



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

MAESTRÍA EN ENDODONCIA

**“EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW”**

AUTOR

**M.O. AÍDA MELISSA MATA LEIJA**

Tesis presentada para optar por el título de Maestra en Endodoncia

Junio 2023, San Luis Potosí, México. Todos los derechos reservados

DIRECTORA DE TESIS.....MSc. María Verónica Méndez González

ASESOR.....PhD. José Arturo Garrocho Rangel

ASESORA..... MSc. Ana María González Amaro

ASESOR..... MSc. Heriberto Bujanda Wong



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

MAESTRÍA EN ENDODONCIA

**“EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW”**

**M.O. AÍDA MELISSA MATA LEIJA**

Tesis presentada para optar por el título de Maestra en Endodoncia

Junio 2023, San Luis Potosí, México. Todos los derechos reservados

DIRECTORA DE TESIS.....**MSc. María Verónica Méndez González**  
Profesor – Investigador  
Maestría en Endodoncia, UASLP  
San Luis Potosí, S.L.P, México.

ASESOR.....**PhD. José Arturo Garrocho Rangel**  
Profesor – Investigador  
Especialidad en Estomatología Pediátrica, UASLP  
San Luis Potosí, S.L.P, México.

ASESORA.....**MSc. Ana María González Amaro**  
Profesor – Investigador  
Maestría en Endodoncia, UASLP  
San Luis Potosí, S.L.P, México.

ASESOR.....**MSc. Heriberto Bujanda Wong**  
Consulta privada  
Hermosillo, Sonora, México

**“EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW”**

Trabajo de grado aprobado para su presentación en el nombre de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Estomatología, Maestría en Endodoncia, por los siguientes asesores:

---

PhD. José Arturo Garrocho Rangel

---

MSc. Ana María González Amaro

---

MSc. Heriberto Bujanda Wong

San Luis Potosí, Junio 2023

**“EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW”**

Trabajo de grado aprobado para su presentación en el nombre de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Estomatología, Maestría en Endodoncia, por el siguiente jurado:

---

MSc. Selene Velázquez Moreno  
PRESIDENTA

---

MSc. Jennifer Galván Pacheco  
SECRETARIA

---

MSc. María Verónica Méndez González  
VOCAL

San Luis Potosí, Junio 2023



**“EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW”**

---

C.M.F. Ricardo Martínez Rider  
**Director de la Facultad de Estomatología, UASLP.**

---

PhD. Yolanda Hernández Molinar  
**Jefe de la División de Posgrados de la Facultad de Estomatología**

---

MSc. María Verónica Méndez González  
**Coordinadora de la Maestría en Endodencia**

San Luis Potosí, Junio 2023

## DEDICATORIAS

A Dios, por ser el pilar en mi vida, porque diariamente me regala la fuerza para perseguir mis sueños. Por ser mi paz en momentos difíciles y escuchar los anhelos más profundos de mi corazón.

A mamita María, por ser mi brújula y mi guía. Por cubrirme con su manto y ser mi mayor ejemplo.

A mis papis, Aída y Juan, que son mis pilares incansables. Que me apoyan hasta en mis sueños más locos y que siempre estuvieron al pendiente de que no me faltara nada. Les dedico este trabajo y agradezco a Dios por darme unos papás admirables, que me impulsan a volar cada vez más alto, aunque a veces mis alas se cansen. Los amo.

A bis erbanos, Juan y Luis, que siempre estuvieron en la primera fila de la porra también. Gracias por cada videollamada y por cada palabra de ánimo, por cada abrazo sincero y por las carcajadas. Son la chispita de alegría que nunca le falta a mi vida. Me llenan de orgullo, los amo.

A Javi, mi mejor amigo, mi psicólogo, mi compañero. Gracias por siempre estar al pie del cañón, por ser mi inspiración y una de mis metas más grandes. Gracias por demostrarme que la distancia es corta cuando el amor es grande, te amo.

A mi abuelita Mague que siempre estuvo al pendiente de mí, y buscaba quitarme las preocupaciones a escondidas. Que me ayudó a entender que uno puede sacar fuerzas de donde sea cuando se mueve por amor. Gracias por cuidarme desde el cielo.

A Yili, Mariana y Selene, por las risas y experiencias que vivimos. Por quererme así como soy, por cada viaje, cena, película, caminada, andada en bici que lograban distraer a mi mente del estrés y preocupaciones. Las quiero mucho.

A Karen, Ale, Dulce, Katia, por la amistad tan bonita. Gracias por escucharme y estar al pendiente de mí, por todas las noches de chicas y por ser las porristas más animosas. Las quiero mucho.

A mis amigos, Karina, Andrés, Karime, Ale, Almita por regalarme siempre una sonrisa hasta en los días más difíciles, los voy a extrañar.

A mis maestros, por confiar en mí. Por enseñarme no solo de endodoncia sino también de la vida, los llevo en el corazón.

## **AGRADECIMIENTO FINANCIERO**

Fondo de apoyo a la investigación CONACYT 2021-000001-01NACF-06946, numero de apoyo 790698.



"Evaluación in vitro del tiempo para la recuperación de instrumentos separados por medio del anillo ultrasonico hbw" by AÍDA MELISSA MATA LEIJA is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

## “Evaluación del tiempo para la recuperación de instrumentos separados en curvaturas pronunciadas por medio del anillo HBW, estudio *in vitro*”

**Autora: M.O. Aída Melissa Mata Leija**

Maestría en Endodoncia  
Facultad de Estomatología  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
San Luis Potosí, S.L.P. México  
Junio 2023

**Objetivo:** Evaluar el tiempo para la recuperación de instrumentos separados en curvaturas pronunciadas por medio del anillo HBW.

**Metodología:** 40 primeros molares inferiores con curvatura radicular mayor a 30° se aleatorizaron en Grupo 1 (3mm) y Grupo 2 (5 mm). Los fragmentos fueron separados en el tercio apical de la raíz mesiovestibular y la recuperación fue realizada con el sobrepaso de una lima Mani K #8 activada por el Anillo HBW. Se contabilizó el tiempo desde el inicio de la activación hasta el sobrepasaje y hasta la recuperación de los mismos. En el análisis estadístico se emplearon los Test Chi cuadrada de Pearson y la prueba exacta de Fisher, con un  $\alpha$  de 0.05 ( $p > 0.05$ ). Además de utilizar la prueba de U de Mann-Whitney para muestras independientes, donde  $p < 0.50$  indicaba diferencia significativa en la distribución de los datos.

**Resultados:** El 95% de los fragmentos en ambos grupos fueron sobrepasados. El 90% de ellos en el grupo 1 se lograron recuperar; en el grupo 2 solo el 70%. El valor de  $p$  para las pruebas Chi cuadrada y prueba exacta de Fisher fue mayor a 0.05 sin asociación entre el sobrepasaje de ambos grupos. Los grupos mostraron asociación entre el retiro del fragmento y su longitud. La prueba de U de Mann-Whitney reitera que los tiempos de sobrepasaje tienen una distribución estadísticamente igual con una  $p > 0.05$ , pero, en el tiempo de recuperación, se observan diferencias en la distribución de los datos entre el grupo 1 y 2.

**Conclusiones:** No se encontró asociación entre el sobrepasaje y la longitud del fragmento separado. Esto indica que tanto los fragmentos de 3mm como los de 5mm fueron sobrepasados con la misma frecuencia. Existe una implicación entre la longitud del fragmento y la recuperación del mismo, o sea que, a mayor tamaño de fragmento, menor probabilidad de ser recuperado y viceversa.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1	FASES DURANTE LA REMOCIÓN DE UN INSTRUMENTO .....	14
2.1.1	<i>Modificación del acceso</i> .....	14
2.1.2	<i>Vía de salida</i> .....	15
2.1.3	<i>Despegar o soltar el fragmento</i> .....	15
2.1.4	<i>Sobrepasaje</i> .....	15
2.1.5	<i>Conservar el fragmento separado</i> .....	16
2.2	INCIDENCIA DE SEPARACIÓN DE INSTRUMENTOS .....	16
2.3	TÉCNICAS Y DISPOSITIVOS PARA LA REMOCIÓN DE FRAGMENTOS SEPARADOS .....	19
2.3.1	<i>Kit de Masserann (Micro-mega, Besancon, Francia)</i> .....	19
2.3.2	<i>Endo Safety System (Hager &amp; Meisinger, Alemania)</i> .....	21
2.3.3	<i>Endo Extractor (ROYDENT, Johnson City, Tennessee)</i> .....	22
2.3.4	<i>IRS (Instrument Removal System) (San Diego Swiss, California)</i> .....	23
2.3.5	<i>TFRK / Yoshi Loop (Dental Engineering Laboratories, Santa Barbara, California)</i> .....	24
2.3.6	<i>Aguja o tubo con lima Hedstrom (Dr. Beat Suter, 1998)</i> .....	27
2.3.7	<i>Agujas hipodérmicas (Dr. William Johnson, 1939)</i> .....	28
2.3.8	<i>Técnica de aguja roma y núcleo (Dr. Michael Wefelmeier, 2015)</i> .....	30
2.3.9	<i>Puntas ultrasónicas</i> .....	32
2.3.10	<i>Gutapercha reblandecida (Dr. Rahimi y Dr. Parashos, 2008)</i> .....	34
2.3.11	<i>Ablación con láser (Dr. Yu, 2000)</i> .....	35
2.3.12	<i>Disolución del fragmento vía un proceso electroquímico (Dr. Ormiga, 2010)</i> .....	35
2.4	EL TIEMPO COMO FACTOR PARA EL ÉXITO .....	38
2.5	LONGITUD DEL FRAGMENTO SEPARADO .....	40
2.6	CURVATURA RADICULAR Y SU INFLUENCIA EN LA REMOCIÓN DE UN INSTRUMENTO SEPARADO.....	41
2.7	UBICACIÓN DEL FRAGMENTO SEPARADO .....	43
2.8	ANILLO ULTRASÓNICO HBW .....	43
<b>3</b>	<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>45</b>
<b>4</b>	<b>JUSTIFICACIÓN / PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>47</b>
5.1	HIPÓTESIS ALTERNA (HA).....	47
5.2	HIPÓTESIS NULA (HO).....	47
<b>6</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>47</b>
6.1	OBJETIVO GENERAL .....	47
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	47
<b>7</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>47</b>
7.1	LUGAR DE REALIZACIÓN .....	47
7.2	TIPO DEL ESTUDIO .....	48

7.3	DISEÑO DE ESTUDIO.....	48
7.4	MUESTREO (MÉTODO DE SELECCIÓN DE MUESTRA) .....	48
7.5	TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	48
7.6	CRITERIOS DE SELECCIÓN (PARA CADA GRUPO) .....	49
7.6.1	INCLUSIÓN .....	49
7.6.2	NO INCLUSIÓN.....	49
7.6.3	ELIMINACIÓN .....	49
7.7	DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	49
<b>8</b>	<b>ESTUDIO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>50</b>
8.1	FASE PRECLÍNICA.....	51
8.2	FASE DE INSTRUMENTACIÓN Y SEPARACIÓN DE INSTRUMENTOS .....	53
8.3	FASE DE REMOCIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS .....	54
8.4	FASE DE OBSERVACIÓN .....	56
<b>9</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>69</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>12</b>	<b>PERSPECTIVAS .....</b>	<b>75</b>
<b>13</b>	<b>CONSIDERACIONES ÉTICAS .....</b>	<b>76</b>
13.1	CARTA DE APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA DE LA UASLP	76
13.2	GRADO DE RIESGO DEL ESTUDIO (SEGÚN LA LEY GENERAL DE SALUD EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN). .....	76
13.3	COMPROMISO DE APLICACIÓN DE LAS SIGUIENTES NORMAS INTERNACIONALES A LOS PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS Y DE LABORATORIO: .....	76
13.4	FUENTE DE FINANCIAMIENTO.....	76
13.5	DIFUSIÓN ESPERADA DE LOS RESULTADOS.....	76
<b>14</b>	<b>ESTANDARIZACIÓN .....</b>	<b>76</b>
<b>15</b>	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....</b>	<b>77</b>
<b>16</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>78</b>
<b>17</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>84</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

Los accidentes en endodoncia pueden suceder en diferentes momentos del tratamiento, desde el diagnóstico, preparación de acceso, limpieza, desinfección hasta la obturación. Aunque algunos de estos pueden ser impredecibles, en su mayoría suceden por falta de información, por desconocimiento del clínico tratante a cerca de la anatomía del sistema radicular y de los principios de la instrumentación. Los posibles percances dentro del momento de la instrumentación incluyen la extrusión de hipoclorito de sodio, perforaciones, enfisema de tejidos, obliteración del conducto, transportación, generación de escalones, sobre instrumentación y la separación de instrumentos. Esta última siendo una de las más frecuentes y causantes de estrés en el operador (1).

