aleación acero inoxidable.....	14

3.6.4 Aleación níquel titanio (NiTi).....	17
4. Causas de separación de un instrumento.....	20
4.1 Mecanismos de fractura de los instrumentos	20
4.1.1 Limas tipo K.....	20
4.1.2 Limas tipo Hedström.....	21
4.1.3 Limas de Ni-Ti	23
4.2 Factores que influyen en la extracción de instrumentos separados. ...	27
4.2.1 Factores dentales.....	27
4.2.2 Factores del tipo de instrumento separado	27
4.2.3 Factores del clínico.....	28
4.2.4 Factores del paciente	29
5. Técnicas para remover instrumentos separados	29
5.1 Sistemas de microtubo	30
5.1.1 Instrument Removal System	30
5.2 Técnica de ultrasonido.....	35
5.3 Técnica con Anillos HBW	40
5.4 Técnica con Terauchi File Retrieval Kit	42
5.5 Técnica de Bypass	48
6. Opciones terapéuticas para instrumentos separados no recuperados	49
6.1 Sin intervención	49
6.2 No quirúrgico	51
6.3 Quirúrgico	51
6.4 Extracción del diente	54
7. Cómo prevenir la separación de instrumentos.....	54

8. Discusión 56

9. Conclusiones 59

10. Referencias Bibliográficas..... 61



1. Introducción

Durante el proceso de limpieza y conformación de los conductos en la terapia endodóncica, existe la posibilidad de que pueda presentarse un suceso desafortunado como lo es la separación de un instrumento dentro del conducto radicular.

La separación de los instrumentos endodóncicos dentro del conducto radicular puede dificultar el procedimiento y sobre todo afectar el éxito del tratamiento. Son muchos los factores que contribuyen a la separación de un instrumento, por ello es importante saber que podemos hacer ante la presencia de este accidente.

A lo largo del tiempo, se ha modificado la composición y el diseño de los instrumentos endodóncicos, con el objetivo de lograr un mejor rendimiento y menos complicaciones indeseables, incluida la separación de instrumentos. Incluso, cuando se da a conocer un nuevo instrumento o sistema, el fabricante comúnmente afirma que es más eficiente en la preparación del conducto radicular y más resistente a la separación.

Desafortunadamente, aunque se había considerado a la separación de instrumentos como un accidente poco común, la literatura nos reporta que desde la introducción de los instrumentos rotatorios de níquel titanio, la incidencia de este suceso ha aumentado considerablemente.

La recuperación de un instrumento separado es un proceso que resulta desafiante para el odontólogo ya que requiere de paciencia, tiempo, habilidad manual, experiencia y del material necesario para poder lograrlo.

Sin embargo, este procedimiento con frecuencia resulta difícil de lograr, y el riesgo de que se presente alguna otra complicación es alto. Por ello, es importante un correcto diagnóstico, basado en el examen clínico y radiográfico que permita realizar un plan de tratamiento adecuado, considerando la anatomía topográfica del diente a tratar.

2. Objetivos

- ◇ Identificar las causas por las que se puede separar un instrumento dentro del sistema de conductos radiculares.
- ◇ Conocer algunas técnicas que se emplean para el retiro de instrumentos separados dentro del conducto radicular.
- ◇ Establecer medidas para prevenir la separación de instrumentos durante el tratamiento de conductos.



3. Antecedentes

3.1 Terapia pulpar

La palabra "endodontología" proviene del griego que se traduce como "el conocimiento de lo que se encuentra dentro del diente". Es así como, la endodoncia se encarga de los procesos que se llevan a cabo principalmente dentro de la cámara pulpar y los conductos radiculares. (1)

El objetivo de la terapia pulpar es prevenir y tratar las enfermedades pulpares y periapicales, además de proporcionar a las raíces las condiciones necesarias mediante su preparación químico-mecánica para lograr una obturación tridimensional de las raíces que permita un sellado hermético, con la finalidad de mantener la salud de los tejidos perirradiculares y en caso de ser necesario su cicatrización. (2) (3)

Asimismo, la terapia pulpar comprende tres etapas esenciales, la etapa de diagnóstico en la que se identifica el problema y se estructura el plan de tratamiento. La segunda etapa es de preparación, en la que se elimina el tejido de los conductos y se preparan para una adecuada obturación. Y la tercera es la etapa de obturación de los conductos para lograr un sellado hermético con un material inerte, lo más próximo a la unión cemento dentinaria. (4)

3.2 Anatomía radicular

Para lograr el éxito del tratamiento pulpar, es imprescindible de un vasto conocimiento de la anatomía interna del diente, para una correcta apertura coronaria, localización de los conductos radiculares y para su preparación. Además de una correcta interpretación radiográfica. (5) (6)

La importancia de la anatomía del conducto radicular constituye un factor de riesgo importante, ya que el riesgo de separación de un instrumento aumenta dependiendo de la complejidad del conducto. La mayoría de los incidentes ocurren en molares superiores e inferiores, más específicamente en los

conductos mesiovestibulares, debido a las curvaturas que presentan estos conductos radiculares. (7)

Cada curvatura está descrita por dos parámetros: su ángulo y su radio, y los dos elementos son independientes entre sí. Con el mismo ángulo, dos conductos radiculares pueden tener diferentes radios de curvatura. Cuanto más pequeño es el radio, más aguda es la curvatura. La lima rotatoria está sujeta a repetidos ciclos de tensión, ejercidos sobre su curvatura externa, y ciclos de compresión, sobre su curvatura interna.

Con el aumento de la angulación y la reducción del radio, el instrumento experimenta cada vez más valores de torsión crecientes. De tal forma que, las dimensiones del radio de curvatura son factores importantes a considerar cuando ocurre la separación de un instrumento.

El curso de estos ciclos, en condiciones de curvaturas estrechas, o incluso de varias curvaturas sucesivas a lo largo del conducto radicular, provoca un aumento del riesgo de separación del instrumento. (5) (8)

3.2.1 Cavidad de acceso

El acceso es la primera y una de las más importantes fases del tratamiento de conductos. La creación de un acceso bien diseñado en línea recta facilitará la entrada de los instrumentos y materiales dentro del sistema de conductos e incluso reducirá el riesgo de fractura de los instrumentos (*Fig. 1*). (5)



Fig.1 Separación de un instrumento rotatorio como resultado de la preparación de un acceso inadecuado. Hargreaves KM, Berman L, Cohen S. *Vías de la Pulpa*. 10° ed. Elsevier; 2011. Pp.

161.



La preparación del acceso tiene por objetivos:

- a. eliminar todo el tejido carioso.
- b. conservar la estructura dental sana.
- c. apertura total de la cámara pulpar.
- d. eliminación de la pulpa cameral, vital o necrótica.
- e. localización de la entrada de los conductos radiculares.
- f. conseguir un acceso en línea recta al foramen apical o a la curvatura inicial del conducto.
- g. establecer los márgenes de la restauración para disminuir la filtración marginal del diente restaurado. (5)

3.3 Limpieza y conformación de los conductos radiculares

El uso de instrumentos endodóncicos y productos químicos hace posible la preparación biomecánica de los conductos radiculares, es decir, la limpieza, conformación y desinfección de los conductos para su posterior obturación. (6)

La limpieza y conformación de los conductos radiculares tienen por objetivos:

- ◇ Eliminación del tejido blando y duro infectado.
- ◇ Crear una vía de acceso hasta la zona apical para las soluciones irrigadoras y desinfectantes.
- ◇ Conformar un espacio para la aplicación de medicamentos y material de obturación.
- ◇ Preservación de la integridad de las estructuras radiculares. (5)

3.4 Técnicas de instrumentación

Existen diversas técnicas propuestas para la instrumentación manual de los conductos radiculares, incluso algunas recurren al ensanchamiento de la zona media y coronal mediante el uso de instrumentos rotatorios.

El concepto de instrumentación manual se enfoca en la zona apical del conducto. Las diversas técnicas se clasifican en dos grandes grupos:

- ◇ *Técnicas apicocoronales:* empieza la preparación del conducto en la zona apical, luego de determinar la longitud de trabajo, y posteriormente se va avanzando hacia coronal.
- ◇ *Técnicas coronoapicales:* se comienza preparando las zonas media y coronal del conducto, postergando la determinación de la longitud de trabajo, para ir avanzando la instrumentación hasta alcanzar la constricción apical.

Las técnicas coronoapicales tienen por objetivo disminuir la extrusión de bacterias y restos celulares al periápice y permitir que las limas lleguen al ápice del conducto sin interferencias, ya que se ha demostrado que esta zona no es siempre tan estrecha como se creía anteriormente. Lo que ocurría es que el instrumento con el que se permeabilizaba iba chocando con las paredes del conducto y, a veces, solo instrumentos de calibre 08 o 10 lograban alcanzar el ápice. Por otro lado, con las técnicas coronoapicales se logra poder irrigar de manera temprana la zona apical del conducto, se facilita la determinación de la longitud de trabajo y la obturación de los conductos.

Hoy en día, la mayoría de las técnicas apicocoronales se ejecutan de manera combinada, lo que significa que, van precedidas de un ensanchamiento previo de las zonas coronales del conducto, permeabilizándolo, aunque no se realice en su totalidad. (9)

3.5 Complicaciones durante la limpieza y conformación de los conductos radiculares.

En la actualidad, la endodoncia se ha beneficiado de la evolución científica, de los avances tecnológicos, de nuevos métodos y materiales. Desafortunadamente la incidencia de complicaciones o accidentes que pueden ocurrir durante el tratamiento aún sigue siendo considerable.



Los accidentes en endodoncia, se consideran eventos desafortunados que suceden durante el tratamiento, algunos de ellos ocurren por falta de atención a los detalles y otros porque son completamente impredecibles.

Es importante mencionar que estos accidentes pueden ocurrir en cualquier etapa del tratamiento endodóncico y conducir al fracaso del tratamiento.

Los accidentes endodóncicos son diversos y han sido clasificados por diversos autores:

- ◇ **John Ingle:** accidentes relacionados con el acceso, la instrumentación, la obturación y misceláneos.
- ◇ **Walton & Torabinejad:** accidentes de procedimiento durante la preparación del acceso, accidentes durante la limpieza y conformación, accidentes durante la obturación y accidentes durante la preparación del espacio para el poste.
- ◇ **Leif Tronstad:** analgesia incompleta, cavidad de acceso, perforaciones de la cámara pulpar, perforaciones radiculares, conducto radicular obliterado, fractura de un instrumento, reacciones adversas a medicamentos, sobreobturación del conducto y fracturas radiculares verticales.

A continuación, realizamos una breve revisión de los accidentes más comunes. (10)(11)

3.5.1 Formación de escalones

Un escalón es una irregularidad en la superficie de la pared del conducto radicular que impide que el instrumento llegue hasta el ápice del conducto. Este frecuente error técnico ocurre en la porción apical del conducto durante la conformación de los conductos (*Fig. 2*).

Causas:

- ✓ Acceso inadecuado al conducto en línea recta.

- ✓ No irrigar de manera suficiente y frecuente.
- ✓ Ensanchamiento excesivo de un conducto curvo con limas.
- ✓ Mala técnica de instrumentación o saltarse algunos números de instrumentos, específicamente en conductos curvos. (5) (12)



Fig. 2. Acceso inadecuado que imposibilita la entrada de la lima en línea recta al conducto, provocando una desviación y formación de un escalón a nivel apical. Hargreaves KM, Berman L, Cohen S. *Vías de la Pulpa*. 10° ed. Elsevier; 2011. Pp. 161.

3.5.2 Transporte de la porción apical del conducto

Ocurre cuando se modifica la anatomía original del conducto rasgando el foramen, lo que provoca el transporte de la porción apical del conducto, “enderezando” un conducto curvo en el tercio apical.

Causas:

- ✓ No precurvar los instrumentos.
- ✓ Uso de instrumentos muy grandes en conductos curvos.
- ✓ Rotación de limas en conductos curvos. (12)



3.5.3 Perforaciones radiculares

La Asociación Americana de Endodoncia define una perforación como una comunicación mecánica o patológica entre el sistema de conductos radiculares y la superficie externa de la raíz.

Las perforaciones radiculares pueden tener una etiología patológica, como resultado del avance del proceso carioso o de una reabsorción interna o externa, o iatrogénica, como consecuencia de un error durante el acceso, en la localización de la entrada a los conductos radiculares o durante la preparación biomecánica de los mismos.

De este tipo de complicaciones siempre resultarán en una pérdida de la integridad de la raíz afectada y el compromiso del tejido periodontal adyacente. (13)(14)

3.5.4 Sobreinstrumentación

Instrumentación que es llevada más allá de foramen apical y que ocasiona la pérdida de la constricción natural (límite CDC) abriendo el foramen e impidiendo que se logre un correcto sellado apical. Además, aumenta el riesgo de realizar una sobreobturación. (12)

3.5.5 Separación de instrumentos dentro del conducto radicular

Durante el tratamiento pulpar, la posibilidad de separación de un instrumento dentro del conducto siempre está presente. Usualmente, puede tratarse de algún tipo de lima, fresas Gates-Glidden o Peeso, compactores o puntas de instrumentos manuales, como exploradores o espaciadores de gutapercha.

Independientemente del tipo de instrumento utilizado, ya sea de acero inoxidable o de níquel titanio, y de cómo se utilicen, manuales o rotatorios, existe la posibilidad de separación.

Desde el punto de vista estadístico, la incidencia de la separación de un instrumento endodóncico está influenciada principalmente por la forma en que

se realizaron los estudios, por lo que, se puede encontrar un amplio rango de valores:

- ◇ Limas de acero inoxidable: 0.7 – 7.4%
- ◇ Limas rotatorias de NiTi impulsadas por rotación continua: 0.4 - 5%
- ◇ Limas rotatorias de NiTi accionadas por movimiento recíprocante: 0.14% (15)

Esto indica que la frecuencia de separación de los instrumentos rotatorios de níquel-titanio es comparable a la de las limas endodóncicas de acero inoxidable, aunque las propiedades metalúrgicas y mecánicas de la aleación de níquel-titanio son superiores, principalmente debido a la superelasticidad que poseen. Aun así, hay estudios que indican una mayor incidencia de separación de los instrumentos rotatorios de NiTi en comparación con las limas de acero inoxidable. (10)

3.6 Instrumentos endodóncicos

Durante la terapia de conductos, se requiere del uso de diversos instrumentos endodóncicos que tienen por función principal el corte o desgaste de la dentina. Entre ellos están los instrumentos manuales y los instrumentos rotatorios utilizados para la preparación de conductos radiculares, instrumentos para obturar e instrumentos que realizan la desobturación del conducto para la colocación de postes.

Los primeros instrumentos fabricados industrialmente de uso endodóncico fueron realizados a partir de la aleación de acero-carbono, ya que cumplían con la función de corte o desgaste de la dentina debido a la principal característica que poseían que era su gran dureza.

Los materiales utilizados actualmente en la fabricación de instrumentos endodóncicos están constituidos por aleaciones austeníticas inoxidables que

deben contener cierta cantidad de elementos químicos con la finalidad de mejorar su calidad; acero inoxidable, níquel titanio y acero al carbono.

Asimismo, se han establecido especificaciones estandarizadas para mejorar la calidad de los instrumentos. Estas normas se denominan con las siglas ISO y existen dos normas aplicables a los instrumentos endodóncicos:

- ◇ La norma ISO n.º 3630-1 aplicable a las limas tipo K, las limas Hedström, los raspadores y escariadores.
- ◇ La norma ISO n.º 3630-3 aplicable a condensadores, compactadores y espaciadores. (5)

El conocimiento de la fabricación, propiedades, diseño, técnica empleada y comportamiento de los instrumentos utilizados durante la terapia endodóncica es esencial en la labor de los operadores, ya que optimizan la utilización de los instrumentos y disminuyen la incidencia de accidentes durante su uso. (5)
(16)

3.6.1 Métodos de fabricación

Los instrumentos endodóncicos se fabrican a partir de vástagos metálicos piramidales o cónicos, con bases que pueden ser triangulares, cuadrangulares, circulares o en forma de S, que se torsionan o desgastan de acuerdo a las características de cada instrumento. Están constituidos por cuatro partes (*Fig. 3*). (16)

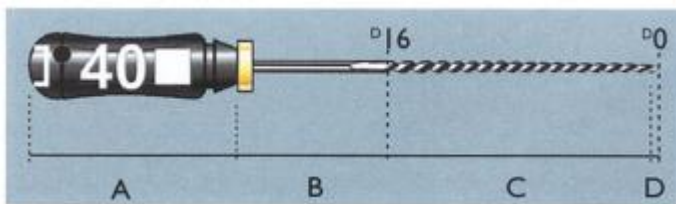


Fig. 3. Partes de un instrumento endodóncico. A: mango; B: intermediario; C: parte activa; D: guía de penetración. Goldberg F, Soares IJ. *Endodoncia. Técnica y fundamentos. Primera ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2002. Pp. 65.*

- ◇ *Mango*: Generalmente de plástico, de forma cilíndrica con extremos redondeados y superficie estriada para un mejor agarre. El color del mango corresponde al número del instrumento.
- ◇ *Intermediario*: Corresponde al segmento que se encuentra entre el mango y la parte activa, cuya longitud varía según la longitud del instrumento.
- ◇ *Parte activa*: segmento cortante. Debe tener 16mm de longitud y su forma depende de la del vástago original y del ángulo helicoidal (*Fig. 4*).
- ◇ *Guía de penetración*: es el extremo de la parte activa y tiene la forma de un cono, con un vértice especial para cada tipo de instrumento (*Fig. 5*). (6)



Fig. 4. Parte activa de diferentes tipos de limas endodóncicas; de izquierda a derecha: S-File, Flexofile, Klex, Unifile y Helifile. Goldberg F, Soares IJ. *Endodoncia. Técnica y fundamentos*. Primera ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2002. Pp. 66.

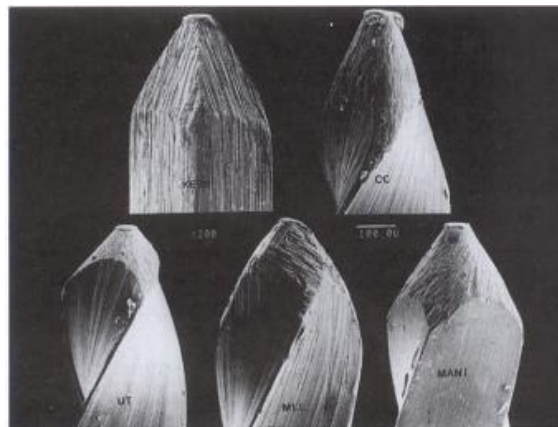


Fig. 5. Guía de penetración de diversas limas tipo K. Goldberg F, Soares IJ. *Endodoncia. Técnica y fundamentos*. Primera ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2002. Pp. 66.



3.6.1.1 Torsión

Un alambre con forma circular sufre un proceso de fresado, en el que se transforma en una superficie plana. Si el instrumento al ser fabricado se pretende que tenga una sección cuadrangular, será fresado en 4 planos. Y si fuera triangular, será fresado en 3 planos.

A partir de allí, el alambre ahora con forma piramidal y sección recta triangular o cuadrangular será tomado de una de las extremidades y sometido a torsión hacia la izquierda, lo que dará como resultados bordes cortantes de forma helicoidal.

Dependiendo del número de vueltas y de la forma de sección transversal, se obtienen instrumentos con diferentes propiedades mecánicas y capacidad de corte. (16)

3.6.1.2 Desgaste

Un alambre con una sección transversal circular es sometido al corte con fresas, en un sentido helicoidal de derecha a izquierda. Dependiendo del número de vueltas y del formato de sección transversal, se obtendrán instrumentos con diferentes propiedades y conductas. (16)

3.6.2 Propiedades mecánicas de los instrumentos endodóncicos.

El conocimiento de la conducta y de las propiedades mecánicas de los materiales (*Fig. 6*) ayuda a comprender mejor las limitaciones y cualidades que poseen los instrumentos, además de utilizarlos de manera más segura y eficiente.

<i>Fuerza</i>	Magnitud vectorial que, cuando es aplicada a un cuerpo, deforma o cambia su estado de reposo o movimiento.
<i>Rigidez</i>	Propiedad que le confiere al material resistencia a la deformación. A mayor rigidez, menor deformación.
<i>Flexibilidad</i>	Capacidad de un cuerpo para deformarse a partir de la aplicación de una fuerza. A menor fuerza para deformarla o flexionarla, más flexible es el material.

<i>Resistencia mecánica</i>	Capacidad que tiene un material de resistir cargas externas sin presentar fracturas.
<i>Elasticidad</i>	Capacidad de un material para sufrir deformaciones elásticas.
<i>Deformación elástica</i>	Deformación producida cuando se aplica una carga y desaparece al eliminar la carga.
<i>Deformación plástica</i>	Deformación que persiste en el material aun después de que se haya eliminado la carga. Deformación permanente.
<i>Plasticidad</i>	Capacidad que tiene un material para sufrir grandes deformaciones permanentes, sin alcanzar la fractura. Dependiendo de la fuerza que se le aplique, la plasticidad recibe el nombre de maleabilidad o ductilidad.
<i>Fragilidad</i>	Capacidad de un material para resistir las deformaciones permanentes, sin fractura. Cuanto menos frágil, más resistente. Instrumentos más frágiles, presentan poca o nula deformación plástica antes de la fractura.
<i>Resiliencia</i>	Capacidad de un material de deformarse y volver a su forma original.
<i>Tenacidad</i>	Capacidad de un material de resistir cargas y sufrir grandes deformaciones sin llegar a la fractura.
<i>Dureza</i>	Capacidad de un material de resistir la penetración, corte o abrasión.
<i>Resistencia a la abrasión</i>	Resistencia de un material al desgaste por atrición.

Fig. 6. Propiedades mecánicas que deben poseer los instrumentos endodóncicos. Lima Machado ME. *Endodoncia, de la biología a la técnica*. 1era ed. Sao Paulo. AMOLCA; 2009.

Una vez comprendidas las propiedades de los materiales, será posible entender las particularidades de los instrumentos endodóncicos utilizados actualmente en sus diferentes aleaciones. (6) (16)

3.6.3 Aleación acero inoxidable

La aleación de acero inoxidable presenta un alto contenido de hierro, por encima del 12%, haciéndolo resistente a la fractura y proporcionándole gran tenacidad y dureza. También posee níquel que aumenta la resistencia de la aleación al calor, la corrosión y eleva su tenacidad. Además, elementos como manganeso, silicio, molibdeno, cobalto y vanadio aumentan la resistencia mecánica de esta aleación.



Entre sus ventajas, la aleación de acero inoxidable es de bajo costo, posee gran durabilidad, resistencia a la corrosión, una aceptable deformación plástica previa a su separación. Los instrumentos de bajo calibre tienen una buena flexibilidad.

Por otra parte, entre sus desventajas encontramos que su rigidez, impide que esta aleación tenga la flexibilidad requerida para poder instrumentar conductos curvos. (6) (16)

3.6.3.1 Limas tipo K

Instrumento liso con parte activa de acero inoxidable en un asta metálica cónica cuadrangular o triangular, torcida a la izquierda a lo largo de su eje longitudinal, con un ángulo de corte de 90° , que le confiere buena capacidad de corte y flexibilidad, un ángulo helicoidal de 45° que hace posible su uso tanto en movimientos de rotación, como en movimientos de limado (vaivén). Es utilizada para exploración y conformación de conductos. (6) (16)

Generalmente se encuentran tres variedades de limas tipo K:

- ✓ De vástago *cuadrangular*: Limas K-File (SybronEndo), Limas K-File (Dentsply-Maillefer).
- ✓ De vástago *triangular*: Lima Flexofile (Dentsply/Maillefer), Lima Flex.R (Miltex), Lima Triple-Flex (SybronEndo).
- ✓ De vástago *romboidal*: Lima K-Flex (SybronEndo).

Las diferencias entre las diversas limas tipo K residen en la forma de sección del vástago del cual se originan (*Fig. 7*). (6)



Fig. 7. Forma de sección del vástago de distintos tipos de limas tipo K. Soares Ilson J. Goldberg F. *Endodoncia: técnica y fundamentos*. 2° ed. Buenos Aires, Argentina. Editorial Medica Panamericana; 2012. Pp. 148.

- ✓ **Lima K-File:** Limas de acero inoxidable de sección cuadrangular, en calibres superiores es preferible de secciones triangulares para que tenga mayor flexibilidad. Tiene un ángulo helicoidal de 45° cuando es cuadrangular y de 25° cuando es triangular su sección. Tiene una punta activa, con un ángulo de transición prominente, lo que resulta desfavorable en instrumentos de mayor calibre cuando se pretende instrumentar conductos curvos. Es posible usarla en movimientos de rotación y limado.

Calibres: 1°, 2°, 3° serie, especiales.

- ✓ **Lima Flexofile:** Limas de acero inoxidable torsionadas, de sección triangular, con una punta inactiva (punta de Batt) y ángulo de transición redondeado.

Calibres: 1° serie.

- ✓ **Lima Flex-R:** Limas de acero inoxidable, de sección triangular, que presentan como característica principal una porción terminal, no agresiva, de forma cónica, punta Roane inactiva, con un ángulo doble de 35° en la punta y que continúan sin aristas cortantes hasta el primer filo, donde el ángulo es de 70° . Esta característica le permite girar con



mayor suavidad en el conducto sin que se enganche en las paredes, lo que evita que se formen escalones.

Calibres: 1°, 2° y 3° serie.

- ✓ **Lima K-Flex:** Limas de acero inoxidable fabricadas por torsión a partir de un vástago romboidal. Tiene dos ángulos de corte de 80° que actúan sobre la dentina, dos ángulos de 100° que dejan un espacio libre entre el instrumento y la pared dentinaria, lo que favorece la remoción de detritos. Con punta activa.

Calibres: 1° y 2° serie. (6)

3.6.3.2 Limas Hedström

Confeccionadas por desgaste a partir de un vástago circular de acero inoxidable o níquel titanio con una canaleta. Poseen una gran capacidad de corte al ser traccionadas. No deben girarse, ya que son ineficaces y tienden a fracturarse. Son utilizadas para instrumentar conductos rectos, preparación del tercio cervical precediendo el uso de fresas Gates-Glidden y en retratamientos para la remoción del material de obturación. (6)

3.6.4 Aleación níquel titanio (NiTi)

La aleación de níquel titanio es una aleación compuesta por una proporción de 56% níquel y 44% de titanio, también se conoce como Nitinol. Es considerada una aleación inteligente por sus propiedades principales que son la superelasticidad y el efecto de memoria de forma, que para poder entender en qué consisten estas características se requiere conocer que es la deformación elástica y la deformación plástica de un metal. (17)

- ◇ **Deformación elástica:** deformación reversible que no excede el límite de elasticidad.
- ◇ **Límite de elasticidad:** valor establecido que representa la máxima tensión que cuando se aplica a una lima permite que vuelva a sus

dimensiones originales. Una vez eliminada la tensión, las fuerzas internadas residuales vuelven a cero.