Es necesario mencionar que cualquier instrumento se puede fracturar durante su uso; por ejemplo, las fresas de carburo, fresas gates glidden, puntas de ultrasonido, limas de acero inoxidable o níquel titanio (NiTi), puntas de irrigación, condensadores y espaciadores. Sin embargo, los instrumentos que más comúnmente se fracturan son las limas (2).

Entre las causas más frecuentes de separación se encuentran las características del acceso, la geometría del conducto, a su vez influenciado por las patologías o edad que el diente tenga, el diseño de los instrumentos y sus características metalúrgicas, la técnica de instrumentación y el número de ciclos de esterilización (3–5).

Sin lugar a duda, es más sencillo e importante prevenir la separación de un instrumento que retirarlo; una de las formas más simples y efectivas según Gambarini y col., es el observar el cambio estructural que la lima puede adquirir después de su uso, evidenciada por la deformación de sus estrías (6). Contrario a Maqbool y col. y Shahabinejad y col., quienes afirman que usualmente las fracturas ocurren sin antecedentes visibles de alguna deformación permanente en los instrumentos (7,8). Por ello, McGuigan y col. proponen algunas recomendaciones más para evitar este accidente, entre ellas se encuentran la capacitación previa para cada sistema de

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

instrumentación en dientes extraídos o de resina, la patentización del conducto hasta una lima K #15 o usando limas rotatorias para dicho fin (Ej. Pathfile de la casa comercial Dentsply Maillefer) antes de continuar con una lima con mayor diámetro, realizar la instrumentación corono radicular para crear una vía de acceso más recta, en el caso de sistemas de instrumentación automatizada, utilizar el torque y revoluciones por minuto que recomienda el fabricante, entrar y salir siempre con la lima en movimiento, aplicar movimientos con presión suave para no exceder la fuerza torsional, utilizar los instrumentos una sola vez especialmente aquellos que han trabajado en un diente con morfología compleja, y por último, evitar el uso de limas rotatorias en dientes con curvaturas abruptas o raíces dilaceradas (9).

Es importante informar al paciente que un instrumento separado no indica que el tratamiento ha fracasado. Sin embargo, signos y síntomas del paciente pudieran persistir si sucede la fractura de un instrumento consecuente a la falta de limpieza y desinfección. En caso de realizar un retratamiento en esta situación, el instrumento debe ser retirado o al menos sobrepasado para conseguir una mayor desinfección (10).

La separación de un instrumento es una situación que altera el tratamiento endodóntico; representa un inconveniente al momento de efectuar la conformación y obturación del sistema de conductos ya que el acceso apical de los instrumentos se vuelve complicado o nulo. El tratamiento se comprometerá de cualquier manera, pero la severidad dependerá del momento en el que el instrumento se haya separado y el nivel radicular en el que este se encuentre. Así es como este accidente conlleva a múltiples complicaciones más, como fracturas secundarias (Imagen 1) y puede incluso arriesgar el pronóstico de todo el tratamiento (11–13).

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW



*Imagen 1 De izquierda a derecha. Radiografía inicial, fragmento del 5 mm separado, sobrepasaje del fragmento, fragmento de NiTi retirado pero con nuevo fragmento de lima manual, radiografía final sin instrumentos.*

El nivel de dificultad usualmente se establece dependiendo de la posición en la que se encuentra el fragmento. Según Rhodes, algunos factores favorables en estas situaciones incluyen:

- Conductos rectos
- Dientes anteriores
- Fragmentos localizados antes de la curvatura, en el tercio coronal o medial
- Fragmentos largos (mayores a 5mm). Aunque hay estudios que demuestran lo contrario (14)
- Instrumentos manuales (contrario a los rotatorios)

Cuando la separación ocurre, se tienen diferentes opciones de tratamiento incluyendo dejarlo dentro, sobrepasarlo y obturar, o bien, retirarlo ya sea por vía ortógrada o quirúrgica. Retirarlo a través del diente siempre tendrá un mejor pronóstico a largo plazo ya que permitirá continuar con la limpieza, desinfección y obturación de manera convencional (11).

Con la intención de resolver este problema, se han propuesto distintas técnicas y dispositivos. El método más eficaz, según la literatura, se debe acompañar del uso de magnificación. El microscopio en conjunto con el ultrasonido es hoy en día la opción más conservadora y eficaz (11,15). Para responder a esta afirmación, el Dr. Heriberto Bujanda Wong patenta e introduce al mercado una punta ultrasónica en forma de anillo

# EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

que tiene la capacidad de activar limas manuales, ayudando a sobrepasar y remover fragmentos separados dentro del conducto.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Fases durante la remoción de un instrumento

Los instrumentos de níquel titanio suelen ser quebradizos y removerlos con ultrasonido pudiera resultar estresante. Además, si la punta de ultrasonido toca el extremo coronal del fragmento, este puede fácilmente desplazarse en sentido apical (10). Con la intención de evitar otros accidentes, existen 4 fases a la hora de retirar un instrumento de NiTi:

- Modificación del acceso
- Crear una vía de salida adecuada
- Despegar o soltar el fragmento
- Retirarlo

#### 2.1.1 Modificación del acceso

Una de las razones principales por las que un instrumento rotatorio de NiTi se separa es un mal acceso. Hacer un mal diseño o un acceso muy pequeño añade estrés innecesario a la rotación del instrumento y lo vuelve mucho más susceptible a la fatiga cíclica. Por lo contrario, extender mucho el acceso pudiera debilitar la estructura remanente del diente y disminuir su pronóstico (10).

Cuando se intenta retirar una lima de un conducto muy curvo, se debe primero de eliminar cualquier constricción coronal o primeras curvaturas. Esto permitirá tener mejor visibilidad a la porción coronal del instrumento y dejarle una mejor vía de salida (10).

# EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

## 2.1.2 Vía de salida

Se crea un acceso directo coronal al fragmento para que nada le impida salir. Las fresas GG modificadas son probablemente la mejor manera de lograrlo. Esto se describe como la creación de una plataforma que permita a las puntas ultrasónicas llegar de manera directa y que el operador tenga una mejor visibilidad (10).

## 2.1.3 Despegar o soltar el fragmento

Teniendo mucho cuidado de no tocar el extremo coronal del fragmento, se introduce una punta de ultrasonido fina alrededor de este para crear un espacio. Se puede ejercer ligera presión lateral con esta misma punta, en ocasiones esto provoca que se desatornille el fragmento. En otro escenario, la punta ultrasónica por más delgada que sea puede no llegar a mostrar retención, en estos casos se puede realizar de manera manual con una lima K (10).

La mayoría de las limas rotatorias tienen una sección transversal en forma de cuchilla. Se debe primero con la lima U retirar poco a poco la dentina que rodea a estas estrías. Si el fragmento comienza a soltarse, con la misma lima U puede activarse alrededor del extremo coronal con mucho cuidado. Después se intenta pasar la lima U por los lados para terminar de despegarlo. El uso de EDTA 17% es indispensable para ir removiendo el debris dentinario que pudiera generarse debido a la activación ultrasónica(10).

Si el ultrasonido no resulta eficaz, se puede utilizar el IRS (Ver apartado 2.3.4). Usualmente este tipo de instrumentos son muy complicados por su flexibilidad y la presión que ejercen hacia las paredes del conducto. El IRS suele ser una opción recomendable ya que cuenta con un extremo biselado y proporciona una ventaja para que el instrumento flexible entre y se enganche con la barra interior (10).

## 2.1.4 Sobrepasaje

Si no se puede retirar el fragmento o el clínico piensa que está cerca de perforar o hacer un daño irreversible, entonces se debe crear un bypass. Se crea una vía alterna del conducto y se instrumenta de manera normal haciendo que el fragmento separado

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

forme parte de la obturación. Se requiere un buen conocimiento de la anatomía. Por ejemplo, en molares mandibulares usualmente se encuentra un istmo en el tercio apical, entonces se puede acceder al bypass a este nivel. En primeros molares superiores pasa lo mismo con el MV2 que se puede utilizar para el bypass de un instrumento en el MV1. Esto solo aplicaría en raíces con clasificación 2-1, además de depender totalmente de una buena técnica radiográfica y de la percepción táctil del operador (10).

### **2.1.5 Conservar el fragmento separado**

Si no se puede retirar o sobrepasar, no hay otra opción más que dejar el fragmento dentro del conducto. Se obtura la porción coronal al fragmento y se deja en observación. Si los signos y síntomas no resuelven se deben considerar otro tipo de procedimientos como una cirugía apical o la extracción. En dientes sin lesión periapical se ha observado que no afecta en su pronóstico(10).

## **2.2 Incidencia de separación de instrumentos**

Separar un instrumento dentro del conducto es un accidente que, conforme pasa el tiempo y la ciencia avanza, se vuelve más frecuente. El Dr. Gambarini demuestra que los sistemas de instrumentación mecanizada predisponen a cometer separación de limas con mayor frecuencia que los instrumentos manuales (16). En cifras generales, Nevares y col. Mencionan haber encontrado una incidencia de este evento de entre 0.39 y 5% en estudios clínicos (13). Mientras que Cujé y col. presentan un promedio de 1.6% (12). De este pequeño porcentaje se atribuye una mayor incidencia a los endodoncistas que a los dentistas de practica general. Lo anterior relacionado a que el primer grupo se enfrenta a casos mucho más retadores, aunado a que el segundo grupo no suele realizar endodoncias en piezas dentarias posteriores. Por otro lado, hay autores que aseguran la cifra se invierte debido a la experiencia que el especialista en endodoncia adquiere con el tiempo y a que este conoce como prevenir accidentes (17,18).

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Cuando Terauchi y col. Escriben sobre la incidencia con respecto al tipo de diente, reportan más instrumentos separados en piezas molares, que en dientes anteriores y hasta tres veces más que en premolares. Esto puede deberse a diversos factores como la accesibilidad a los conductos, el diámetro del conducto y las curvaturas que pueda llegar a presentar (19). Caballero-Flores y col. reportan mediante un estudio retrospectivo que la mayor incidencia de fractura ocurría en la raíz mesiovestibular de molares inferiores (53%), resultado esperado debido a la compleja anatomía que esta presenta ya que frecuentemente tienen dobles curvaturas las cuales no son detectables en una radiografía y múltiples salidas por lo regular existentes en el tercio apical como se muestra en la siguiente imagen (20).



*Imagen 2 De izquierda a derecha: Radiografía inicial, radiografía de sobrepasaje ortoradial, radiografías disociadas mostrando diferentes salidas apicales.*

Asimismo, al hablar de incidencia con respecto al tercio radicular, se encuentra que en el tercio apical el porcentaje es de 52.5%, siendo una cifra significativamente mayor que la de los instrumentos separados en la región coronal (12.5%) y casi el doble que en el tercio medio radicular (27.5%)(3).