- ◇ **Deformación plástica:** es el desplazamiento permanente por desunión que se presenta cuando se ha excedido el límite de elasticidad. La lima no va a volver a sus dimensiones originales después de eliminar la tensión. (6) (16)

El efecto de memoria de forma es la capacidad del material de deformarse y volver a su forma original preestablecida, por medio de la descarga, o del calentamiento inducido térmicamente.

La superelasticidad y el efecto de memoria de forma, están relacionados con la aplicación de una tensión, que es la cantidad de deformación que sufre una lima y que es inducida mecánicamente, o por un cambio de temperatura a la aleación, el cual tiene la capacidad de absorber esta energía incluso un 8% más que el acero inoxidable, mediante el cambio en la posición de sus átomos. Este proceso es llamado transición de fase cristalográfica, estas fases son: **la austenita y la martensita**. Hay que recordar que para generar el cambio de austenita a martensita es necesario a aplicar tensión. (18)

La **fase austenita** es aquella en la cual los átomos se encuentran en una disposición simétrica, es su fase original, o la fase a temperatura ambiente de los instrumentos de níquel titanio convencionales. Esta fase se caracteriza porque tiene un comportamiento elástico, es decir, capacidad de recuperar su forma original luego de que ha pasado la fuerza que causó la deformación. En este momento, la aleación es dura, rígida y su principal característica es su superelasticidad, además es estable a altas temperaturas, y a bajos valores de tensión (*Fig. 8*). (19)

Por otro lado, la **fase martensítica** se presenta cuando se ha superado el límite elástico de la aleación de níquel titanio. La disposición atómica en esta fase puede ser de forma asimétrica o en forma de cizalla, o sierra. Presenta

un comportamiento plástico, ya que mantiene dicha deformación luego de que ha cesado la fuerza que lo provocó. Esta es la fase original, o la fase a temperatura ambiente de los instrumentos de níquel titanio tratados, y su principal característica es que es maleable, por lo que se deforma con facilidad, y son estables a bajas temperaturas y a altos valores de tensión. (20) (19)

Es importante mencionar que, si hay alguna variación en la composición de la aleación de Níquel Titanio, 56% y 44% respectivamente, se afectarán las temperaturas de variación de transición de fase, generando que sus características de superelasticidad y control de memoria de forma también se vean afectadas, siendo estas características las más relevantes para la fabricación de limas endodóncicas. (20)

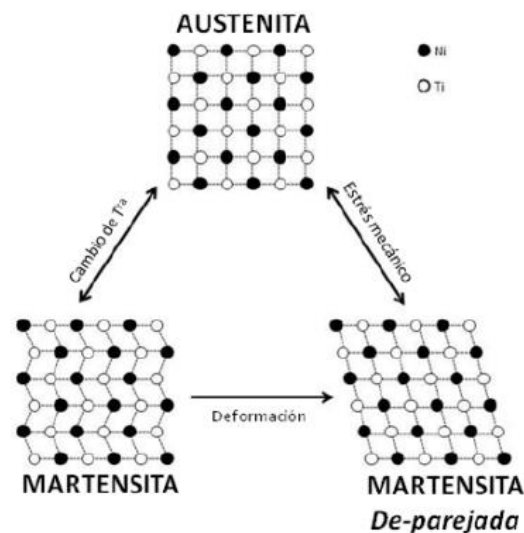


Fig. 8. Cambios de fase de la aleación NiTi. Observamos la transformación entre fases producida por un cambio de temperatura y estrés mecánico por deformación. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.* 2000 Jul;33(4):297-310.

Entre las ventajas que podemos encontrar en la aleación Ni-Ti, una de las principales es su memoria de forma, la superelasticidad, su bajo módulo de elasticidad y la resistencia a la corrosión.

Por otra parte, una gran desventaja es su pobre eficiencia de corte, no muestra señales de fatiga antes de fracturarse además de que presenta una menor resistencia a la fractura si son comparadas con una lima de acero inoxidable.

(5) (9)

4. Causas de separación de un instrumento

La separación de un instrumento endodóncico tiene diversas causas, influenciadas por distintos elementos como las características de la cavidad de acceso, la configuración de los conductos radiculares, el radio y ángulo de curvatura, las características de la sección transversal de los conductos radiculares, las características de diseño de los instrumentos rotos, propiedades metalúrgicas de los mismos, los defectos de fabricación del instrumento, la técnica de instrumentación, la dinámica del instrumento en el conducto radicular, el número de ciclos de esterilización a los que se ha sometido el instrumento y su número de usos, la dificultad clínica a las que ya ha sido sometido el instrumento, los tratamientos de conductos anteriores, la experiencia del clínico, pero sobre todo un mal uso de los instrumentos.

También es importante mencionar que, a diferencia de los instrumentos de Níquel-Titanio, los de acero inoxidable pueden presentar algunos defectos visibles antes de su separación, como deformaciones plásticas de la lima: desenroscamiento o angulaciones en ángulos agudos.

No obstante, los mecanismos de fractura son distintos para los dos tipos de instrumentos endodóncicos: cantidades excesivas de torsión para las limas de acero inoxidable y principalmente sobrecarga por torsión y fatiga cíclica para las de níquel-titanio. (10) (21) (22)

4.1 Mecanismos de fractura de los instrumentos

4.1.1 Limas tipo K

Aunque las limas K triangulares como las rectangulares están hechas de las mismas aleaciones de acero inoxidable que las limas H, la proporción entre



limas separadas y deformadas es muy diferente. Las limas K se desechan en grandes cantidades debido a la deformación plástica y solo una fracción de ellas se ha fracturado durante el tratamiento de conductos.

La diferencia con las limas H podría atribuirse a la mayor rigidez, flexión y resistencia a la torsión, debido a la sección transversal más gruesa de las limas K. Diversos hallazgos experimentales mostraron que las limas K son más resistentes a la torsión y muestran una mayor deflexión angular con ángulos de giro más altos antes de la fractura.

Aunque se ha determinado que la causa por la que las limas K se separan es la sobrecarga bajo torsión, también se han observado estrías de fatiga en las limas recuperadas. (22)

4.1.2 Limas tipo Hedström

En un estudio realizado, se llevó a cabo el análisis de limas H fracturadas por medio de microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido (SEM) y tomografía computarizada de micro-rayos X (microXCT), donde descubrieron que una lima H fracturada in vivo presenta muchas grietas. Estas grietas varían en tamaño y están orientadas perpendicularmente al eje longitudinal de la lima. El origen de estas grietas podría estar atribuido a dos mecanismos propuestos. La primera explicación sugiere que, como se sabe, la geometría característica de las limas H con ranuras profundas se logra fresando piezas de alambre redondas, las ranuras desarrolladas durante este proceso de fabricación proporcionan una sinnúmero de sitios para el inicio de grietas.

Por otro lado, se propone que la ubicación de grietas profundas en las estrías debe atribuirse a la disminución abrupta en el diámetro de la sección transversal que se ha introducido para facilitar la carga de restos de dentina. Sin embargo, parece que esto actúa como un factor de concentración de tensiones que facilita el inicio de grietas en la superficie y su propagación perpendicular al eje longitudinal del instrumento (*Fig. 9*). (22)

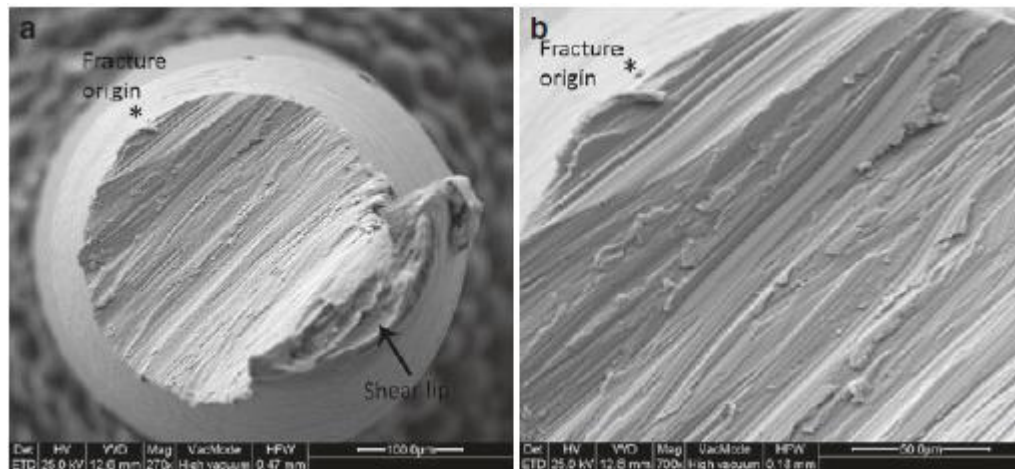


Fig. 9. (a) Imagen de electrones secundarios (SEI) con las estrías características de la fractura por fatiga en la superficie de la lima H clínicamente fracturada. El asterisco indica el origen de la fractura, mientras que el extremo de la fractura está indicado en el lado opuesto de corte. **(b)** Las estrías características cerca del origen de la fractura a mayor aumento. *Lambrianidis T. Management of Fractured Endodontic Instruments. A Clinical Guide [Internet]. Switzerland: Springer International Publishing.*

Desafortunadamente, se observó que estas grietas se propagan sin ningún signo macroscópico que advierta al clínico sobre el deterioro de las propiedades mecánicas de la lima y la próxima separación. Aunque se encontró que la técnica de Crown Down ralentiza la propagación de grietas en comparación con la técnica de retroceso.

Este hallazgo está en concordancia con hallazgos previos que indican que en la mayoría de los casos la fractura se localiza en el tercio apical debido al menor diámetro y máxima curvatura del conducto radicular.

Es así como, se determinó que para las limas H de tamaño pequeño (tamaños ISO #08 a #15), la deformación plástica observada cerca de la punta de corte implicaba que la carga durante el uso clínico superaba el límite elástico de la aleación utilizada pero nunca alcanzaba la resistencia a la fractura. Mientras que, los tamaños más grandes se separaron como resultado del mecanismo de fatiga (*Fig. 10*). (22)

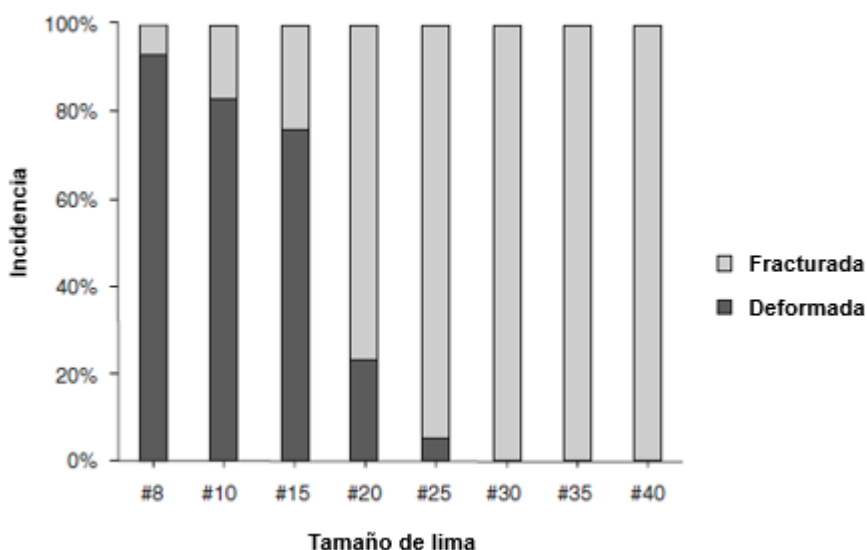


Fig. 10. Distribución de instrumentos fracturados y deformados plásticamente dentro de diferentes tamaños ISO de limas H después del uso clínico. Lambrianidis T. *Management of Fractured Endodontic Instruments. A Clinical Guide* [Internet]. Switzerland: Springer International Publishing.

La determinación de la fractura por fatiga como el principal mecanismo de separación basado en datos clínicos tiene importantes implicaciones clínicas y tecnológicas. Desde un punto de vista clínico, significa que se producirá una fractura después de un período prolongado de uso. (22)

4.1.3 Limas de Ni-Ti

Actualmente, la “resistencia a la fatiga” de las limas endodóncicas de NiTi ha sido un criterio para comparar la vida útil de diferentes marcas.

El término "**resistencia a la fatiga**" se refiere al número de revoluciones que un instrumento puede soportar antes de separarse y, por lo tanto, determina que una lima con una mayor resistencia a la fatiga durará más antes de la separación por fatiga, por lo que será un instrumento más seguro.

Si bien, uno de los mecanismos por los que se separan las limas de NiTi es por fatiga, también sufren de deformaciones plásticas.

Uno de los hallazgos más importantes en diversos estudios realizados donde se pretendía conocer el mecanismo de separación de los instrumentos de NiTi, es que la incidencia de separación es independiente del número de usos, ya que puede ocurrir en cualquier momento de la instrumentación, incluso esto explica el hecho de que instrumentos nuevos tienen una incidencia de separación del 0.9%. Por lo que, estos resultados contradicen al mecanismo de fatiga como causa de separación, ya que la degradación continua de las propiedades mecánicas de los instrumentos debería proporcionar una mayor tasa de separación en usos sucesivos. (22)

Actualmente, la literatura ha agrupado la separación de las limas de NiTi en dos categorías propias de la **fatiga cíclica** conocidas como **fractura por torsión y fatiga por flexión**. (22)

La **fatiga cíclica** es el proceso de degeneración que ocurre en las limas endodóncicas cuando son sometidas a cargas cíclicas dentro del conducto radicular, esta puede influir en el origen y propagación del tipo de fractura que pueda presentarse, ya sea por torsión o flexión. (23)

Fractura por torsión: Ocurre cuando la punta o el cuerpo de una lima se traba en el canal mientras el vástago continúa girando, una vez que el **torque** ejercido por la pieza de mano excede el límite elástico del metal, la fractura de la lima será inevitable. (24)

Torque: El torque es un parámetro importante que influye en la incidencia de deformación y separación de un instrumento. Se define como el parámetro que mide la fuerza de un instrumento para rotar sobre su propio eje. Es diferente el torque de un instrumento y el de un motor.

El de un instrumento se define como la máxima fuerza de torsión que es capaz de resistir un material sin que sobrepase su límite elástico. El torque de un instrumento depende de su diámetro, del tipo de aleación y de la conicidad del instrumento.



Por otra parte, el torque de un motor es la fuerza desencadenada por el motor al realizar cada giro, es así como esta función en el motor endodónico controla la fuerza con la que el instrumento gira. (25)

El torque generado durante la instrumentación de conductos pequeños es mayor que el de los conductos grandes. Y a medida que aumenta el diámetro de la lima, el torque o la fuerza necesaria para desenrollar o separarse también aumenta. Respecto a la curvatura del conducto radicular, las limas de menor calibre fallan con menos torque, al igual que las limas en canales curvos más agudos.

Cuando se utiliza un torque elevado, el instrumento es muy activo y la incidencia de bloqueo del instrumento y la subsecuente deformación y separación tiende a aumentar.

Existen dos tipos de motores los de aire convencional y los eléctricos. Los motores de aire convencionales no permiten el control del torque, y una disminución en la presión del aire podría afectar la velocidad de rotación y disminuir el torque. Por lo tanto, el operador tiende a forzar el instrumento dentro del canal lo que podría ocasionar estrés sobre el instrumento y causar la separación de este. (25) (26)

Los motores eléctricos se han desarrollado para controlar tanto la velocidad de rotación como el torque durante la instrumentación del conducto radicular, de modo que cuando el torque en un instrumento que gira a una **velocidad** constante alcanza un nivel predeterminado, el motor invierte automáticamente su dirección de rotación y permite que la lima se retire antes de bloquearse y separarse en el conducto radicular. Por otro lado, si la velocidad de rotación no es constante, habrá diferencias en la velocidad a lo largo de la parte activa de la lima además de tensiones torsionales que causarán la fatiga de la lima provocando su separación. (27)

Se ha observado que los instrumentos utilizados con motores de bajo torque ($<1\text{N/cm}$) son más resistentes a la fractura que aquellos usado con motores de alto torque ($>3\text{N/cm}$) Por lo que, el clínico debe usar motores eléctricos ajustados a bajos niveles de torque durante la preparación del conducto radicular.

En cuanto a la **velocidad de rotación**, cuanto mayor sea la velocidad, mayor capacidad de corte tendrá el instrumento, pero se corre el riesgo de perder el control del instrumento, modificar la anatomía del conducto y la separación del instrumento. Por lo que, se recomienda utilizar la velocidad que recomiende el fabricante de acuerdo al sistema usado pero que esté dentro del rango de los 250 a 600 rpm. (26)

Fatiga por flexión: Se da cuando la lima gira libremente en una curvatura aguda generando así tensión y compresión que resulta en la separación de esta en el punto de máxima curvatura. (23)

Si el instrumento separado muestra una deformación plástica extensa cerca del punto de fractura (desatornillado o sobreatornillado), se clasifica como una fractura por torsión. Mientras que, en ausencia de deformación plástica, se considera una fatiga por flexión.

Finalmente, otros estudios han demostrado que la separación del instrumento de NiTi se ve más afectada por la forma en que se usa el instrumento (mal uso) que por la cantidad de usos. Dado que el mecanismo de separación no está asociado con un daño acumulativo sino con una sobrecarga repentina, posiblemente cuando la punta del instrumento se traba en una región restringida del conducto radicular. (22)



4.2 Factores que influyen en la extracción de instrumentos separados.

4.2.1 Factores dentales

La influencia de los factores anatómicos se resume a la visualización y acceso, es decir, la capacidad de crear un buen acceso que permita tener una visión directa al segmento separado y manipular instrumentos o dispositivos de recuperación de forma segura y eficaz.

Existen tres factores principales:

- ◇ El tipo de diente.
- ◇ La posición del fragmento en el conducto radicular.
- ◇ El espacio que haya entre el fragmento y las paredes del conducto.

La extracción de instrumentos separados es más predecible en dientes del maxilar, dientes anteriores, cuando el fragmento se extiende al tercio coronal del conducto radicular y se localiza antes de la curvatura del conducto, cuando el instrumento se separa en conductos radiculares rectos o ligeramente curvos, cuando existe un espacio entre el fragmento separado y las paredes del conducto radicular y si se logra exponer un tercio de la longitud del instrumento separado. (28) (29) (30)

4.2.2 Factores del tipo de instrumento separado

Los instrumentos de NiTi, debido a su flexibilidad, generalmente se separan pasando la curvatura del conducto radicular o en la porción apical, por lo que estos instrumentos son más difíciles de extraer en comparación con los de acero inoxidable.

Los instrumentos rotatorios de NiTi tienden a enroscarse en las paredes del conducto radicular debido a su movimiento giratorio, presentan una mayor tendencia a fracturarse repetidamente durante los procedimientos de remoción, particularmente cuando se usan ultrasonidos.

Además, estudios han revelado que estos instrumentos se fracturan por torsión en tramos cortos y en conductos radiculares curvos tienden a quedarse contra la pared externa del conducto radicular y no permanecen en el centro del conducto debido a su flexibilidad.

Cuando se utilizan instrumentos rotatorios de NiTi, la incidencia de separación del instrumento oscila entre el 0.4 % y el 5 %. La recuperación exitosa de estos instrumentos separados varía ampliamente del 48% al 95% y está relacionada con las técnicas utilizadas y la complejidad del caso. (30) (31)

El diseño de los instrumentos también es un factor importante. La extracción de las limas K es más fácil y exitosa que las limas Hedström. El diseño de las limas Hedström dificulta su eliminación debido a su ángulo helicoidal más grande y sus ranuras más profundas que le confieren una mayor eficiencia de corte que las limas K, lo que puede resultar en un mayor encaje en las paredes del conducto radicular en el momento en que se produce la separación del instrumento. (28) (30)

En cuanto a los instrumentos de acero inoxidable, las tasas de separación de oscilan entre el 0.25 % y el 6 %. (30)

4.2.3 Factores del clínico

Uno de los problemas a los que se enfrenta frecuentemente el odontólogo de práctica general y el especialista en endodoncia es a la separación de instrumentos en el conducto radicular. La separación de un instrumento es un evento que genera ansiedad, temor y frustración en el clínico, además de un posible problema legal.

Sin embargo, uno de los requisitos previos más importantes para manejar estos casos es adoptar un enfoque metodológico guiado con la máxima paciencia por parte del odontólogo. No obstante, la remoción exitosa del fragmento depende del conocimiento, entrenamiento y experiencia con las técnicas e instrumentos utilizados para este tipo de problema. Es importante



mencionar que un clínico experimentado no solo puede retirar el instrumento separado sino preservar la integridad del diente a tratar. Si un odontólogo de práctica general cree que no tiene la competencia para un manejo exitoso, deberá derivar al paciente a un especialista. (32) (33)

4.2.4 Factores del paciente

El grado de apertura de la boca, las limitaciones para acceder al diente, las limitaciones de tiempo y el nivel de ansiedad del paciente son factores que juegan un papel importante en el éxito o fracaso de la remoción de un instrumento separado.

Es importante que antes del tratamiento, se le explique al paciente la complejidad del procedimiento y sus posibles complicaciones. (30)

5. Técnicas para remover instrumentos separados

Durante las últimas décadas se han descrito diversos dispositivos, técnicas y métodos para la extracción de instrumentos separados. Aunque algunos todavía se usan ampliamente, otros se han dejado de utilizar e incluso ya no se encuentran en el mercado.

El manejo exitoso de los instrumentos endodóncicos separados es difícil, pero hay varias técnicas disponibles para la recuperación de un instrumento separado. Un plan de tratamiento adecuado depende de varios factores, incluida la anatomía y la ubicación del diente; el tamaño, material, tipo y ubicación del fragmento, incluso la acción de la lima separada: en sentido horario o antihorario; y la habilidad del clínico. Sin embargo, la selección de la técnica de manejo más adecuada basada en estos factores puede ser una decisión complicada que influye directamente en el éxito del procedimiento.

Antes de que el odontólogo tome la decisión de extraer el fragmento separado, debe asegurarse de la disponibilidad y la manipulación exitosa de los materiales, instrumentos y dispositivos necesarios, además de la capacidad que tenga para realizar este tipo de procedimiento.

Cada caso tiene sus propias características que determinan el enfoque adecuado para manejar el caso. No obstante, es poco frecuente que, un odontólogo pueda retirar un instrumento separado simplemente en el proceso de evitarlo, desalojándolo coronalmente con otras limas manuales o incluso irrigando el conducto radicular. Desafortunadamente, un fragmento suelto puede ser resistente a la extracción incluso después de utilizar varios métodos y dispositivos.

Para poder llevar a cabo cualquiera de las siguientes técnicas es indispensable el uso de un microscopio. Si no se dispone de uno, es recomendable que se use lentes de gran aumento y una buena iluminación. (12) (30)

5.1 Sistemas de microtubo

5.1.1 Instrument Removal System

El Instrument Removal System (IRS® Superior Edition) (*Fig. 9*) es un sistema de extracción de instrumentos fabricado en EE. UU. por San Diego Swiss.

Es un dispositivo endodóncico diseñado para a la extracción de instrumentos rotos o separados, como limas, puntas de instrumentos manuales, postes, obturadores y tras obstrucciones intracanaliculares.

Existen cuatro instrumentos con los siguientes tamaños codificados mediante distintos colores (*Fig. 10*):

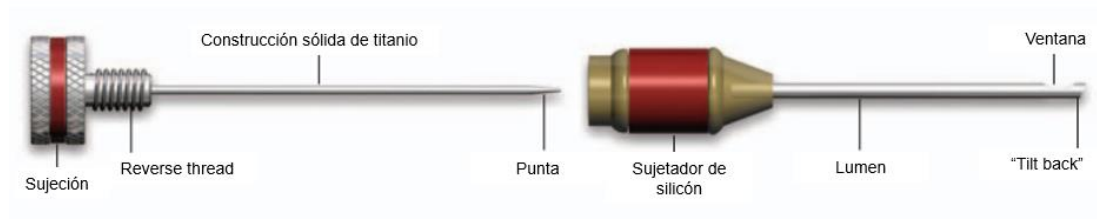


Fig. 9. Composición del IRS®. https://www.sdswiss.com/content/DataSheet_IRS.pdf



-
1. **Amarillo:** Diseñado para alojar del tercio medio al tercio apical. Provee un microtubo del calibre 24 y exposición del microtubo de 21 mm de longitud.

Diámetro externo: 0.55mm

Diámetro interno: 0.36mm

2. **Rojo:** Diseñado para alojar el tercio coronal y el tercio medio. Provee un microtubo del calibre 21 y una exposición del microtubo de 16 mm de longitud.

Diámetro externo: 0.8mm

Diámetro interno: 0.6mm

3. **Negro:** Diseñado para alojar el tercio coronal. Provee un microtubo del calibre 19 y una exposición del microtubo de 12 mm de longitud.

Diámetro externo: 1.0mm

Diámetro interno: 0.8mm

4. **Verde:** Diseñado para alojar el tercio coronal. Provee un microtubo del calibre 16 y una exposición del microtubo de 12 mm de longitud.

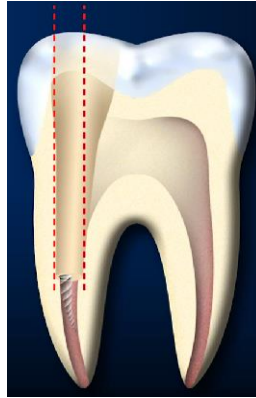
Diámetro externo: 1.6mm

Diámetro interno: 1.3mm

Modo de uso:

Con frecuencia, la obstrucción se eliminará con la aplicación exclusiva de ultrasonidos. Cuando los ultrasonidos no ofrecen los resultados deseados, puede intentar de la siguiente manera:

1. Establezca un acceso en línea recta. Puede utilizar fresas, Gates-Glidden, instrumentos ultrasónicos u otros instrumentos apropiados para obtener un acceso en línea recta.



Swiss SD. Instrument Removal System. [Internet].; 2017 [Consultado 21 feb 2021]. Disponible en: https://www.sdswiss.com/content/DataSheet_IRS.pdf.

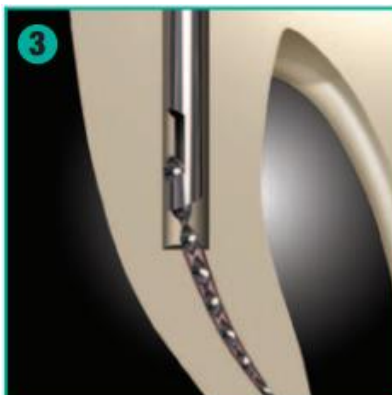
2. Visualice el extremo coronal de la obstrucción. Elija el drill IRS® apropiado, y, mediante un movimiento giratorio, hay que penetrar alrededor de la obstrucción hasta que se haya expuesto entre 1.0mm y 1.5 mm de la obstrucción.



Swiss SD. Instrument Removal System. [Internet].; 2017 [Consultado 21 feb 2021]. Disponible en: https://www.sdswiss.com/content/DataSheet_IRS.pdf.