Características como el material, diseño y proceso de fabricación de un instrumento, tienen un impacto en su separación. La tasa de fractura de un instrumento de acero inoxidable es de entre el 0.25 – 6%, mientras que para una lima rotatoria de NiTi es de entre 1.3 – 10% (3). Sin embargo, autores como Pruthi y col. y Alomairy y col., mencionan cifras de entre 0.4 a 4.6% para referirse a la incidencia de fractura de limas rotatorias (15).

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

De un 100% de instrumentos fracturados se ha reportado que entre el 66 y 78% ocurre por causas de fatiga cíclica, pero la tasa aumenta a 91% cuando se trata de fatiga torsional. Esto sugiere que las limas rotatorias tienen una tendencia a engancharse en las paredes dentinarias y se vuelven más difíciles de remover. Otro factor importante es el tipo de aleación de la lima. Por ejemplo, las limas con aleación de NiTi en fase austenita tienen una elasticidad superior que les permite tener mayor resistencia al destrenzado, así como las limas con aleación M-Wire que, debido a su tratamiento térmico, tienen la capacidad de soportar mayor fatiga cíclica comparadas con instrumentos hechos de Nickel Titanio convencional. Los instrumentos de NiTi en fase martensítica tienen una mayor resistencia a la fatiga que los de fase austenítica cuando se encuentran a temperatura corporal. Si la temperatura aumenta, se disminuye la resistencia a la fatiga cíclica independientemente del tratamiento térmico que se le haya dado al instrumento (3).

Por otro lado, el tipo de movimiento que realice el instrumento será también un factor que predisponga a la fractura. El movimiento recíprocante reduce significativamente la fatiga cíclica en comparación con los sistemas rotatorios además de presentar mayor resistencia a la fatiga por torsión; esto debido a que realizan movimientos alternados a favor y en contra de las manecillas del reloj, permitiendo que el estrés torsional y cíclico de girar hacia un solo sentido se reduzca. Es por ello que los instrumentos recíprocantes tienen una vida media de uso más prolongada (3,16).

También, existe un factor que no puede pasarse por alto: el número de usos que se le da al instrumento. Según lo reportado por Gomes y col., entre más conductos instrumenta una lima, más desgaste tiene. Y, entre más desgaste tiene, se vuelve más propensa a fracturarse (8). Este metaanálisis demuestra que estudios en donde utilizaba una sola vez el instrumento reportaban una incidencia a la separación del 1% sin diferencia significativa entre sistemas recíprocantes y rotatorios (18).

Por otra parte, es importante mencionar que la conicidad tiene un gran peso en la incidencia que un instrumento tenga a la separación. Según Pedulla y col. Reportaron que los instrumentos con 0.04 de conicidad en fase martensítica tenían una resistencia

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

a la fatiga cíclica mayor que aquellos con conicidad de 0.06, lo cual establece que hay una correlación negativa entre la conicidad y la resistencia a la fatiga cíclica. Es decir, entre mayor sea la conicidad menor será la resistencia a la fatiga cíclica (21).

En resumen, la incidencia a la fractura se puede disminuir usando una lima de menor calibre y menor conicidad en fase martensítica a temperatura corporal para casos con curvaturas abruptas (3). Por todo lo anterior, las limas rotatorias de NiTi representan un gran reto al tratar de removerlas.

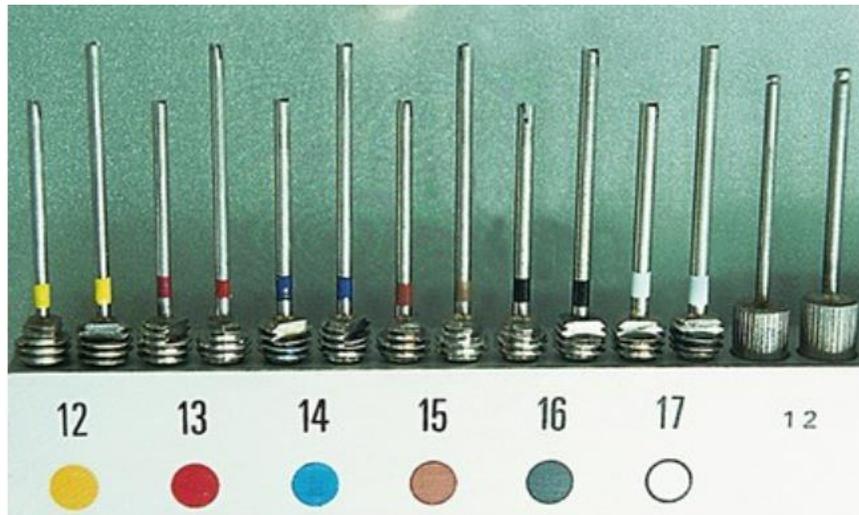
### **2.3 Técnicas y dispositivos para la remoción de fragmentos separados**

En términos generales, cuando ocurre la separación de un instrumento dentro del conducto radicular, se tienen tres opciones no quirúrgicas de abordar el caso: la primera es trabajar solo la porción coronal al instrumento, la segunda es realizar el sobrepasaje o “bypass” de la lima para poder trabajar el conducto completo y la tercera es retirar el instrumento (22). Ya que no hay un protocolo estandarizado para lograr este tercer objetivo, existen distintos dispositivos para realizar la remoción de un fragmento, entre ellos se encuentran el kit de Masseran, Endo Safety System, Endo Extractor, el IRS (Instrument Removal System) y el TFRK/Yoshi Loop. Por otro lado, se puede encontrar literatura sobre técnicas como el alambre en bucle, aguja o tubo y lima Hedstrom, agujas hipodérmicas, técnica de aguja roma y núcleo, ablación con láser.

#### **2.3.1 Kit de Masserann (Micro-mega, Besancon, Francia)**

El kit de Masserann consiste en una serie de 14 pares de fresas de trepanación con diámetros entre 1.1 y 2.4 mm y longitudes (21 y 25 mm) y un tubo extractor (Imagen 3Imagen ). Este ha sido utilizado por más de 30 años para el retiro de instrumentos separados, puntas de plata o postes de metal (23). Primero se realiza un acceso directo al fragmento mediante las fresas de trepanación, en donde la porción más coronal queda expuesta y lista para ser traccionada mediante el extractor (Imagen 4) (24,25).

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW



*Imagen 3 Kit de Masserann (Micro-mega, Besacon, Francia)*

Este dispositivo es conocido especialmente por su efectividad para remover fragmentos en conductos rectos o bien en la porción coronal del conducto, con una tasa de éxito del 77% en dientes anteriores y 44% en posteriores (26). De tal manera que no resulta la mejor opción ante casos en donde el fragmento se encuentre en los tercios medio o apical ya que en dichos escenarios, se tendría que sacrificar gran cantidad de dentina radicular y el diente se vería debilitado.

Un estudio realizado por Yoldas y col. se demuestra que el extractor de menor diámetro apenas ajusta si se utiliza la fresa de trepanación #13, por lo cual se estima de inicio un gran desgaste dentinario. Así mismo, ellos reportan un 55% de riesgo de perforación de la pared distal en raíces mesiales curvas de molares inferiores, sobre todo cuando el fragmento se ubica apical a los 7.5 mm de longitud (27).

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

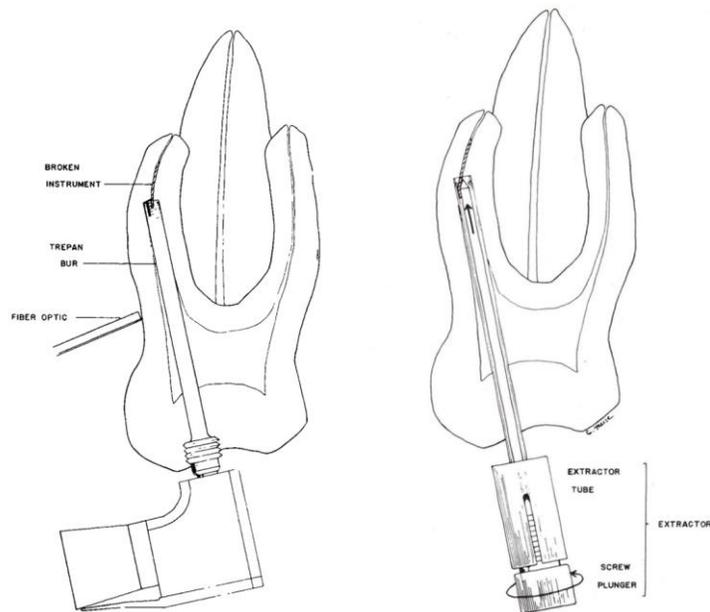


Imagen 4 Fresa de trapanación (izquierda), Tubo extractor (derecha)

### 2.3.2 Endo Safety System (Hager & Meisinger, Alemania)

El Meitrac Endo Safety System, es un kit de dispositivos muy similar al kit de Masserann. Este consiste en fresas de trapanación, seguidas por un tubo extractor. La gran diferencia es el diámetro de las fresas, las cuales se venden por separado y no en un kit que incluya toda la serie. La casa comercial divide los dispositivos en 3: MEITRAC I, II y III. Como se muestran en la Imagen 5, el MEITRAC I contiene dispositivos con diámetro de 015 hasta 050 mm, en el MEITRAC II se encuentran los correspondientes a diámetros de 055 a 090 mm y en el MEITRAC III son diámetros de 095 a 150 mm.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

MEITRAC I

Art.-No. 2271



MEITRAC II

Art.-No. 2272



MEITRAC III

Art.-No. 2273



*Imagen 5 MEITRAC Endo Safety System (Hager & Meisinger, Alemania)*

El sistema de remoción promete una extracción segura de los instrumentos separados, postes metálicos o cualquier otro objeto que obstruya el conducto radicular. Asegura también un manejo controlado y fácil que, a su vez, permite conservar gran parte de la estructura dentinaria (28).

### **2.3.3 Endo Extractor (ROYDENT, Johnson City, Tennessee)**

Continuando con la línea de fresas de trepanación y extractores, se encuentra en el mercado el Endo Extractor de la casa comercial ROYDENT Dental Products Inc. Este kit incluye 3 extractores codificados con colores diferentes, indicando el diámetro sugerido de uso: para fragmentos separados de no más de 0.30 mm, se utiliza el extractor blanco, para los fragmentos de entre 0.30 y 0.50 se utiliza el extractor amarillo y el color rojo es para fragmentos de 0.50 a 0.70 mm de diámetro (29). Además, el kit contiene una sola fresa de trepanación la cual tiene dos funciones principales: para ampliar el conducto y para reducir el diámetro del fragmento separado (Imagen 6). Esta fresa se recomienda usarse con mínima presión apical y con refrigeración simultánea.

La ficha técnica redacta el uso correcto de este dispositivo. Se debe primero seleccionar el tamaño adecuado, después de haber utilizado la fresa de trepanación. Se toma la parte del dispositivo que tiene la rueda más grande y se inserta manualmente al conducto dando un giro en contra de las manecillas del reloj. A continuación, se inserta la parte interna del extractor atrapando el fragmento separado

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

y se gira a favor de las manecillas del reloj suavemente. Se retiran ambas partes juntas con el fragmento dentro.

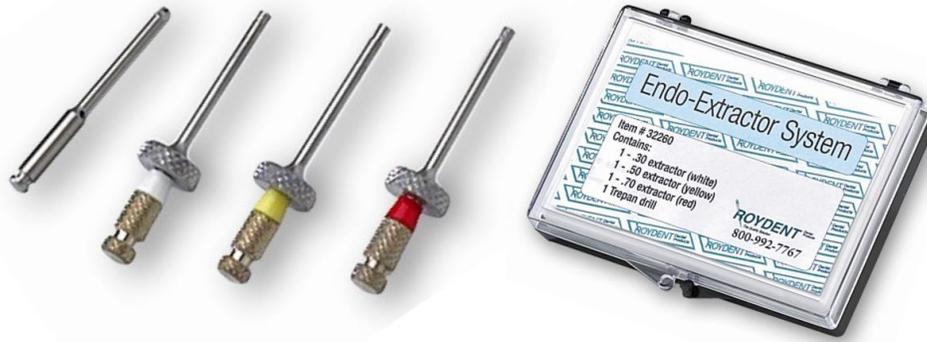


Imagen 6 Endo-Extractor System (ROYDENT, Johnson City, Tennessee)

### 2.3.4 IRS (Instrument Removal System) (San Diego Swiss, California)

Es un dispositivo que consiste en un tubo hueco que tiene una salida lateral en la punta. Tiene una barra que pasa por el centro del tubo y que, al llegar al extremo, atrapa una parte del instrumento separado y lo fija. De esa manera, una vez atrapado el fragmento se realiza un movimiento de “bobinado de reloj” para soltar el instrumento de las paredes del conducto y poder retirarlo (10).

Existen cuatro instrumentos codificados por colores: verde para el tercio coronal con un calibre de 1.6 mm en el diámetro externo y 1.3 mm en el interno, con 12 mm de longitud. Después le sigue el color negro que también fue fabricado para el tercio coronal, pero, a diferencia del instrumento verde, este tiene un diámetro externo de 1 mm y el interno de 0.8 mm. Por otro lado, el instrumento rojo se diseñó para el tercio coronal y medio, con un diámetro externo de 0.8 mm y un diámetro interno de 0.6 mm. Por último, se encuentra el amarillo, siendo el más delgado con un diámetro externo de 0.55 mm y el interno de 0.36 mm. Todos los microtubos tienen un “bisel inverso” con un ángulo de 20° que, según el fabricante, promete levantar la obstrucción con la porción larga de este, separándola de la pared del conducto (Imagen 7).

Para utilizar correctamente el dispositivo, la casa comercial sugiere realizar primero un acceso recto al fragmento separado utilizando fresas tipo Gates Glidden o alguna

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

punta ultrasónica. Una vez visualizado el fragmento, se elige el microtubo apropiado y, mediante un movimiento giratorio, se trepana alrededor hasta que se haya expuesto entre 1 a 1.5 mm de este. Después se coloca la parte externa del extractor alrededor de la porción coronal del fragmento de manera que el lado largo del bisel quede orientado hacia la pared externa del conducto y, posteriormente, se inserta la barra interna girando en contra de las manecillas del reloj para poder enganchar el fragmento. Por último, se gira el ensamblaje completo hacia izquierda y derecha suavemente de manera que el fragmento separado se vaya soltando y poder retirarlo del conducto (30).



*Imagen 7 IRS (Instrument Removal System) (San Diego Swiss, California)*

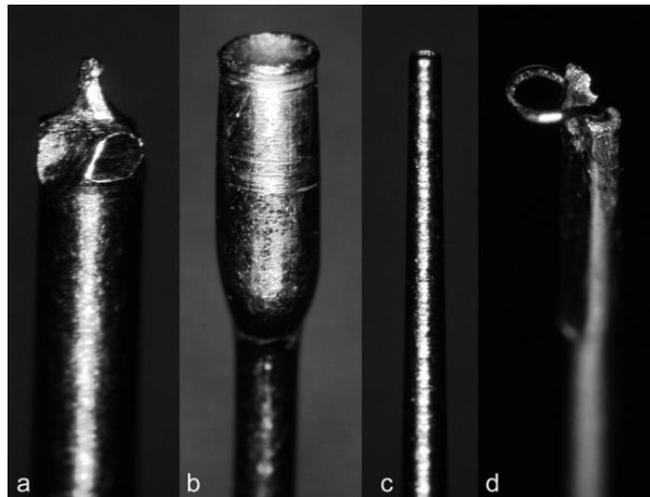
### **2.3.5 TFRK / Yoshi Loop (Dental Engineering Laboratories, Santa Barbara, California)**

El kit de remoción de limas Terauchi “Terauchi file retrieval kit (TFRK)” se ha reconocido por minimizar la cantidad de dentina removida al momento de retirar un instrumento separado. Este sistema incluye tres pasos:

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Paso 1: el objetivo de este paso es crea un acceso recto al instrumento con la mínima cantidad de dentina removida. Se utilizan dos tipos de fresas de baja de 28mm de longitud. La primera “fresa cortante A” se utiliza para ampliar el conducto transversalmente y permitir que la siguiente fresa entre fácilmente. La segunda “fresa cortante B” tiene forma de cilindro y cumple la función de realizar una muesca en la periferia de la parte coronal del instrumento, actuando como una fresa de trepanación. Asimismo, esta fresa deja un espacio en donde pueda entrar una punta ultrasónica (Imagen 8).

El diámetro de la fresa A es de 0.5 mm y el de la B es de 0.45, con la intención de remover la menor cantidad de dentina radicular posible (5). Estas fresas prometen cierta flexibilidad que les permiten adaptarse a conductos curvos. Además, al ser de baja velocidad y moverse en contra de las manecillas del reloj, pueden ayudar mecánicamente a soltar el instrumento de las paredes y si esto no es suficiente para remover el fragmento, se procede al paso 2.

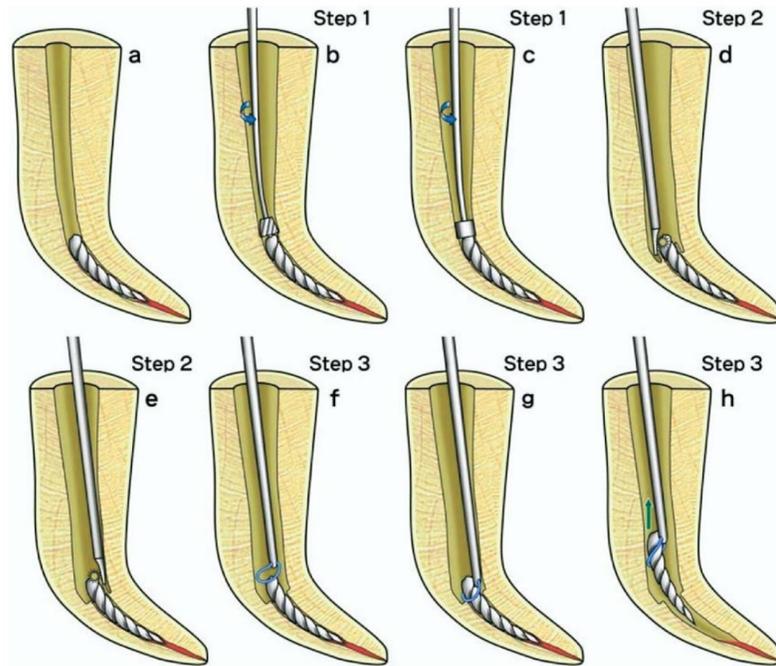


*Imagen 8 Vistas con magnificación de cada instrumento. (a) Fresa cortante A. (b) Fresa cortante B. (c) Punta ultrasónica. (d) Dispositivo con bucle de alambre.*

Paso 2: En este paso se retira la dentina que rodea al instrumento de manera conservadora, para exponer la parte coronal y poder soltarlo (Imagen 9). Se creó una

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

punta ultrasónica especial para esto. Su longitud es de 30 mm y su punta mide tan solo 0.2 mm de diámetro. Debe evitarse el contacto de la punta con el fragmento por el riesgo de una fractura secundaria. Esto puede ayudar a remover el fragmento, de lo contrario deberá procederse al paso 3.



*Imagen 9 Proceso para utilizar el TFRK. (a) Conducto con lima separada. (b) Preparación del conducto con la fresa A. (c) Preparación de la dentina periférica a la porción coronal del fragmento con la fresa B. (d y e) Punta ultrasónica activada al rededor del fragmento. (f y g) Colocación del dispositivo alrededor del fragmento. (h) Retiro del fragmento.*

**Paso 3:** Este paso incluye un dispositivo que se engancha al fragmento para poderlo retirar. El dispositivo consiste de un cabezal conectado a un tubo de 0.45 mm de diámetro del que sale un bucle de alambre de NiTi (0.08 mm). La otra parte es un cuerpo de metal equipado con un mango deslizante en el lado que sujeta el alambre del cabezal como se muestra en la Imagen 10 (31). El mango es para controlar el alambre del bucle y cuando este se mueve hacia abajo, ayudará a sujetarlo y hacia arriba a soltarlo. El tamaño del bucle debe ajustarse al tamaño de la lima separada, la cual ya está expuesta al menos 0.7 mm. Una vez que se coloca el bucle en la porción

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

coronal del fragmento, se jala el dispositivo completo en varias direcciones para desalojarlo (32).

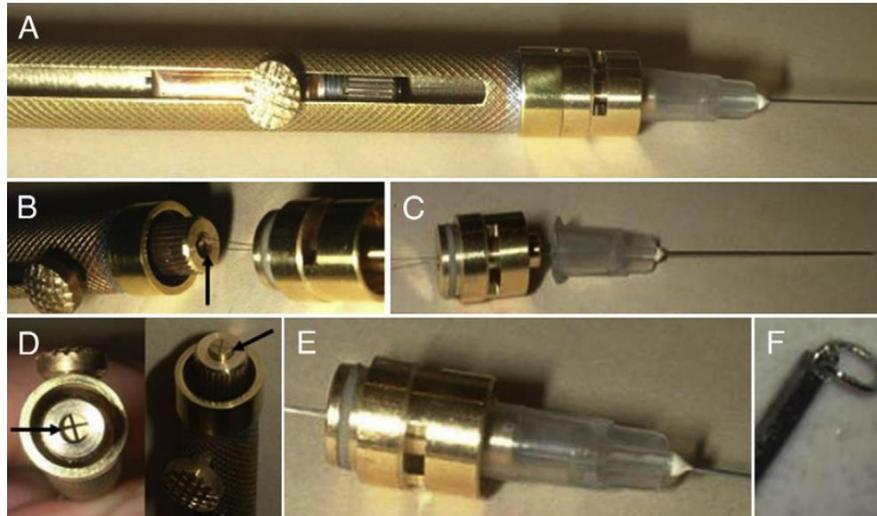


Imagen 10 (A) Dispositivo de remoción. (B) Mango deslizante con un orificio en forma de X en la parte superior (flechas negras). (D y E) Este orificio permite el paso al alambre doble de NiTi el cual viene del cabezal. (F) De este modo se forma el bucle y queda listo para enganchar el fragmento separado.

### 2.3.6 Aguja o tubo con lima Hedstrom (Dr. Beat Suter, 1998)

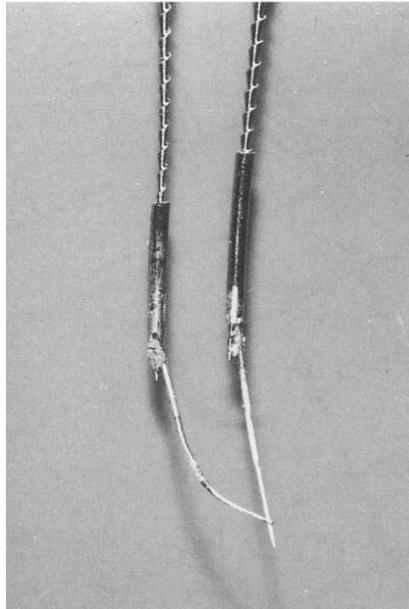
Inicialmente el uso de la lima Hedstrom fue y es utilizada para enganchar el fragmento. Sin embargo, este método suele ser eficaz cuando dicho fragmento está situado profundamente en el conducto, no es visible y el clínico confía en su sentido táctil, o bien cuando otro método no ha sido eficaz. Una de las principales desventajas de este método es la posibilidad de separación debido al diseño de sus estrías (31)

Más adelante, el Dr. Suter incorpora una nueva técnica donde se pretende realizar o mejorar el acceso coronal al fragmento para poder generar la muesca alrededor. Después se introduce un tubo de bajo calibre que se adapte a la muesca y sobrepase el fragmento para después introducir la lima a través de este y rotarla a favor de las manecillas del reloj. El Dr. Suter intenta asegurar el fragmento entre el tubo y la lima Hedstrom para poder jalar los tres elementos juntos hacia el exterior (33).