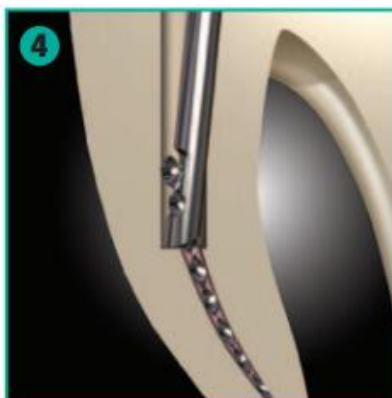
3. Coloque sobre la obstrucción el ensamblaje del instrumento “IRS® apropiado. (El ensamblaje tiene que estar “desengranado” en este momento para que la cuña roscada se pueda deslizar libremente hacia dentro y fuera del tubo.) Inserte el microtubo de modo que el

lado largo del bisel quede orientado hacia la pared externa del canal.



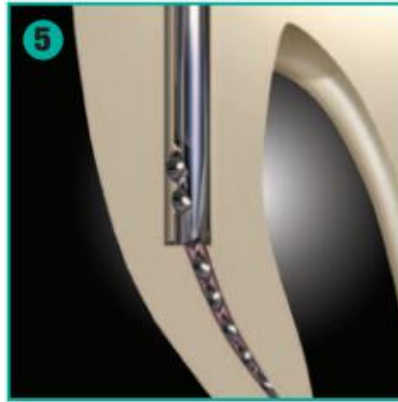
Swiss SD. Instrument Removal System. [Internet].; 2017 [Consultado 21 feb 2021]. Disponible en: https://www.sdswiss.com/content/DataSheet_IRS.pdf.

4. Una vez envuelto en el tubo, incline ligeramente el IRS en la dirección opuesta a la ventana, para que la obstrucción sobresalga de la ventana.



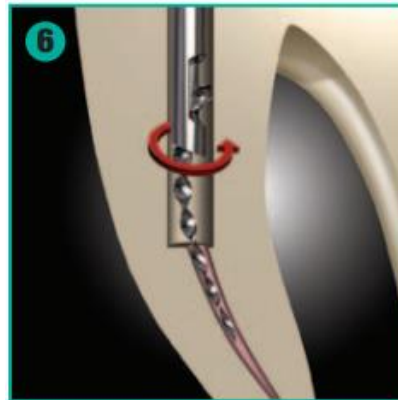
Swiss SD. Instrument Removal System. [Internet].; 2017 [Consultado 21 feb 2021]. Disponible en: https://www.sdswiss.com/content/DataSheet_IRS.pdf.

5. Empiece a ensartar la “cuña roscada” en sentido contrario a las manecillas del reloj hasta que se engrane en la obstrucción. Apriete suavemente el ensamblaje de la cuña roscada hasta que sienta que la cuña se fija en la obstrucción de manera segura. (Nota: no es necesario apretar en exceso el ensamblaje.)



Swiss SD. Instrument Removal System. [Internet].; 2017 [Consultado 21 feb 2021]. Disponible en: https://www.sdswiss.com/content/DataSheet_IRS.pdf.

6. Una vez engranado, mueva de manera suave y constante todo el ensamblaje hacia atrás y adelante en un movimiento de horario a antihorario para que se afloje la obstrucción. Continúe moviendo y levantando todo el ensamblaje en la dirección apropiada para lograr que la obstrucción salga del canal.



Swiss SD. Instrument Removal System. [Internet].; 2017 [Consultado 21 feb 2021]. Disponible en: https://www.sdswiss.com/content/DataSheet_IRS.pdf.

Todos los microtubos tienen un “bisel inverso” con un ángulo de 20°. Cuando encuentre una obstrucción situada contra la pared de un canal, utilice la porción larga del bisel para “levantar” la obstrucción separándola de la pared del canal. Continúe deslizando el microtubo sobre la obstrucción. (34)

Limpieza externa:

Limpie los instrumentos por fuera con alcohol. Enjuague con agua o suero salino estéril.

Esterilización:

Esterilice únicamente instrumentos limpios en autoclave a 121 °C (250 °F) durante 30 minutos, incluida la esterilización rápida con vapor. Separe los componentes antes de la esterilización en autoclave. (35)



Fig. 10. El kit completo del IRS incluye: (8) IRS Retrievers y (4) IRS Core Drills.

<https://www.sdswiss.com/irs-instrument-removal-system-retrievers-core-drills/>

5.2 Técnica de ultrasonido

La recuperación de fragmentos separados dentro del conducto con el uso de ultrasonido es la técnica más usada actualmente, debido a su alta tasa de efectividad, que de un 88% al 95% respectivamente.

Los instrumentos ultrasónicos tienen un diseño de contraángulo con puntas de aleación de diferentes longitudes y tamaños para usarse en distintas partes

del conducto radicular. Las puntas ultrasónicas tienen una base de titanio, una superficie lisa y solo la punta puede cortar. (30)

Para realizar esta técnica, algunas puntas ultrasónicas que se recomiendan son:

- ✓ *ET25 de Satelec.*



<https://www.dentaltix.com/es/satelec/inserto-ultrasonidos-et25-retratamientos-endodoncia-1u>

- ✓ *Punta ultrasónica Istmo E1 de Helse.*



<https://www.dentoshop.pe/products/punta-de-ultrasonido-istmo-e1>

- ✓ *ProUltra Endo n°6 y n°8 de Dentsply.*



<https://www.dentaltix.com/es/maillifer/inserto-ultrasonidos-proultra-titanio-satelec-p-endodoncia-1u>

✓ E7 de NSK.



<https://ddazul.com/256-equipos-dental/418-endodoncia/2605-punta-p-varios-e7-endodoncia.html>

✓ Start-X n°3 de Maillefer.



<https://www.dentaltix.com/es/maillifer/insertos-ultrasonidos-start-x-compatibles-satelec>

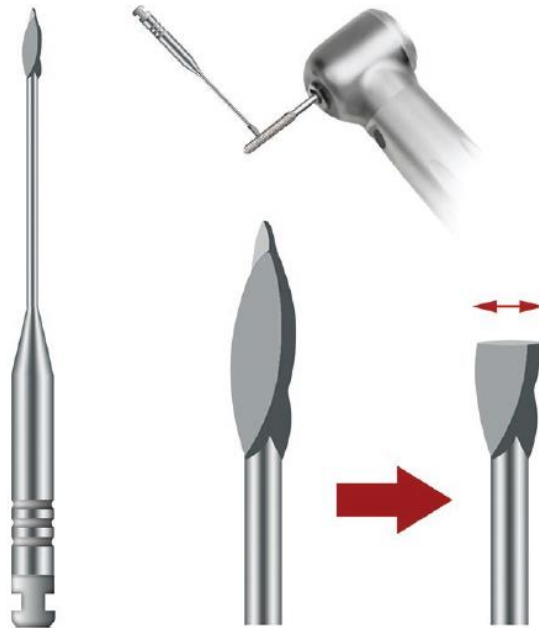
Modo de uso:

1. Se prepara una plataforma de aproximadamente 1 a 1.5mm alrededor del segmento más coronal del fragmento utilizando fresas Gates-Glidden modificadas (n.º 2–4) o una punta ultrasónica.



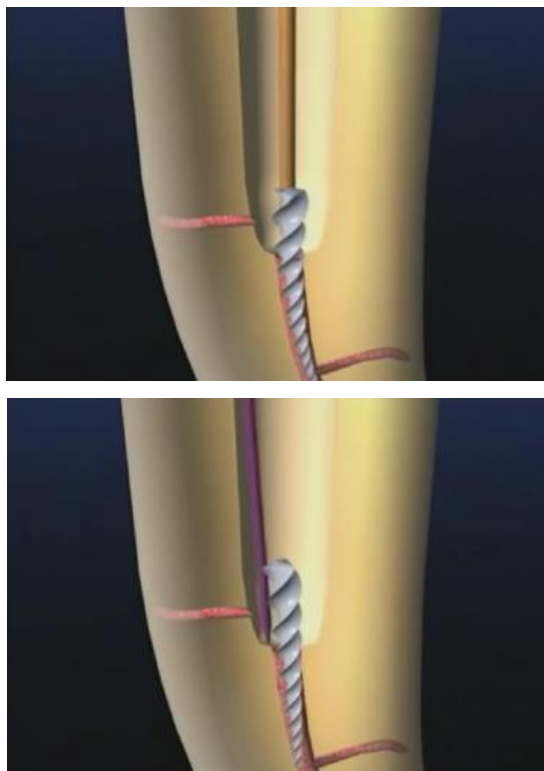
<https://www.youtube.com/watch?v=wPsTKqAyxBo>

La fresa Gates-Glidden se modifica puliendo la fresa perpendicular a su eje largo en su diámetro de sección transversal máximo. La plataforma se mantiene centrada para permitir una mejor visualización del fragmento y las paredes circundantes del conducto radicular de dentina; por lo que se conservan cantidades iguales de dentina alrededor del fragmento, lo que minimiza el riesgo de perforación de la raíz.



Lambrianidis T. *Management of Fractured Endodontic Instruments. A Clinical Guide* [Internet]. Switzerland: Springer International; 2018. Disponible en: [https://link.springer-com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4](https://link.springer.com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4)

2. Se elige la punta ultrasónica de longitud adecuada al caso. La punta ultrasónica se activa a la potencia más baja, y se coloca sobre la plataforma, entre el extremo opuesto del instrumento y la pared del conducto, y se realizan movimientos en sentido antihorario. En caso de que la lima corte en sentido antihorario, entonces se realizan movimientos en sentido horario.



<https://www.youtube.com/watch?v=wPsTKqAyxBo>

3. Con esta acción de penetración y la transmisión de la vibración al fragmento, este último comenzará a aflojarse y luego “brinca” fuera del conducto radicular.
4. Es necesario que, en la entrada de los otros conductos radiculares, si es que están presentes, se deben bloquear con algodón para evitar la entrada del fragmento suelto a otro de los conductos. (36)

Si no se tiene el debido cuidado y se aplica presión excesiva sobre la punta ultrasónica, la vibración puede empujar el fragmento hacia apical o la punta ultrasónica puede fracturarse. Además, para evitar la separación de la punta ultrasónica, es importante activarla únicamente cuando esté en contacto con el instrumento. Las limas tipo K o Hedström pueden ser alternativas a las puntas ultrasónicas. La lima activada debe tener un tamaño de punta que permita penetrar en la dentina alrededor del fragmento. Sin embargo, las limas

que son demasiado pequeñas no deben usarse porque es muy posible que se separen. (30)

En caso de que no se pueda recuperar el instrumento, se puede ocupar otra punta con mayor longitud y de diámetro menor para poder recuperar el fragmento separado. Incluso puede evaluarse la posibilidad de usar instrumentos que tengan un recubrimiento abrasivo o instrumentos de titanio que cortan ligeramente, si la raíz es muy larga y no se dispone de suficiente espacio (*Fig. 11*).

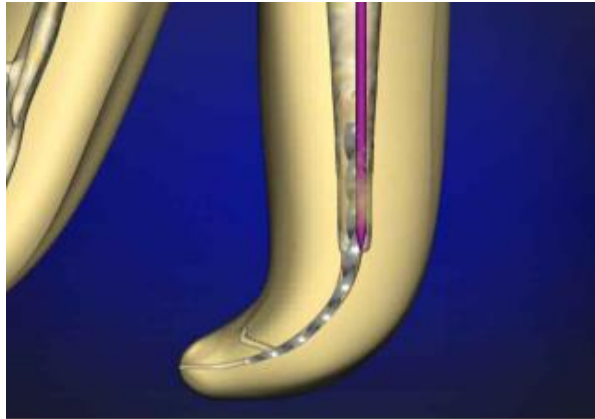


Fig. 11. Una punta ultrasónica de titanio de longitud más larga y con un diámetro más pequeño sirve para conservar la dentina y con éxito desplazar el instrumento separado. 28. Ruddle C. Nonsurgical Retreatment: Post & broken instrument removal. J Endo.2004.

En cuanto a los riesgos que posee esta técnica están las perforaciones radiculares, daño al ligamento periodontal debido al aumento de temperatura y la separación de la punta ultrasónica. (28) (30)

5.3 Técnica con Anillos HBW

Los anillos HBW, son puntas ultrasónicas que activan instrumentos endodóncicos ultrasónicamente patentados por el Dr. Heriberto Bujanda Wong.

Estos anillos en su extremo presentan una circunferencia o anillo cerrado o abierto el cual es activado con ultrasonido, induciendo la remoción del instrumento, sin dañar la estructura dental (*Fig. 12*).