La metodología para llevar a cabo esta técnica incluye la preparación de un acceso en línea recta usando fresas Gates Glidden #3 o #4 y así poder tener una visión directa bajo el microscopio. Después, se realiza la muesca alrededor de la porción coronal del

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

fragmento con una profundidad de 1 a 2 mm utilizando puntas ultrasónicas delgadas. Una vez generado el espacio entre el fragmento y la pared dentinaria, se introduce una porción de entre 5 a 10 mm del tubo de una aguja de 21G o menos (dependiendo del diámetro del fragmento). Cuando se consigue que el tubo cubra la porción coronal del fragmento, se introduce la lima Hedstrom (el calibre dependerá del diámetro del tubo y el fragmento) con movimientos de presión y girando a favor de las manecillas del reloj hasta que la lima ya no pueda seguir bajando. En este punto, normalmente se crea una unión estrecha entre la lima Hedstrom, la aguja y el fragmento. Los tres componentes se pueden forzar hacia afuera del conducto juntos con la intención de que se remueva el fragmento separado (33)



*Imagen 11 Fragmentos retirados usando tubos y limas Hedstrom.*

### **2.3.7 Agujas hipodérmicas (Dr. William Johnson, 1939)**

La remoción de un instrumento separado usando una aguja hipodérmica, comparada con otras técnicas, es una alternativa simple y de bajo costo. Esta técnica no solo no requiere algún dispositivo especial si no que puede realizarse con materiales que se

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

tengan en el consultorio, es muy rápida y no requiere de una visión directa al conducto. Otra de las ventajas es que se elimina la necesidad de ampliar el conducto previamente, por lo tanto, el desgaste dentinario es mínimo y el riesgo de fractura también. Una de las principales dificultades es lograr que la aguja se fije a la porción coronaria del fragmento separado, en el caso de dificultarse puede ampliarse un poco el conducto para lograrlo (34).

Autores como Eleazer o O'Connor, proponen que se utilice el mismo filo de la aguja hipodérmica para crear una muesca alrededor del fragmento(35). Esto se lograría rotándola en cualquier sentido de las manecillas del reloj y asegurando que la punta tenga suficiente filo, de lo contrario es recomendable usar una nueva cuantas veces sea necesario. Es necesario que se tome en cuenta el calibre de la aguja hipodérmica en relación al fragmento separado para que no se realice mayor desgaste que el necesario y también para que aspire a tener mayor flexibilidad en el caso de instrumentos de menor calibre (Imagen 12).

**TABLE 1. Guide to selection of hypodermic needle**

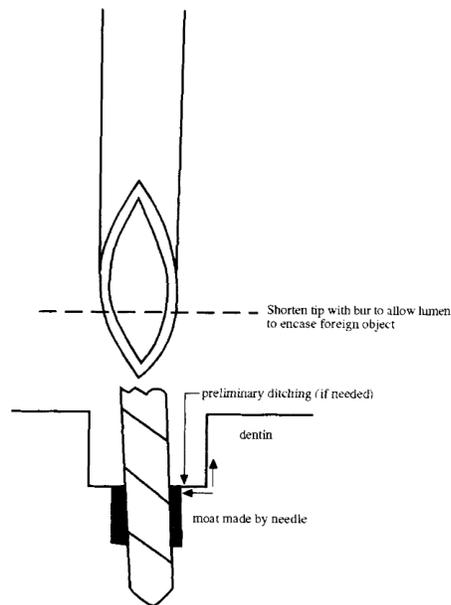
File Cut at D4 (0.02 Taper)	Corresponding Needle (Regular Wall Needle)	Bur that Fits into Needle Lumen
10	27	
15	26	
20	25	
25	23	
30	22	Brasseler H71-004 round bur (0.4 mm diameter)
35	21	
40	21	
45	20	¼ round bur (0.5 mm diameter)
50	20	
55	19	½ round bur
60	19	
70	18	1 round bur or Brasseler #156514—008 diamond
80	16	
90	16	
100	16	
110	16	
120	16	
130	15	
140	15	

Thinwall and ultrathin wall needles will give larger lumen sizes.

*Imagen 12 Tabla guía para la selección del calibre de la aguja hipodérmica*

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Una vez que se inserta la aguja al conducto, se toma una radiografía para confirmar que el fragmento se haya insertado en ella (34) Para retirar el fragmento puede introducirse en la aguja un pegamento de cianocrilato o algún cemento dental fuerte (como el policarboxilato), después de que el fragmento se fije a la aguja se debe tirar hacia afuera con movimientos delicados de rotación (31,36,37). Uno de los aspectos más preocupantes de esta técnica, es el hecho de que el pegamento pueda fluir y adherir también el tubo con la pared dentinaria. Autores como Andrabi y col., proponen el uso de vaselina para cubrir la superficie externa del tubo y prevenir este accidente (38)



*Imagen 13 El diámetro del fragmento corresponde al calibre de la aguja hipodérmica para obtener un corte lo más conservador posible.*

### **2.3.8 Técnica de aguja roma y núcleo (Dr. Michael Wefelmeier, 2015)**

Para esta técnica se debe exponer aproximadamente 1.5 mm del fragmento separado. Después, se mide el tubo de la aguja de manera que sea un diámetro menor que el conducto, pero mayor al fragmento y que lo pueda sobrepasar. Se corta la punta biselada de la aguja dejando una punta roma o recta y se coloca resina foto curable en este extremo. Se coloca el tubo en el conducto y se procede a foto polimerizar la

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

resina ya sea con una lampara convencional o bien con una extensión de fibra de vidrio para asegurar que se fragüe la resina (Imagen 14).



*Imagen 14 Adaptación de la fibra óptica para focalizarla en el conducto radicular y tener un mayor control sobre la fotopolimerización de la resina.*

Cuando se ha logrado el fraguado de la resina, se puede extraer el fragmento. La ventaja principal del método de fraguado por la fibra óptica, es que los intentos fallidos pueden repetirse sin necesidad de llevar a cabo procedimientos de limpieza de la cavidad de acceso y del conducto que pudieran requerir mucho tiempo. Esta técnica es muy parecida a la del tubo con cianocrilato: sin embargo, en comparación, es una opción más rápida pero no menos económica por la utilización de la resina (Imagen 15) (39–41).

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

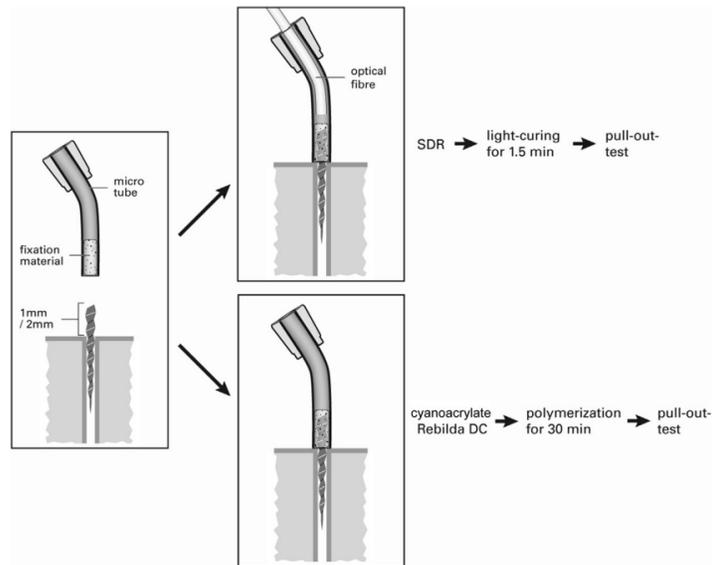


Imagen 15 Dibujo esquemático mostrando un instrumento fijado con dos diferentes técnicas y los tiempos que ellas requieren para su fraguado.

### 2.3.9 Puntas ultrasónicas

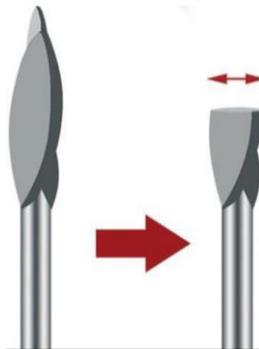
Las puntas ultrasónicas tienen un diseño angulado del vástago con aleaciones especiales en la punta que, a su vez, pueden tener diferentes longitudes y calibres. Sus diferentes diseños les permiten ser usadas en diferentes partes del conducto radicular. La mayoría de las puntas tienen un núcleo de acero inoxidable cubiertas de nitruro de diamante o zirconia, característica de un instrumento abrasivo. Por otro lado, existen las puntas fabricadas de titanio sin recubrimiento (superficie lisa) que pueden cortar solo en la punta lo cual también les confiere la posibilidad de usarse en conductos curvos, aunque no con tanta confianza (Imagen 16).



Imagen 16 Puntas ultrasónicas. De izquierda a derecha, las primeras cinco son diamantadas y las últimas tres son de titanio. CPR® ultrasonic tips (Obtura-Spartan Corp., Fenton, MO)

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Esta técnica consiste en realizar una plataforma en la porción coronal al fragmento separado utilizando fresas tipo Gates Glidden (#2-4) o puntas ultrasónicas diamantadas. En el caso de las fresas Gates Glidden, pueden modificarse cortando su extremo de manera perpendicular al eje longitudinal hasta su mayor diámetro (Imagen 17). Dicha plataforma se realiza con el objetivo de tener una visión directa al fragmento mediante el uso de magnificación.



*Imagen 17 Fresa Gates Glidden modificada para realizar una plataforma.*

Una vez que se tiene acceso al fragmento, se utilizan las puntas ultrasónicas de titanio activadas a baja potencia para trepanar la dentina con movimientos en contra a las manecillas del reloj y en seco (22). Después, con esta vibración transmitida al fragmento y en ambiente húmedo este usualmente comienza a soltarse y puede lograr salir del conducto. Es necesario que se obstruya la entrada de los otros conductos en caso de tenerse, para evitar que el fragmento salga de uno para entrar al otro.

En casos donde no se tiene el suficiente cuidado, se puede cometer el error de empujar el fragmento apicalmente o bien de fracturar la punta ultrasónica y empeorar el escenario. Para evitar esto, se debe activar la punta solo cuando esta esté en contacto con la dentina(31,42) y apoyarse de magnificación. Otra desventaja de esta técnica, es el riesgo no mínimo de cometer alguna perforación; según Dako y col., tras 50 minutos de intentar retirar el instrumento separado, este riesgo estadísticamente aumenta (43)

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

### 2.3.10 Gutapercha reblandecida (Dr. Rahimi y Dr. Parashos, 2008)

Esta simple pero innovadora técnica descrita por Rahimi y Parashos fue descrita para remover fragmentos que están sueltos en el conducto incluso en el tercio apical. Se utilizan limas tipo Hedstrom #8, #10 y #15 para sobrepasar el fragmento parcialmente y revisar que esté suelto. Después, una punta de gutapercha (conicidad y calibre dependerán de la amplitud del conducto) se toma y se embeben los 2-3 mm apicales en cloroformo por 30 segundos. El cono de gutapercha reblandecido se inserta hasta la longitud de trabajo que se ha tomado, lo más apical posible, y se deja endurecer por aproximadamente 3 minutos. Por último, la punta de gutapercha y el fragmento se pueden retirar aplicando movimientos giratorios delicados a favor y en contra de las manecillas de reloj. Esta técnica promete retirar instrumentos sueltos conservando la mayor cantidad posible de dentina radicular, ya que no es necesaria la realización de plataforma (44).

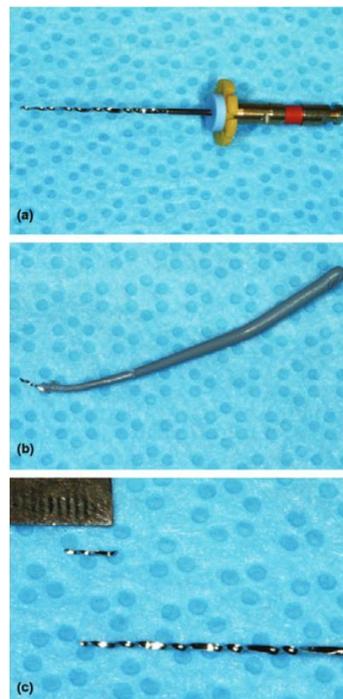


Imagen 18 (a) Muestra una lima rotatoria fracturada. (b) Punta de gutapercha que fue reblandecida en cloroformo, con el fragmento adherido en su porción apical. (c) Longitud del fragmento separado y la lima original.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

### 2.3.11 Ablación con láser (Dr. Yu, 2000)

Esta técnica propone la remoción de fragmentos separados con una mínima cantidad de dentina removida y, por ende, menor riesgo de fractura radicular. Además, aseguran los creadores que el tiempo de trabajo suele ser menor de 5 minutos y se realiza mediante dos vías: el láser derrite la dentina alrededor del fragmento para poder sobrepasarlo con limas Hedstrom y removerlo; la otra vía es que el láser derrita la lima (45,46). Esta técnica asegura dar un gran paso en los avances tecnológicos; sin embargo, se tienen desventajas como la perforación de las raíces con curvaturas pronunciadas o adelgazamiento de ellas, y el daño a tejidos periodontales a causa de la elevación de temperatura (mayor a 27°C). Además, este incremento de temperatura puede carbonizar la dentina del conducto y afectar la adhesión del cemento endodóntico (47).

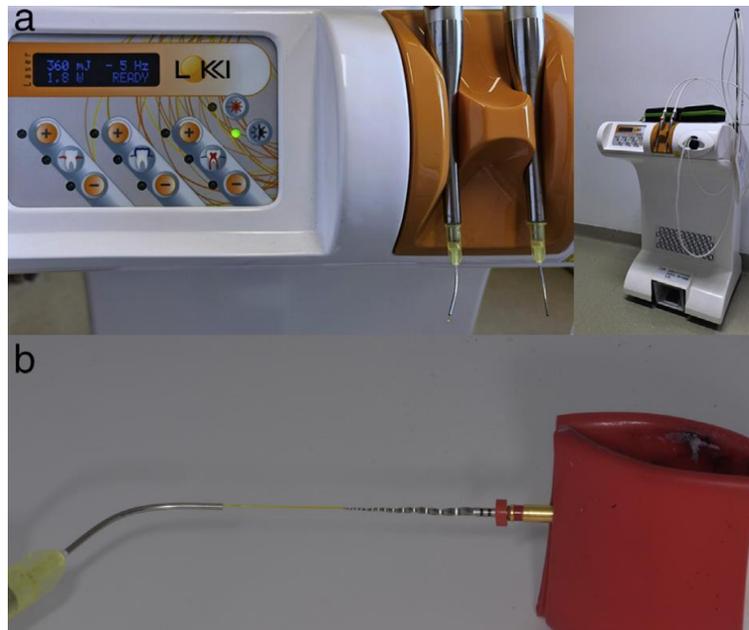


Imagen 19 Ejemplo de láser Nd:YAG para ablación de instrumentos separados. (a) Unidad laser Lokki. (b) Acercamiento a la punta de fibra especial para adaptarse a conductos radiculares.

### 2.3.12 Disolución del fragmento vía un proceso electroquímico (Dr. Ormiga, 2010)

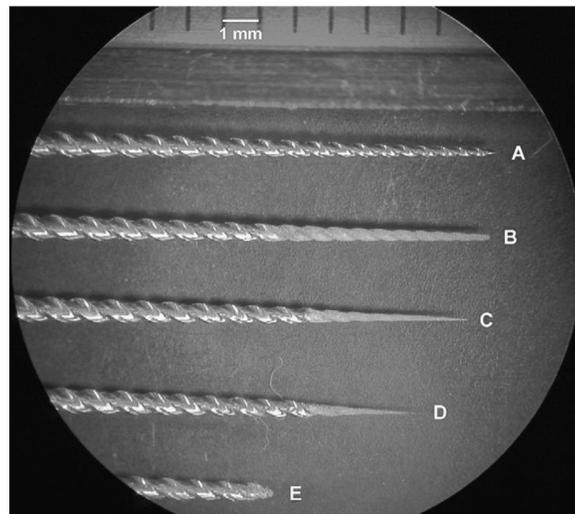
Las técnicas y dispositivos de remoción que más se utilizan hoy en día se basan en procesos meramente mecánicos, donde el principal objetivo es lograr un acceso directo al fragmento. Esto es práctico para conductos con curvatura no pronunciada.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Sin embargo, la mayoría de las separaciones de instrumentos suceden en el tercio apical y después de una curvatura y obtener el acceso directo a ello se acompaña de una pérdida de estructura dental excesiva, de perforaciones o del fracaso definitivo(48).

Tomando en cuenta los principales problemas de la remoción mecánica de un instrumento separado, Ormiga y col. proponen la disolución del mismo. Con esta nueva propuesta, aseguran que al disolver el fragmento no se modificaría la anatomía del conducto. La técnica consiste en dos electrodos inmersos en la solución (cátodo y ánodo), donde el ánodo deberá estar en contacto con el fragmento separado. Una vez aplicado el potencial electroquímico, la intención es que se liberen iones a la solución y con ello la disolución de la lima(49).

Es importante considerar que la aleación de NiTi forma una capa de óxido en su superficie en contacto con alguna solución, lo que protege al instrumento de una corrosión. En cambio, con una solución con fluoruro esta capa no se forma, dejando libremente que el fragmento comience a disolverse de manera rápida. Un estudio reporta los tiempos y la pérdida de peso conforme la disolución ocurre, teniendo un resultado de más de 50 minutos para la disolución total (Imagen 20) (50)



*Imagen 20 Mediciones con microscopio óptico de limas de NiTi tras la exposición a Fluoruro de Sodio. (A) Lima inicial. (B-E) Limas sometidas a potencial electroquímico constante por 8, 17, 25 y 53.5 minutos, respectivamente.*

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Todas las técnicas y dispositivos ya mencionados requieren de una preparación del tercio coronal del conducto para permitir la entrada de estos al fragmento separado. Esto implica una pérdida de tejido dentinario lo cual puede afectar negativamente a la integridad estructural del diente e incluso conllevar a una perforación radicular o fractura vertical. Dado el caso, a pesar de haber removido con éxito el instrumento, las complicaciones que este proceso implica, el diente podría tener un mal pronóstico a largo plazo (5,51–53)

Se han realizado avances significativos con respecto a este tema para tratar de resolverlo de un modo conservador. Con ello, se consideró la necesidad de utilizar dispositivos o técnicas que incluyeran vibraciones ultrasónicas. La mayor ventaja de un dispositivo ultrasónico está en vibrar el objeto que esté obstruyendo para que se suelte poco a poco causando el mínimo daño posible a las paredes del conducto. Sin embargo, las técnicas que utilizan el ultrasonido pueden resultar en un largo tiempo de trabajo y con un nivel de éxito moderado (15).

El Dr. Ruddle fue el primero en proponer una técnica que combinara el uso del microscopio en conjunto con el ultrasonido. Él recomendaba primero realizar una plataforma en el conducto usando puntas ultrasónicas. La remoción de instrumentos puede hacerse también por medio de microtubos. No existe un protocolo estandarizado para el retiro de fragmentos, y las técnicas y dispositivos que hoy en día existen tienen sus propios riesgos y limitaciones (51,54).

La tasa de éxito para la remoción de instrumentos separados mediante dispositivos ultrasónicos se ha reportado en distintas ocasiones entre el 68 y 86.6% *in vitro* y 79.5% *in vivo* sin el uso de microscopio. Cuando se añade la variable de la magnificación, la tasa de éxito aumenta a 87%.

Con el objetivo de incrementar esa tasa, es necesario que el operador considere la mejor opción para su caso específico mediante la evaluación comparativa de las distintas técnicas y dispositivos.

## 2.4 El tiempo como factor para el éxito

Antes de intentar remover un fragmento separado es indispensable que el operador considere el tiempo de trabajo como un factor importante tanto para el paciente como para él mismo. Suter y col. recomiendan un intervalo de trabajo entre 45 a 60 minutos ya que la tasa de éxito puede disminuir si se excede el tiempo y la fatiga aumenta (55).

Una revisión de literatura reporta datos en donde los fragmentos de 4.6 a 5.7 mm de longitud requerían al menos el doble de tiempo para ser removidos con técnicas ultrasónicas que aquellos que tenían una longitud menor. Por lo tanto, remover fragmentos mayores a 5.7 mm solo con ultrasonido puede resultar en un grado de dificultad más alto, pero si es menor a 4.6 pueden ser removidos en aproximadamente 10 segundos (3). Fu y col. demostraron que por cada 1 mm de longitud que el fragmento mostrara, el tiempo de preparación incrementaba 79.9 segundos (56). Sin embargo, Terauchi y col., reportan un tiempo de 22.3 minutos si la longitud es mayor a 7 mm y 26.3 minutos si es de 10 mm (14).

Además, autores correlacionan la longitud del fragmento con la curvatura del conducto, donde para fragmentos menores a 3.1 mm eran encontrados en raíces con curvaturas menores a 30° y removidos en alrededor de 1 minuto. Es por eso que se dice que existe una correlación positiva entre la longitud del fragmento, el tiempo de preparación y remoción, y la curvatura radicular (3).

Para algunos dispositivos como el Terauchi File Retrieval Kit (TFRK), es necesario separar el tiempo de remoción en dos etapas: el desprendimiento o *loosening* y el retiro o *retrieval* de la lima. La primera etapa comprende la creación del acceso directo al fragmento, también llamada "plataforma", mediante fresas troncocónicas largas que amplían el diámetro del conducto y eliminan la existencia de primeras curvaturas. Esto permite que puedan introducirse puntas ultrasónicas especiales para hacer que el instrumento vibre y poco a poco se suelte de las paredes dentinarias. Una vez que el fragmento se encuentra liberado, comienza el segundo periodo de tiempo que comprende la extracción de este mediante dispositivos como tubos, agujas y/o lazos, etc.(3)

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Tomando en cuenta lo anterior, existe literatura que concluye que para fragmentos mayores a 7 mm el tiempo promedio de desprendimiento es de 22.3 minutos, cifra que incrementa a 26.3 si la longitud del fragmento es de 10 mm. Así mismo, Terauchi y col. afirman que para fragmentos de 6.6 mm el tiempo de desprendimiento disminuye a 20.6 minutos y el tiempo de retiro en promedio es de 28 segundos utilizando dispositivos como el Yoshi Loop (DELabs, Santa Barbara, CA) (Imagen 21), o la lima XPShaper (XPS) (FKG DentaireSA, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) (Imagen 22) (14,57).



*Imagen 21 Yoshi Loop (DELabs, Santa Barbara, CA)*



*Imagen 22 XPShaper (FKG DentaireSA, La Chaux-de-Fonds, Switzerland)*

Por otro lado, una de las técnicas más rápidas para mejorar el pronóstico de un diente con un instrumento separado es el bypass, el cual consiste en sobrepasar el fragmento para asegurar una adecuada instrumentación, desinfección y obturación. Un estudio *in vitro* en el año 2020 realizado con fragmentos separados en la raíz mesiobucal de 40 molares superiores, demostró un promedio de 33 minutos para realizar el sobrepasaje comparando contra la técnica de puntas ultrasónicas la cual arrojó un tiempo máximo de 48 minutos (43). Actualmente, existe un dispositivo en el mercado llamado Anillo Ultrasónico BHW, capaz de realizar el sobrepasaje y retiro por medio de la activación ultrasónica de limas manuales de cualquier calibre (58,59).