Los beneficios que aportan los anillos HBW son, acceso más conservador ya que elimina la necesidad de una línea recta de acceso al canal; creación de una ruta de deslizamiento segura y fiable, donde la lima inicial sigue la anatomía del canal incluso en canales estrechos o calcificados; y la provisión de irrigación adecuada en toda la longitud de trabajo. (37)

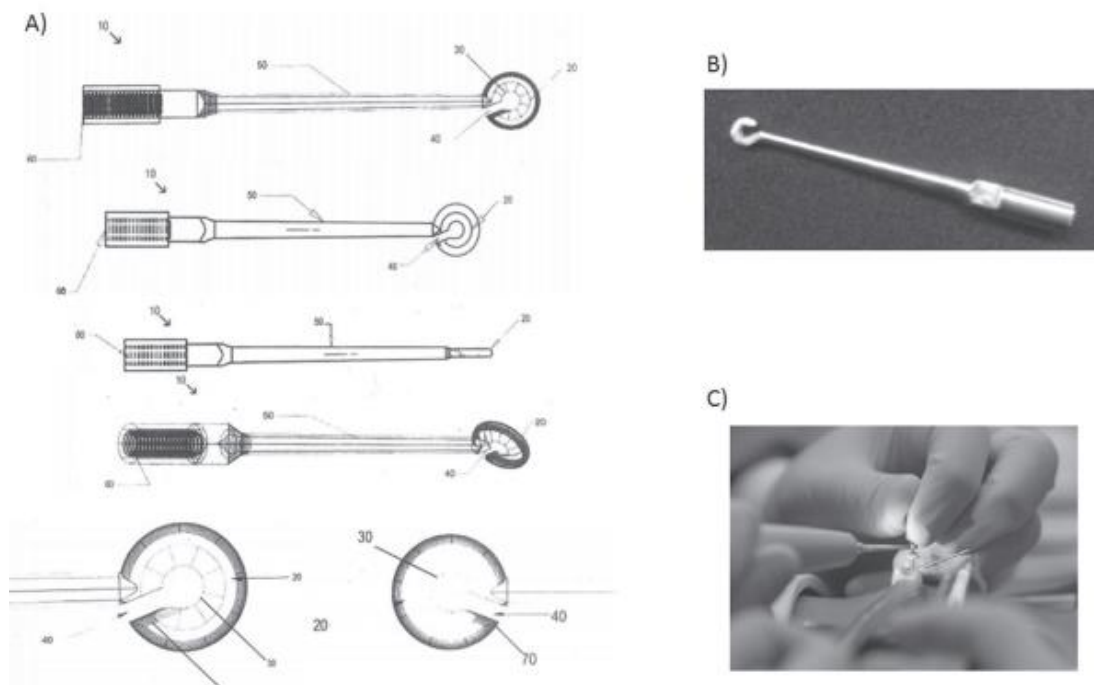


Fig. 12. Diseño y uso del Anillo HBW. A) Vista superior, vista inferior, vista lateral del anillo ultrasónico HBW. B) Anillo HBW. C) Uso clínico del Anillo HBW. Galván-Pacheco J, Vitales-Noyola M, González-Amaro A, Bujanda-Wong H, Aragón-Piña A, Méndez-González V, et al. Evaluation of in vitro biofilm elimination of *Enterococcus faecalis* using a continuous ultrasonic irrigation device. *J Oral Sci [Internet]*. 2020 Sep; 62(4).

Modo de uso:

1. Se eliminan interferencias que impidan tener una visión directa al instrumento separado.

2. Posteriormente, se realiza un adecuado glide-path sobrepasando el instrumento separado con una lima manual tipo K 8, 10 o un espaciador endodóncico D11T25 montados en los anillos HBW ultrasónicos que permiten tener una visión directa al instrumento mientras se introduce la lima o espaciador para realizar el sobrepase.

Es importante que este sobrepase se haga hasta el extremo final del instrumento porque se realiza más abajo del instrumento, se puede proyectar hacia afuera. Incluso es preferible no llegar hasta el extremo final del instrumento porque se va a formar un tope y esto evitará que se proyecte hacia afuera. Una vez que se haya sobrepasado el fragmento, se debe tomar una radiografía para verificar este paso.

El instrumento que se haya montado en el anillo siempre debe accionarse sobre el instrumento, nunca sobre dentina radicular. El instrumento va a 'brincar' y saldrá del conducto radicular (*Fig. 13*). (38)
(39)

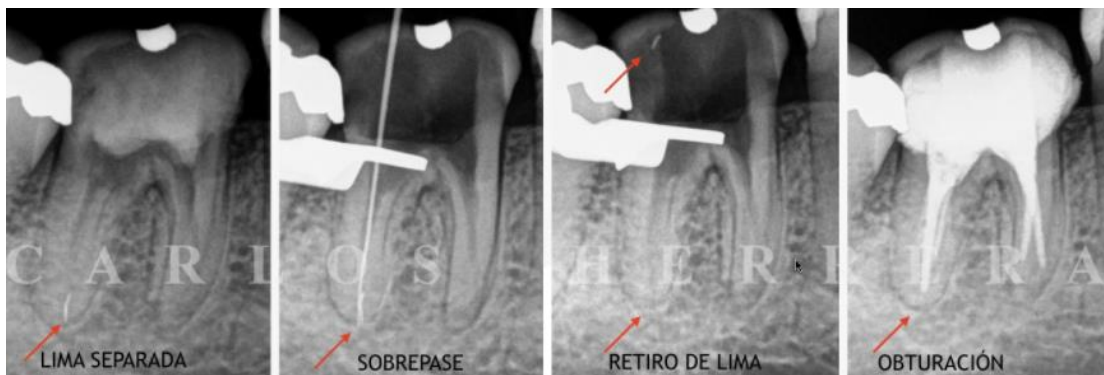


Fig. 13. Secuencia del retiro de una lima separada dentro del conducto con el uso de los Anillos HBW. Herrera C. Retiro predecible y conservador de instrumentos del canal radicular. Conferencias en Línea AME Colegio.; 2021 mar 04.

5.4 Técnica con Terauchi File Retrieval Kit

El File Retrieval Kit (TFRK), es un sistema que ha sido desarrollado por el Dr. Yoshitsugu Terauchi. Se trata de un sistema que promete ser mínimamente invasivo, ya que disminuye la cantidad de eliminación de dentina y el tiempo



necesario para eliminar un instrumento separado. No obstante, se tiene poca información sobre la eficacia de este sistema en comparación con otras técnicas para la recuperación de instrumentos separados.

En un estudio publicado en mayo del 2020, realizaron una comparativa de la efectividad de las puntas ultrasónicas contra el Terauchi File Retrieval Kit para la extracción de instrumentos separados, en donde obtuvieron como resultados que tanto las puntas ultrasónicas usadas (ProUltra) como el TFRK lograron eliminar la mayoría de las limas fracturadas de los conductos radiculares, con tasas de éxito del 90 % y 95 %, pero el dispositivo de asa que viene en el TFRK requiere un poco más de destreza que las puntas ultrasónicas. Y en cuanto al tiempo requerido para remover los fragmentos separados, fue más rápido con el TFRK. (40)

Este Kit contiene un dispositivo de bucle además de las puntas ultrasónicas, una fresa Gates-Glidden modificada para usar en la preparación de una plataforma de preparación, una fresa de trépano para hacer un canal alrededor del extremo del vástago de la lima rota si es necesario, así como un microexplorador con una punta extremadamente fina para explorar el canal en busca de limas rotas e interferencias (*Fig. 14*).



Fig. 14. Terauchi File Retrieval Kit. <https://endogear.com.au/products/terauchi-file-retrieval-kit>

Con el uso de este sistema, se ha afirmado que si el fragmento separado no se recupera después de 0.7 mm de exposición coronal, puede sujetarse con el dispositivo de asa y recuperarse sin agrandar más el conducto.

Además, esta técnica no requiere que el instrumento separado esté completamente vertical para su extracción, lo que facilita la recuperación del instrumento en la parte curva del canal. (40)

Modo de uso:

1. Se toma una radiografía para confirmar la presencia del fragmento y reconocimiento de su ubicación, tamaño y longitud. Se realiza la ampliación del conducto y creación de un acceso en línea recta al canal con la fresa Gates-Glidden modificada (**GG-3M**) hasta llegar al fragmento del instrumento separado (especie de plataforma) irrigando en todo momento.



Lambrianidis T. *Management of Fractured Endodontic Instruments. A Clinical Guide* [Internet]. Switzerland: Springer International; 2018. Disponible en: [https://link-springer-com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4](https://link.springer.com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4)

2. Posteriormente, se usa el microexplorador (**TFRK-ME**) para revisar el contorno del instrumento separado y la curvatura. Luego se emplea la punta ultrasónica (**TFRK-12**) para crear un pequeño espacio por la parte interna de la curvatura. Hay que extender este espacio aproximadamente a 1/3 de la longitud del instrumento separado por la parte interna.



Lambrianidis T. *Management of Fractured Endodontic Instruments. A Clinical Guide* [Internet]. Switzerland: Springer International; 2018. Disponible en: [https://link-springer-com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4](https://link.springer-com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4)

3. Antes de usar la punta ultrasónica recta del kit (**TRFK-S**), hay que afilarla con la goma de pulido de alta velocidad (**HSP**) también incluida en el kit.
4. Una vez afilada la punta, se debe eliminar cualquier interferencia que se encuentre por la parte externa de la curvatura si es que la hay, la idea es ensanchar el espacio dándole una forma semicircular con esta punta ultrasónica.



Lambrianidis T. Management of Fractured Endodontic Instruments. A Clinical Guide [Internet]. Switzerland: Springer International; 2018. Disponible en: <https://link-springer-com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4>

5. Cuando se haya ensanchado el espacio, el fragmento de lima ya va a sentirse holgada.
6. Finalmente se llena el conducto con EDTA y se coloca la punta ultrasónica en el espacio previamente creado y se activa el ultrasonido, esta vibración va a hacer que el fragmento este moviéndose y el EDTA facilitará su remoción. (41)



Lambrianidis T. Management of Fractured Endodontic Instruments. A Clinical Guide [Internet]. Switzerland: Springer International; 2018. Disponible en: <https://link-springer-com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4>

7. En caso de que con la técnica anterior no haya signos de desprendimiento del fragmento después 5 minutos a pesar de la eliminación apical de más dentina a lo largo de la pared interior del fragmento, se debe continuar con la técnica del asa de alambre.

Con el dispositivo de asa de NiTi especialmente diseñado, se coloca sobre el fragmento y se tira del bucle en todas las direcciones para recuperar el fragmento.



Lambrianidis T. *Management of Fractured Endodontic Instruments. A Clinical Guide* [Internet]. Switzerland: Springer International; 2018. Disponible en: [https://link-springer-com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4](https://link.springer.com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4)

5.5 Técnica de Bypass

Esta técnica consiste en sobrepasar el fragmento con ayuda de otras limas, cuyo objetivo final no es solo recuperar el fragmento que se encuentra en el conducto radicular, sino también preservar la integridad del diente. Esta técnica se sugiere emplearla en casos donde el fragmento se encuentra en un área de difícil acceso, como puede ser en tercio apical o por debajo de la curvatura.

Para llevar a cabo esta técnica, se va a tratar de penetrar o sobrepasar utilizando el fragmento con una lima K de un calibre de 6, 8 o 10 ejerciendo una ligera presión en sentido apical y giros de $\frac{1}{4}$ de vuelta. Una vez que estas han logrado crear un pequeño espacio se trata de introducir una lima H, ya que esta permite ampliar con mayor rapidez el espacio creado por la lima K para introducir una lima de mayor calibre con el objetivo de que se pueda “atornillar” a mayor profundidad y pueda ser extraído el instrumento que se encuentra separado dentro del conducto (*Fig. 15*).

Para realizar el bypass es recomendable no usar limas de Ni-Ti, debido al riesgo de que puedan separarse con mayor facilidad.

Es indispensable estar realizando controles radiográficos durante todo el procedimiento para evitar complicaciones como formación de escalones, separación de un segundo instrumento, extrusión del fragmento hacia apical, entre otros.

Una de las ventajas de esta técnica es que se puede medir la fuerza que se ejerce, lo cual no sucede al momento de emplear una técnica diferente como la técnica con ultrasonido que es una de las más actuales y usadas. (12) (42)



Fig. 15. Bypass con una lima K calibre 15. <http://notasdeodontologia.blogspot.com/2015/12/by-pass-de-instrumento-fracturado.html>

6. Opciones terapéuticas para instrumentos separados no recuperados

Como lo hemos mencionado anteriormente, el manejo endodóncico de un instrumento separado es un proceso complejo que requiere entrenamiento, experiencia y conocimiento de los métodos o técnicas que se pueden utilizar. Desafortunadamente no siempre es posible la recuperación del fragmento separado dentro del conducto radicular, así que es necesario conocer de que otras opciones terapéuticas disponemos para el manejo de estos. (22)

6.1 Sin intervención

Esta opción es viable en dos casos diferentes:

- ✓ Casos en los que el fragmento se encuentra en un diente que ya no puede ser restaurado o tiene gran compromiso periodontal. (Fig. 16) Esto también se aplica en casos donde el diente ya no se puede restaurar después de los esfuerzos de extracción del instrumento. La presencia del fragmento en estos casos no tiene ningún impacto en la toma de decisiones.