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Como anteriormente se menciona, el tiempo también depende de distintos factores. Entre ellos se encuentra la longitud del fragmento separado, la cual a su vez está relacionada con otros factores que aumentarán o disminuirán el pronóstico del caso.

### **2.5 Longitud del fragmento separado**

Si bien es cierto que, a mayor longitud del fragmento, mayor el tiempo de trabajo y por tanto, mayor dificultad para retirarlo, existen estudios previos que lo avalan. En el año 2021, Terauchi reporta que los instrumentos fracturados con longitud mayor a 4 mm estaban asociados a curvaturas mayores a 30°, y que estos casos tardaban 5 minutos o más en la primera etapa de la remoción (desprendimiento). Esto, según los autores, puede traspolarse que el éxito depende primordialmente de la preparación previa de la entrada del conducto antes que en el retiro propiamente dicho. En otro escenario, con fragmentos menores a 4.6 mm el procedimiento se vuelve menos complejo. Con fragmentos menores a 3.1 mm el tiempo se recorta a menos de un minuto para el desprendimiento y algunos segundos para la remoción (14).

La relación del éxito final con la longitud del fragmento separado es evidente. Estudios demuestran que por cada milímetro el tiempo de preparación del conducto aumenta hasta un 162% ya que la curvatura debe ser disminuida de manera que este tenga una forma de salir más libre. Es por ello que por cada grado de curvatura que se agrega, se incrementa el tiempo un 4%. Un ejemplo de caso donde se tiene un fragmento separado de 1.4 mm en un conducto con una curvatura de 23°, el tiempo de preparación ronda entre los 8 segundos. Por lo contrario, en un caso con un instrumento de 14.5 mm, pero con curvatura de 12° el promedio de tiempo es de 32.4 minutos con dispositivos de lazo (14).

Además, la longitud de un fragmento separado está directamente relacionada con la cantidad de dentina que se debe remover para preparar la salida del mismo. Entre más largo el fragmento, posiblemente mayor curvatura y se deberá realizar mayor desgaste para compensar el ángulo de entrada de los dispositivos y el ángulo de salida del fragmento (3).

## **2.6 Curvatura radicular y su influencia en la remoción de un instrumento separado**

Autores justifican el hecho de que cualquiera que sea el motivo de separación, uno de los principales problemas es dictado por el radio y el ángulo de curvatura del conducto y, por ende, se relaciona con la tasa de éxito (51). La complejidad y planeación del caso dependerá de la ubicación del instrumento con respecto a la curvatura. Por ejemplo, si el fragmento se encuentra justo en la curvatura o coronal a ella, se puede elegir una fresa de menor calibre para ampliar el acceso (3).

Las técnicas y dispositivos que mayormente existen, demuestran ser poco flexibles y no pueden introducirse más allá de la curvatura radicular, limitando su uso a casos con ángulos muy abiertos. Cuando se tiene un conducto con curvatura mayor  $15^\circ$  y no se puede tener un acceso directo con al menos 3 o 4 mm coronales del instrumento, se debe realizar un desgaste en la cara externa de la curvatura, coronal al fragmento como se muestra en la Imagen 23 (3).

Sin embargo, autores sugieren que el punto de retención entre la lima y el conducto se debe encontrar en la cara interna, de lo contrario el fragmento puede ser impulsado apicalmente como se muestra en la Imagen 24 (3). Usualmente los dispositivos necesitan que se enderece el tercio coronal del conducto para poder continuar con la remoción del fragmento, pero existen opciones que evitan la sobre extensión del acceso y por lo tanto el desgaste excesivo (51,58,59). Se pretende profundizar sobre estos dispositivos en los siguientes apartados.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

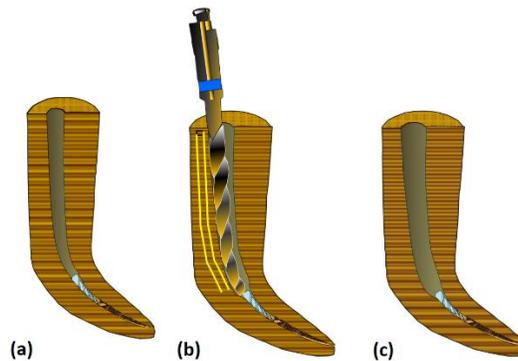


Imagen 23 (a) Fragmento fracturado después de una curvatura mayor a 15° (b) Se usa una lima de diámetro grande para ampliar la pared con movimientos de barrido hacia la pared externa (c) Conducto después de la preparación

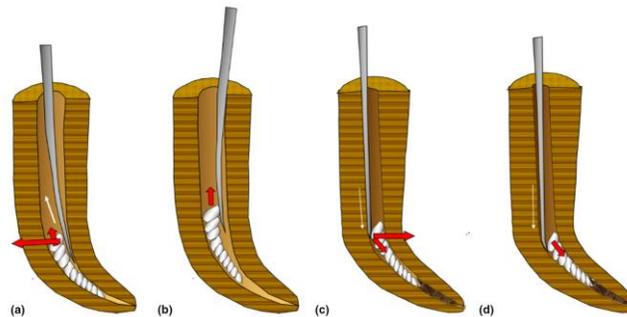


Imagen 24 (a) Activación ultrasónica desde la curvatura interna (b) El fragmento es empujado en dirección coronal (c) Activación ultrasónica desde la curvatura externa (d) El fragmento es empujado en dirección apical.

Un estudio reciente demostró que a mayor longitud del fragmento separado (mayor a 3.1 mm) y a mayor curvatura radicular, mayor sería el tiempo de preparación y, a su vez, mayor desgaste dentinario (56).

También, hay reportes de que los instrumentos de NiTi tienden más a fracturarse cuando la curva es mayor a 25° que cuando es menor a esta (54). Por ende, la tasa de éxito bajó significativamente de 83 a 43% cuando la curvatura era mayor a 20° (12,60) y aumentó cuando el radio de la curvatura era mayor a 4 mm (11,12)

Es importante recalcar que en curvaturas mayores a 30° el tiempo de remoción es más alto tanto en la fase de sobrepaso como en la de retiro, por el contrario, es contrastante concluir que los fragmentos menores a 3.1mm son menos complejos de retirar incluso solo con activación de puntas ultrasónicas (14).

## **2.7 Ubicación del fragmento separado**

Wu y col. reportan un porcentaje de 47% de incidencia de fractura en conductos mesiovestibulares de molares inferiores y un 61% de instrumentos separados en el conducto mesiovestibular de molares superiores (54). En general, está reportado que entre el 52.5 y 74% de los instrumentos de NiTi tienden a fracturarse en el tercio apical, mientras que se le adjudica un 27.5% al tercio medio y 12.5% al tercio coronal (20,61). Coincidente con estos datos, la tasa de recuperación o sobrepasaje fue más alta para instrumentos separados en tercio coronal (100%), después en tercio medio (45%), comparado con el tercio apical (37.5%). Además de pronosticar una tasa de éxito alta, media y baja dependiendo de si el fragmento se ubica antes, sobre y después de la curvatura respectivamente (22).

Por otro lado, Pruthi y col. hacen una comparación intragrupal con respecto al tiempo, y observan que el tiempo de remoción era mayor para los instrumentos separados en tercio medio que aquellos que se encontraban en el tercio coronal y que la diferencia era estadísticamente significativa. Esto, explican ellos, puede deberse al limitado campo de trabajo y visión directa que se presenta en los casos de tercio medio radicular, compatible con los resultados de otros estudios (15).

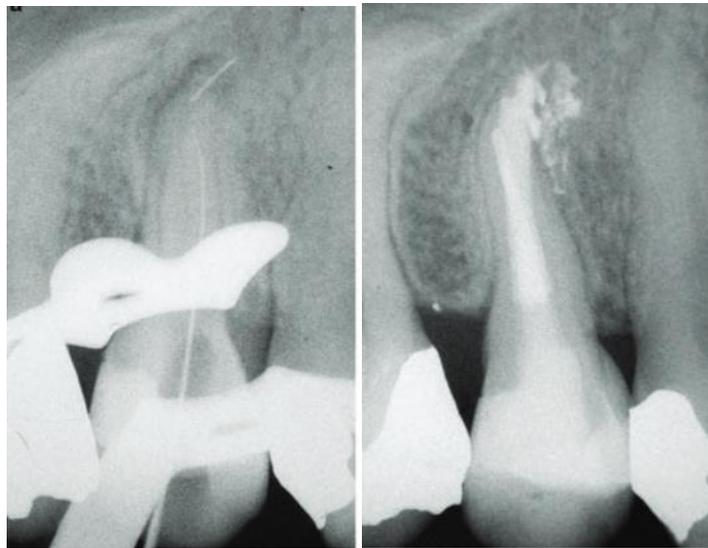
## **2.8 Anillo ultrasónico HBW**

El anillo ultrasónico HBW (patente de EE. UU. 9,839,492 B2) es un dispositivo que puede realizar la instrumentación y la irrigación simultáneamente. Es una punta ultrasónica fabricada en acero inoxidable 316 que activa los instrumentos de endodoncia, transformándolos en potenciales instrumentos ultrasónicos durante el tratamiento de conductos (Imagen 27). El Anillo Ultrasónico HBW, con su doble función, tiene la ventaja de presentar una excelente capacidad de corte de limas, mientras que, al mismo tiempo, se activa el irrigante. Por ello, se le atribuye la característica de tener una función de Dualidad del Sistema HBW. Sin embargo, la principal preocupación con este dispositivo es el efecto de su innovación en instrumentación e irrigación ultrasónica en conductos radiculares normales o complicados con conductos estrechos o curvaturas importantes. Además, como

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

cualquier dispositivo ultrasónico, puede sufrir fatiga cíclica ya que su vida media depende del número de tratamientos realizados y la intensidad de la frecuencia con la que se use.

Dentro de los beneficios del anillo ultrasónico HBW se incluyen: acceso más conservador ya que elimina la necesidad de una línea recta de acceso al conducto, evitando el desgaste dentinario excesivo (Imagen 25 e Imagen 26); creación de una ruta de deslizamiento segura y fiable, donde la lima inicial sigue la anatomía del conducto incluso en conductos estrechos o calcificados; y la provisión de irrigación adecuada en toda la longitud de trabajo, generando desinfección sin el uso de agujas u otros aditivos dentro de los conductos radiculares y, por lo tanto, eliminando el riesgo de extrusión de irrigante (58,59).



*Imagen 25 Ejemplo de diente donde el fragmento separado fue retirado pero las paredes dentinarias se desgastaron en exceso. (Suter y col. 2005)*



*Imagen 26 Ejemplo clínico del retiro de una lima rotatoria mayor a 5 mm en raíz con curvatura pronunciada con el anillo HBW. De izquierda a derecha: Radiografía inicial, radiografía de puntas y radiografía final en donde se muestra una obturación sin desgaste excesivo de paredes dentinarias. (Mata-Leija, 2023)*

# EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Cuando se habla de ultrasonido, resulta inevitable definir el término cavitación para poder entender lo que sucede al activar un instrumento de forma ultrasónica. La cavitación se refiere a la formación de burbujas en un líquido las cuales contienen vapor generado por los movimientos ultrasónicos. Cuando se provoca el colapso de estas burbujas, se originan explosiones que al impactar cualquier superficie producen fuerzas que pueden desalojar el fragmento separado, en este caso, de las paredes dentinarias (3).



*Imagen 27 Anillo ultrasónico HBW*

## **3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existe una diferencia significativa en el tiempo de remoción con el anillo ultrasónico HBW entre fragmentos separados de 3 y 5 mm de limas rotatorias?