Fig 16. Segundo molar inferior que ya no puede ser restaurado con un fragmento de lima en el tercio apical de la raíz distal. La extracción dental es el tratamiento de elección en este caso. Lambrianidis T. Management of Fractured Endodontic Instruments. A Clinical Guide [Internet]. Switzerland: Springer International; 2018. Disponible en: <https://link-springer-com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4>

- ✓ Casos en los que no es necesaria la intervención cuando hay ausencia de signos clínicos o radiográficos de patología y no hay un tratamiento planificado para incluir estos dientes. Algunos ejemplos característicos podrían ser la presencia de un fragmento hace mucho tiempo en el tercio apical en un diente asintomático sin lesión radiográfica o un fragmento más allá del foramen sin síntomas clínicos o signos radiográficos de patología (Fig. 17). (22)

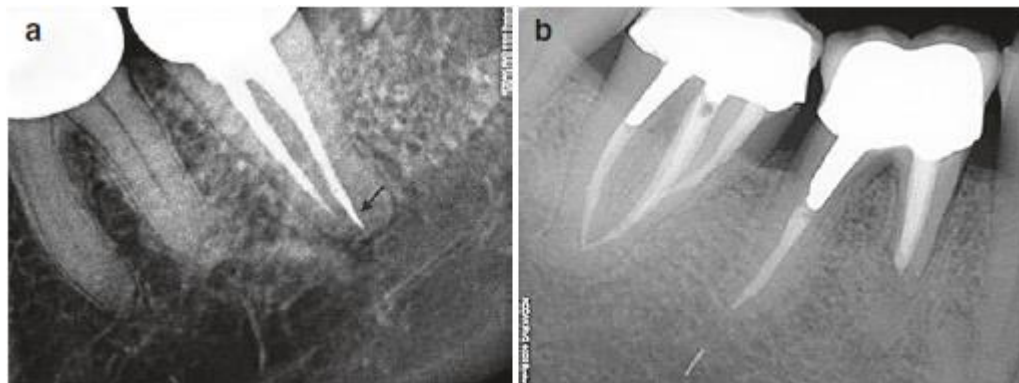


Fig. 17. No intervención como opción de tratamiento para fragmentos encontrados al azar durante el examen radiográfico. (a) La historia clínica del paciente indica la posible fractura del instrumento (flecha negra) hace 15 años durante el tratamiento del conductos. La reconstrucción protésica se realizó 5 años después. b) El fragmento



encontrado en los tejidos periapicales puede atribuirse al tratamiento de conductos realizado, de acuerdo a la historia del paciente, hace 16 años. Desde entonces, el paciente no experimentó dolor ni molestias en la zona. Lambrianidis T. *Management of Fractured Endodontic Instruments. A Clinical Guide [Internet].* Switzerland: Springer International; 2018. Disponible en: [https://link-springer-com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4](https://link.springer.com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4)

6.2 No quirúrgico

Esta opción terapéutica puede dividirse en dos fases:

En la *primera fase*, por regla general, se intenta recuperar el fragmento separado y, si esto no se logra, hay que sobrepasarlo. En aquellos casos en que esto se logra, así como en los casos en que falla la recuperación o el sobrepase y se cumplen las condiciones apropiadas: diente cuyo tratamiento haya sido biopulpectomía, etapa de instrumentación en la que ocurrió la separación para saber el grado de control microbiano que se realizó, que el diente se encuentre asintomático, sin patología periapical y que sea posible su restauración podrá continuar con la segunda fase.

La *segunda fase* es la fase de instrumentación y obturación. En casos de recuperación o sobrepase exitoso, se realiza instrumentación y obturación hasta la longitud deseada; en caso contrario, se instrumenta y obtura el conducto hasta el fragmento, y se realiza un seguimiento clínico y radiográfico del diente. (22)

6.3 Quirúrgico

El manejo quirúrgico incluye la apicectomía, hemisección, radicectomía o reimplante intencional que se realiza cuando el abordaje conservador fracasa o se considera desde el principio que conducirá al fracaso. Es una alternativa previa a la extracción. (5)

Es indispensable justificar cuándo y qué tipo de intervención quirúrgica se pretende realizar. Existen pocas contraindicaciones absolutas para la cirugía

endodóncica, pero hay varios factores importantes que deben considerarse cuando se planifica el tratamiento a seguir:

- ◇ **Paciente:** estado de salud del paciente, si tiene alguna enfermedad sistémica, estado psicológico, estado de salud oral general (susceptibilidad del paciente a caries recurrente), preferencias del paciente después de haber sido completamente informado de las opciones de tratamiento y sus fundamentos, expectativas del paciente, factores financieros y factor tiempo.
- ◇ **Anatómicos:** acceso y visibilidad del sitio quirúrgico, calidad ósea, relación oclusal entre los arcos, proximidad o relación a seno maxilar, piso nasal, agujero palatino mayor, canal mandibular, agujero mentoniano y a sus haces neurovasculares.
- ◇ **Dentales:** valor estratégico de diente en cuestión, configuración de las raíces, posibilidad de restaurar el diente, condiciones del tejido de soporte, volumen de la estructura dental a permanecer y su resistencia a la fractura y calidad de la restauración coronal.
- ◇ **Del clínico:** habilidad de diagnóstico y planificación del tratamiento, habilidades quirúrgicas, experiencia, disponibilidad de instrumental y materiales necesarios.

Si no se tienen en cuenta todos estos factores, es posible que surjan planes de tratamiento que no sean los mejores para el paciente. Es mejor que la mayoría de los procedimientos quirúrgicos endodóncicos los realicen especialistas en endodoncia capacitados.

Al realizar la cirugía endodóncica, se requiere del uso de microscopía y puntas ultrasónicas para la preparación retrocavitaria para el posterior relleno con un material biocompatible.

El momento y el tipo de procedimiento quirúrgico son dos parámetros que influyen al momento de toma de decisiones en los casos en los que está



indicado el manejo quirúrgico. Además, están influenciados por una variedad de factores. Tales como:

- ◇ **Factores de tiempo:** previo al manejo no quirúrgico, inmediatamente después del manejo no quirúrgico y en un momento posterior en una evaluación futura.
- ◇ **Tipo de procedimiento quirúrgico:** extracción del fragmento sin resección de los tejidos dentarios, resección del extremo de la raíz (apicectomía), resección de la raíz (amputación de la raíz), reimplante intencional. (22)

Previo al manejo no quirúrgico:

Como regla general, la opción quirúrgica prosigue al manejo no quirúrgico del fragmento separado y se realiza de inmediato o se pospone para un momento posterior. No obstante, hay algunos casos en los que el análisis de los riesgos frente a los beneficios hace que la cirugía endodóncica sea la opción más adecuada. Cuando se puede predecir el fracaso del manejo no quirúrgico y, además, existe un mayor riesgo de que se presente otra complicación, la cirugía se realiza sin que se intente la extracción con métodos no quirúrgicos previos.

Manejo quirúrgico inmediato:

Se realiza después de haber intentado remover el instrumento separado mediante métodos no quirúrgicos y no haberse logrado además cuando existan algunas de las siguientes situaciones:

- ✓ En casos de sintomatología clínica persistente intensa.
- ✓ Cuando se requiere una biopsia de tejido perirradicular.
- ✓ Si el paciente, después de haber sido completamente informado, insiste por motivos propios en que se le practique la cirugía inmediatamente.

Tratamiento quirúrgico en un momento posterior en evaluación futura:

La cirugía endodóncica es vista generalmente como una opción de tratamiento más invasiva cuando todos los métodos no quirúrgicos previamente empleados fracasaron, por eso se debe informar detalladamente al paciente sobre los beneficios y riesgos. También se puede seguir el enfoque de seguimiento, es decir, esperar y ver qué sucede como una decisión compartida entre el paciente y el clínico. En algunas ocasiones, esto lleva a que no se requiera de ninguna cirugía. (22)

6.4 Extracción del diente

Se realiza cuando todas las demás opciones terapéuticas, quirúrgicas y no quirúrgicas han resultado ineficaces o no se consideran viables. (22) (43)

7. Cómo prevenir la separación de instrumentos

Las medidas preventivas a tomar para disminuir el riesgo de separación de un instrumento son:

- ✓ Al realizar el acceso endodóncico, debemos asegurarnos de que éste nos permita tener una visión directa a la entrada de los conductos radiculares, para evitar curvar el instrumento de manera excesiva.
- ✓ La remoción completa del techo de la cámara pulpar para conseguir un acceso en línea recta a los conductos, ya que de lo contrario habrá mayor estrés en los instrumentos manuales y rotatorios, por lo que aumenta el riesgo de fractura.
- ✓ Una abundante irrigación durante toda la instrumentación de los conductos radiculares, con ayuda de sistemas efectivos que permitan eliminar residuos del sistema de conductos radiculares.
- ✓ La utilización de un movimiento axial continuo del instrumento durante su rotación en conductos con curvaturas de radio pequeño evita la concentración de los esfuerzos solo en ciertos lugares de la lima, por lo que disminuye la probabilidad de que el instrumento se separe.



-
- ✓ Verificar los valores de velocidad indicados por el fabricante para cada tipo específico de sistema rotatorio. Es recomendable utilizar velocidades bajas para minimizar el riesgo de separación.
 - ✓ Otra medida importante es el control que se lleve del número de ciclos de esterilización a los que ha sido sometido el instrumental y cuantas veces está indicado por el fabricante. (5) (8)

Hay que minimizar el número de usos de las limas endodóncicas, de no ser posible, debemos desechar un instrumento y sustituirlo por uno nuevo cuando:

- ✓ Se observan defectos visibles en la superficie, como zonas brillantes o se desespira.
- ✓ Se ha hecho un uso excesivo del instrumento que ha provocado que se curve o se doble (frecuente con los instrumentos de menor tamaño). *Una consideración muy importante con respecto a los instrumentos de NiTi es que tienden a separarse sin que sea posible observar un defecto visible, por lo que es obligado un chequeo constante del número de usos de estos instrumentos.*
- ✓ Cuando haya sido necesario precurvar el instrumento en exceso.
- ✓ Si la lima se dobla accidentalmente durante su uso.
- ✓ Si la lima se enrosca en lugar de curvarse.
- ✓ Al observar corrosión en el instrumento.
- ✓ Cuando las puntas de los compactadores son defectuosas o han sido calentadas en exceso.

El estrés acumulado que sufre una lima endodóncica depende tanto del número de usos como la dificultad de los conductos radiculares en la que se usó. Diversos estudios demuestran que hay una directa proporcionalidad entre el número de usos de los instrumentos y la incidencia de su separación.

También hay ocasiones en las que hay que considerar los esfuerzos mecánicos a los que fueron sometidos los instrumentos, si fueron muy importantes, estos deben desecharse después de su primer uso. (8) (10) (22)

8. Discusión

La separación de instrumentos durante la terapia de conductos ha sido un accidente que ha propiciado el desarrollo de diversas técnicas y la creación de diferentes sistemas que permitan remover estos fragmentos atrapados dentro del conducto radicular.

Los diferentes porcentajes de éxito que estas técnicas y sistemas muestran dependen de una gran variedad de factores, como los relacionados a la anatomía del diente: diámetro, longitud y curvatura; el tipo de instrumento separado, las habilidades del clínico, entre otros. Es por ello que realizar una comparación entre cada uno de estos sistemas o técnicas resulta ser difícil, ya que no siempre se va a contar con las mismas condiciones.

Una de las problemáticas más importantes que se presenta es el espacio tan reducido del que se dispone, ya que este dificulta la visualización y preparación del acceso, dicho en otras palabras, es complicado tener una visión directa al fragmento y crear un acceso en línea recta al mismo para poder introducir los instrumentos o aditamentos necesarios para realizar la extracción de este. (30)

Por lo anterior, es más predecible la eliminación de instrumentos en dientes con raíces únicas, rectas y que no tengan tantas complicaciones anatómicas. Por el contrario, en dientes multirradiculares debido a su compleja anatomía radicular el porcentaje de éxito disminuye, sobre todo cuando la fractura ocurre en conductos mesiovestibulares de molares superiores e inferiores. Incluso La ubicación del fragmento, ya sea en el tercio cervical, medio o apical es otro factor importante a considerar. (28)



A lo largo de este trabajo hemos descrito algunas técnicas sugeridas para remover instrumentos separados y de sus diversos porcentajes de éxito, pero ninguno de ellos ha podido garantizar que la técnica siempre resulte efectiva.

Actualmente se utiliza con frecuencia un protocolo que combina diferentes técnicas y sistemas de manera secuencial que ha demostrado aumentar el porcentaje de éxito. Sin embargo, aunque técnicas más innovadoras pueden tener mucho éxito, muchas veces las técnicas más simples son las más efectivas en ciertos casos.

Una de las combinaciones más utilizadas actualmente es la utilización del microscopio dental con ultrasonido que ha mostrado tener un mayor porcentaje de éxito. Autores como Cujé y Suter presentaron un porcentaje de éxito que va desde el 87% al 95%.

Por otro lado, en cuanto a sistemas diseñados para extraer instrumentos separados, existen algunos de los que no se cuenta con suficiente evidencia científica que pueda respaldarlos. Uno de los sistemas que cuenta con bastante evidencia científica que respalda la seguridad de su manejo es el IRS® diseñado por San Diego Swiss que incluso resulta ser efectivo en dientes posteriores que posean poca curvatura. Desafortunadamente su porcentaje de éxito es relativamente bajo (60%). (36)

Uno de los riesgos a los que se enfrenta el clínico al intentar remover instrumentos atrapados conductos curvos, es la posible eliminación excesiva de dentina para establecer un acceso en línea recta al instrumento fracturado. Es por ello que, el Dr. Terauchi diseñó un kit que se caracteriza por ser mínimamente invasivo, ya que disminuye la cantidad de eliminación de dentina y el tiempo necesario para eliminar un instrumento separado.

En un estudio publicado en el 2020 se comparó la efectividad que tenían las puntas ultrasónicas contra el Terauchi File Retrieval Kit para remover instrumentos separados, como resultado obtuvieron que tanto las puntas

ultrasonicas usadas como el Kit desarrollado por el Dr. Terauchi lograron eliminar la mayoría de las limas separadas de los conductos radiculares, con porcentajes de éxito del 90 % y 95 %, pero el inconveniente que encontraron es que el dispositivo de asa que viene en el TFRK requiere un poco más de destreza manual para que pueda dar resultados exitosos.

Otra ventaja que se encontró con el TRFK es que el tiempo de trabajo resulta ser más corto que cuando se usa la técnica con ultrasonido. Además, con el uso del TFRK, el Dr. Terauchi sugiere que se use EDTA como método para suavizar la dentina que se encuentra alrededor del fragmento separado, lo que posiblemente hace que se optimice el tiempo y el resultado sea exitoso. (41)

Sin embargo, se cuenta con poca evidencia científica sobre la eficacia del TFRK si lo comparamos con otras técnicas disponibles para recuperar instrumentos. (40)

Independientemente de la técnica o sistema que el clínico haya elegido como plan de tratamiento, el uso de microscopía es un elemento fundamental que aumenta considerablemente el porcentaje de éxito del tratamiento. (30)



9. Conclusiones

La separación de un instrumento dentro del sistema de conductos radiculares es un accidente que puede presentarse durante la instrumentación de los conductos, por ello es importante conocer las causas por las que este accidente ocurre y sobre todo saber que en muchas ocasiones puede evitarse, implementando medidas preventivas que van desde conocer los instrumentos que se utilizan, emplearlos de manera correcta con la técnica adecuada a cada instrumento, llevar un control de los usos que ha tenido cada instrumento para evitar el sobreuso de éstos hasta llegar a la separación y desechar aquellos instrumentos que presenten defectos visibles.

Las claves para el manejo exitoso de un instrumento separado son, comprender los factores que influyen en el caso particular y seleccionar una técnica adecuada a la situación siempre llevada a cabo con el uso de magnificación, ya sea con un microscopio o lupas de aumento.

Muchos consideran a la técnica con ultrasonido como la terapéutica por elección, debido a su alto porcentaje de efectividad, que no se necesita de la compra de sistemas más sofisticados y que requieren de cierta habilidad manual como lo es el TFRK e incluso por ser una técnica conservadora que minimiza los riesgos del procedimiento. Sin embargo, actualmente no existe un procedimiento estandarizado que garantice al 100% la eliminación de instrumentos separados. Por lo tanto, es de esperarse que, al combinar diversas técnicas, la remoción del instrumento pueda lograrse. Y de no ser posible removerlo, se deben evaluar otras opciones de tratamiento que van desde dejar el fragmento en el conducto y observar su evolución hasta la cirugía endodóncica.

Finalmente, es imperativo informar al paciente cuando ocurre la separación de un instrumento, así como también de las posibles opciones de tratamiento y los riesgos que conlleva cada una de ellas. Todo esto debe de quedar

asentado en la historia clínica y se debe llevar un control radiográfico del caso en el tiempo, por si llega a haber implicaciones médico-legales posteriores.



10. Referencias Bibliográficas

1. Bergenholtz G, Hørsted-Bindsley P, Reit C. Endodoncia. 2° ed. México: Editorial El Manual Moderno; 2011.
2. Hendi S, Karkehabadi H, Eskandarloo A. Iatrogenic Errors during Root Canal Instrumentation Performed by Dental Students. Iran Endod J. [Internet] 2018 [Consultado 10 feb 2022]; 13(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5800454/>
3. Weine FS. Tratamiento Endodóncico. 5° ed. Madrid: Editorial Harcourt Brace; 1997.
4. Caviedes J, Guzmán B, Pereira V. Retratamiento endodóncico no quirúrgico: Criterios reales que definen la necesidad de su aplicación. Canal Abierto Revista de Endodoncia de Chile. [Internet] 2010 [Consultado 9 feb 2022] Disponible en: <https://www.socendochile.cl/upfiles/revistas/22.pdf>
5. Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la pulpa. 10° ed. España: Elsevier; 2011.
6. Goldberg F, Soares IJ. Endodoncia. Técnica y fundamentos. 2° ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2012.
7. Vouzara T, el Chares M, Lyroudia K. Separated Instrument in Endodontics: Frequency, Treatment and Prognosis. Balk J Dent Med. [Internet] 2018 [Consultado 21 feb 2022]; 22. Disponible en: <https://sciendo.com/pdf/10.2478/bjdm-2018-0022>
8. Eaton J, Clement D, Lloyd A, Marchesan M. Micro-Computed Tomographic Evaluation of the Influence of Root Canal System Landmarks on Access Outline Forms and Canal Curvatures in Mandibular Molars. J Endod. [Internet] 2015 [Consultado 21 feb 2022] Nov; 41(11) Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0099239915007542?via%3Dihub>

9. Canalda Sahli C, Brau Aguadé E. Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas. 3° ed. Barcelona, España.: Editorial Elsevier; 2014.
10. Amza O, Dimitriu B, Suciú I, Bartok R, Chirila M. Etiology and Prevention of an Endodontic Iatrogenic Event: Instrument Fracture. J Med Life. [Internet] 2020 [Consultado 12 feb 2022] Jul-Sep; 13(3): p. 378–381. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7550140/>
11. Terrazas Ríos TA, González Pérez G, Liñán Fernández M, Ortiz Villagómez M. Accidentes de procedimiento endodóncico: Presentación de un caso. Rev. Odont. Mex. [Internet] 2011 [Consultado 12 feb 2022] Sep; 15(3): p. 183-188. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2011000300008
12. Gutmann JL, Lovdahl PE. Solución de problemas en Endodoncia. 5° ed. Barcelona: Editorial Elsevier; 2012.
13. Laplace Pérez BdIN, Castellanos Amestoy L, Legrá Matos SM, Peñuela Pérez EB, Fernández Laplace J. Presentación de un paciente con perforación radicular como complicación del tratamiento endodóncico. CCM. [Internet] 2015 [Consultado 14 feb 2022] Mar; 19(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812015000100019
14. Soares I, Cantarini C, Miraglia Cantarini J, Goldberg F. Empleo del MTA en la obturación de perforaciones de origen iatrogénico. Rev Asoc Odontol Argent. [Internet] 2018 [Consultado 16 feb 2022] oct-dic; 106(4). Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/03/981824/5-empleo-del-mta-en-la-obturacion-de-perforaciones.pdf>



-
15. Niño-Barrera JL, Sánchez-Alemán JA, Gamboa-Martinez L, Cortes-Rodriguez C. Resistance to fracture due to cyclic fatigue of stainless steel manual files and its association to surface roughness. *Acta Odontol Latinoam*. [Internet] 2021 [Consultado 25 feb 2022] abr; 34(1). Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/aol/v34n1/1852-4834-aol-34-1-18.pdf>
 16. de Lima Machado ME. *Endodoncia: de la biología a la técnica*. Primera ed. Venezuela: Amolca; 2008.
 17. Gavini G, Santos M, Caldeira C, Machado M, Freire L, Iglecias E, et al. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res*. [Internet] 2018 [Consultado 16 feb 2022] Oct; 32(1). Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bor/a/DDVdbgHDPwFkn5QQLWZV7y/?lang=en>
 18. Casciati S, Faravelli L, Vece M. Investigation on the fatigue performance of Ni-Ti thin wires. *Structural Control & Health Monitoring*. [Internet] 2016 [Consultado 14 feb 2022] Febrero; 24(1). Disponible en: <https://onlinelibrary-wiley-com.pbidi.unam.mx:2443/doi/epdf/10.1002/stc.1855>
 19. Shen Y, Zhou H, Zheng Y, Peng B, Haapasalo M. Current Challenges and Concepts of the Thermomechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments. *J Endod*. [Internet] 2013 [Consultado 16 feb 2022]; 39(2): p. 163-172. Disponible en: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(12\)01062-X/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(12)01062-X/fulltext)
 20. Ounsi H, Nassif W, Grandini S, Salameh Z, Neelakantan P, Anil S. Evolution of Nickel-titanium Alloys in Endodontics. *J Contemp Dent Pract*. [Internet] 2017 [Consultado 17 feb 2022] Nov; 18(11). Disponible en: <https://www.thejcdp.com/doi/pdf/10.5005/jp-journals-10024-2181>

21. Khasnis S, Kar P, Kamal A, Patil J. Rotary science and its impact on instrument separation: A focused review.. J Conserv Dent. [Internet] 2018 [Consultado 25 feb 2022] mar-abr; 21(2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5890398/>
22. Lambrianidis T. Management of Fractured Endodontic Instruments. A Clinical Guide [Internet]. Switzerland: Springer International Publishing [Consultado 25 feb 2022]; 2018. Disponible en: <https://link-springer-com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-3-319-60651-4>
23. Peng C, Hui W, Wang L, Xin H, Deng S, Li C, et al. Cyclic fatigue resistance of two nickel-titanium instruments in different curving angles: a comparative study. Braz Oral Res. [Internet] 2015 [Consultado 27 feb 2022] oct; 29(1). Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bor/a/YW7DSbwF5SxCnww5jRQjfCD/?lang=en>
24. Ribeiro Camargo CH, Sampaio Bittencourt T, Abu Hasna A, Miotto Palo R, Talge Calvalho CA, Carneiro Valera M. Cyclic fatigue, torsional failure, and flexural resistance of rotary and reciprocating instruments. J Conserv Dent. [Internet] 2020 [Consultado 28 feb 2022] jul-ago; 23(4). Disponible en: <https://www-ncbi-nlm-nih-gov.pbidi.unam.mx:2443/pmc/articles/PMC7883783/>
25. Gambarini G. Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments after clinical use with low- and high-torque endodontic motors. J Endod. [Internet] 2001 [Consultado 27 feb 2022] dic; 27(12). Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0099239905610394?via%3Dihub>
26. Booth J, Scheetz J, Lemons J, Eleazer P. A comparison of torque required to fracture three different nickel-titanium rotary instruments around curves of the same angle but of different radius when bound



-
- at the tip. J Endod. [Internet] 2003 [Consultado 27 feb 2022] ene; 29(1). Disponible en: <https://www.sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0099239905607972?via%3Dihub>
27. Saber SEDM. Factors influencing the fracture of rotary nickel titanium instruments. Endodontic Practice Today. [Internet] 2008 [Consultado 27 feb 2022]; 2(4). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/237875538_Factors_Influencing_the_Fracture_of_Rotary_Nickel_Titanium_Instruments_Review_article
28. Cujé J, Bargholz C, Hülsmann M. The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. Int Endod J. [Internet] 2010 [Consultado 23 feb 2022]; 43. Disponible en: <https://onlinelibrary-wiley-com.pbidi.unam.mx:2443/doi/10.1111/j.1365-2591.2009.01652.x>
29. Gencoglu N, Helvacioğlu D. Comparison of the different techniques to remove fractured endodontic instruments from root canal systems. Eur J Dent. [Internet] 2009 [Consultado 23 feb 2022]; 3. Disponible en: <https://www.ncbi-nlm-nih-gov.pbidi.unam.mx:2443/pmc/articles/PMC2676066/>
30. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PMH. Management of Intracanal Separated Instruments. Journal of Endodontics. [Internet] 2013 [Consultado 23 feb 2022] mayo; 39(5). Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S009923991300023X?via%3Dihub#bib30>
31. Ward JR, Parashos P, Messer HH. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an experimental study. J Endod. [Internet] 2003 [Consultado 23 feb 2022]; 29. Disponible en:

<https://www.sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S009923990560369X?via%3Dihub>

32. Terauchi Y, O'Leary L, Suda H. Removal of separated files from root canals with a new file-removal system: case reports. J Endod. [Internet] 2006 [Consultado 23 feb 2022]; 32. Disponible en: <https://www.sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0099239905001810?via%3Dihub>
33. Terauchi Y, O'Leary L, Kikuchi I. Evaluation of the efficiency of a new file removal system in comparison with two conventional systems. J Endod. [Internet] 2007 [Consultado 23 feb 2022]; 33. Disponible en: <https://www.sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0099239906012374?via%3Dihub>
34. Swiss SD. Instrument Removal System. [Internet].; 2017 [Consultado 21 feb 2021]. Disponible en: https://www.sdswiss.com/content/DataSheet_IRS.pdf.
35. Swiss SD. Sistema IRS. [Internet].; 2022 [Consultado 21 feb 2022]. Disponible en: https://www.sdswiss.com/content/IFU-IRS-Spanish-translation_ES.pdf.
36. Ruddle C. Nonsurgical Retreatment: Post & broken instrument removal. J Endo. [Internet] 2004 [Consultado 23 feb 2022]. https://www.endoruddle.com/tc2pdfs/show/53/PostsBrknInstrmts_Dec2004.pdf
37. Galván-Pacheco J, Vitales-Noyola M, González-Amaro A, Bujanda-Wong H, Aragón-Piña A, Méndez-González V, et al. Evaluation of in vitro biofilm elimination of *Enterococcus faecalis* using a continuous ultrasonic irrigation device. J Oral Sci [Internet]. 2020 [Consultado 24 feb 2022] Sep; 62(4). Disponible en:



https://www.jstage.jst.go.jp/article/josnugd/62/4/62_19-0399/pdf-char/en

38. Herrera C, Casasola E. Una técnica conservadora para la eliminación de instrumentos separados. Canal Abierto. [Internet] 2019 [Consultado 24 feb 2022] dic; 40. Disponible en: <https://www.canalabierto.cl/storage/articles/December2019/fJHzWTUwEluwehFrqfBJ.pdf>
39. Herrera C. Retiro predecible y conservador de instrumentos del canal radicular. Conferencias en Línea AME Colegio.; 2021 mar 04.
40. Pruthi P, Nawal R, Talwar S, Verma M. Comparative evaluation of the effectiveness of ultrasonic tips versus the Terauchi file retrieval kit for the removal of separated endodontic instruments. Restor Dent Endod. [Internet] 2020 [Consultado 22 feb 2022] Feb; 45(2). Disponible en: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov.pbidi.unam.mx:2443/pmc/articles/PMC7239682/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pbidi.unam.mx:2443/pmc/articles/PMC7239682/)
41. Terauchi Y. Broken file removal from an S-shaped canal. [Internet].; 2016 [Consultado 24 feb 2022]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=FeiY7UFJFvM&t=11s>.
42. Triantafyllia V, Maryam eC, Kleoniki L. Separated instrument in endodontics: Frequency, treatment and prognosis. Balkan J Dent Med. [Internet] 2018 [Consultado 22 feb 2022]; 22(3). Disponible en: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/2335-0245/2018/2335-02451803123V.pdf>
43. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. Br Dent J. [Internet] 2013 [Consultado 9 marzo 2022] abr;214(8). Disponible en: <https://www.nature.com/articles/sj.bdj.2013.379>