## **4 JUSTIFICACIÓN / PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El sistema de conductos radiculares presenta una gran variedad de condiciones anatómicas, lo cual vuelve ampliamente retardadora su instrumentación. Durante este proceso en donde se busca una limpieza y desinfección, pueden ocurrir diversos accidentes. Entre los accidentes más comunes está la fractura o separación de instrumentos.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Existen distintas alternativas de tratamiento, pero su recuperación será la mejor opción en la mayoría de los casos debido al riesgo que implica dejar el instrumento dentro del sistema. Se habla de que la probabilidad de fracaso del tratamiento de conductos aumenta hasta un 19% cuando se fractura un instrumento (8). Retirar un instrumento separado implica un gran reto para el operador y representa un factor importante para el pronóstico de la endodoncia a largo plazo debido a que el fragmento que queda en el conducto puede evitar la instrumentación óptima, dejando restos de tejido pulpar y bacterias.

Hoy en día existen múltiples técnicas y dispositivos para recuperar los instrumentos, algunos más invasivos que otros. Sin embargo, aunque traten de lograr un mejor pronóstico retirando el fragmento separado, no se toma en cuenta el tiempo que se sacrifica para tal propósito. Cuando el operador se encuentra frente al reto de retirar un instrumento debe siempre considerar si vale la pena el tiempo que se invertirá en tratar de hacerlo y la probabilidad de que esto suceda. Con este propósito se toman en cuenta distintas variables por ejemplo la cantidad de dentina que se removerá, el diente a tratar, la raíz afectada, el ángulo de curvatura, aleación, calibre y longitud de la lima separada, entre otras cosas.

El concepto más popular es el de tener una visión directa para poder controlar la manipulación de los instrumentos, y para ello se necesitan fresas largas con punta activa y diámetro amplio. Estas, se introducen en el conducto hasta la porción coronal del fragmento separado con la intención de crear una preparación recta y un acceso directo. Además, ampliar el diámetro del conducto elimina primeras curvaturas y evita, por lo tanto, generar estrés al dispositivo encargado de hacer la extracción. Pero esta única ventaja sigue dejando al operador inconforme con el desgaste excesivo que se genera.

Las soluciones que existen en el mercado son efectivas; sin embargo, no existe un protocolo estandarizado que permita conservar estructura dentinaria y que no requiera de una fuerte inversión económica. El Anillo ultrasónico HBW promete cumplir con

# EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

estas expectativas, pero es necesario que se evalúe respecto al tiempo requerido para lograr con éxito el objetivo.

## 5 HIPÓTESIS

### 5.1 Hipótesis alterna ( $H_a$ )

Existe diferencia entre los tiempos de remoción para los fragmentos de 3 y 5 mm

### 5.2 Hipótesis nula ( $H_0$ )

No existe diferencia entre el tiempo de remoción para los fragmentos de 3 y 5 mm

## 6 OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo General

Determinar el tiempo para la recuperación de instrumentos separados en curvaturas pronunciadas por medio del anillo HBW.

### 6.2 Objetivos específicos

- Evaluar, a través de métodos imagenológicos, la extracción de los instrumentos separados.
- Establecer el tiempo requerido para sobrepasar 2 longitudes de fragmentos separados (3 y 5 mm).
- Establecer el tiempo requerido para extraer 2 longitudes de fragmentos separados (3 y 5 mm).

## 7 MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1 Lugar de realización

- Laboratorio de Preclínica de la Maestría de Endodoncia de la UASLP

# EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

## 7.2 Tipo del estudio

- Experimental Comparativo.

## 7.3 Diseño de estudio

- Experimental *in vitro*

## 7.4 Muestreo (Método de selección de muestra)

Se seleccionaron todos los primeros molares inferiores extraídos con integridad radicular mediante un muestreo no probabilístico (por conveniencia).

## 7.5 Tamaño de la muestra

Se realizó un estudio piloto para determinar el tamaño total de la muestra, conforme a la siguiente fórmula.

$$n = \frac{NZ^2S^2}{d^2(N - 1) + Z^2S^2}$$

$n$  = tamaño de la muestra

$N$  = tamaño del universo

$Z$  = nivel de confianza (correspondiente con la tabla de valores  $Z$ )

$S$  = Valores de la varianza poblacional (51)

$d$  = Precisión deseada

$$n = \frac{40(1.96)^2(0.695)^2}{(0.05)^2(39) + 1.96^2(0.695)^2}$$

$$n = \frac{153.664 (0.483025)}{0.0975 + 1.8555}$$

$$n = \frac{74.2235}{1.953} = 38.00$$

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

## 7.6 Criterios de selección (para cada grupo)

### 7.6.1 INCLUSIÓN

- Raíces mesiales de primeros molares inferiores
- Curvatura mayor a 30°
- Ápice maduro

### 7.6.2 NO INCLUSIÓN

- Piezas dentales con raíces incompletas, con conductos radiculares calcificados, previamente tratadas, fracturadas y/o fisuradas.
- Presencia de resorciones
- Piezas dentales con doble curvatura radicular

### 7.6.3 ELIMINACIÓN

- Piezas dentales con separación de instrumentos en el tercio coronal y medio

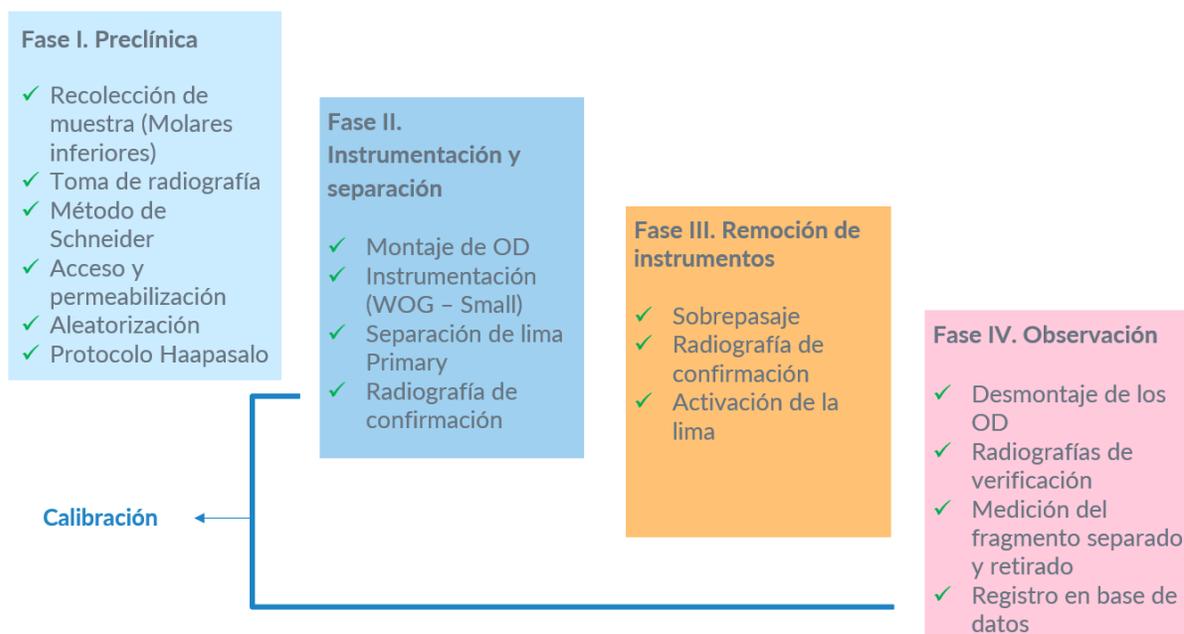
## 7.7 Descripción de variables

	VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
INDEPENDIENTES	Longitud del fragmento	Nominal dicotómica	Dimensión de una línea o de un cuerpo considerando su extensión en línea recta.	Se separaron fragmentos de limas rotatorias de 3 y 5 mm.
	Remoción del instrumento separado	Categórica nominal dicotómica	Acción de quitar, eliminar o apartar algo. Una remoción, por lo tanto, consiste	La remoción de la lima rotatoria que se encuentra dentro del conducto radicular

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

			en llevar una cosa de un lugar hacia otro o en modificar la situación, el estado o la condición de una persona o cosa.	se llevará a cabo por medio del Anillo Ultrasonico HBW.
	Tiempo requerido para remover el fragmento separado	Cuantitativa continua de razón	Dimensión física que representa la sucesión de estados por los que pasa la materia.	Se medirá el tiempo requerido para remover el fragmento separado en ambos grupos experimentales con un cronómetro.

## 8 ESTUDIO EXPERIMENTAL



*Imagen 28 Esquema de fase experimental*

# EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Grupo 1	Grupo 2
n=20	n=20
Limas Primary (Wave One Gold) Fragmentos de 3 mm	Limas Primary (Wave One Gold) Fragmentos de 5 mm

Tabla 1 Distribución de los grupos de estudio

## 8.1 Fase Preclínica

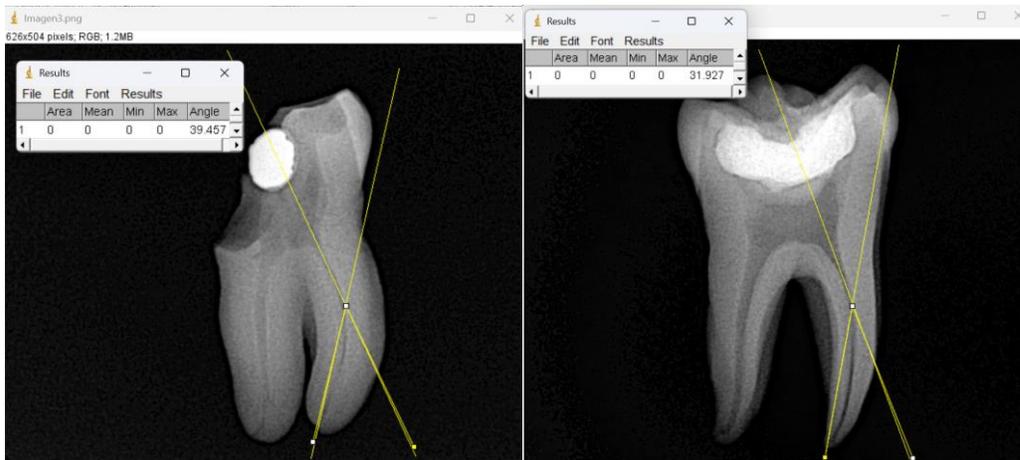
Se seleccionaron 40 molares que cumplían con los criterios de inclusión, se tomaron radiografías orto radiales con el sensor intraoral RVG nanopix 2 (Eighteeth), para luego ser analizadas mediante el programa Image J (programa para el procesamiento de imágenes digitales) y con el método de Schneider (1971) se determinó la curvatura de las raíces mesiales.



Imagen 29 Molares seleccionados para el estudio

Se realizó acceso y permeabilización de forma manual a todas las piezas dentales con lima tipo K #10, se aleatorizaron de manera simple en 2 grupos de estudio con 20 unidades en cada grupo.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW



*Imagen 30 Ejemplos de la medición de la curvatura de la raíz mesio vestibular por medio de la técnica de Schneider y el programa Image J.*

Posteriormente, las muestras se sometieron al protocolo de desinfección propuesto por el Dr. Haapasalo (1987): se colocaron en vasos con NaClO al 5.25% en el ultrasonido por 4 min., seguido por agua destilada 4 min. y EDTA al 17% por 4 min; finalmente se realizaron recambios de agua destilada hasta perder la turbidez. Se secaron y esterilizaron en calor húmedo con autoclave a 121°C y 15 libras de presión durante 15 minutos.



*Imagen 31 Protocolo de desinfección del Dr. Hapaasalo*

# EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

## 8.2 Fase de instrumentación y separación de instrumentos

Las piezas dentarias fueron colocadas en silicona por condensación para mantenerlas estables y montarlas en una prensa de mesa.



*Imagen 32 Montaje de las piezas dentales para la recuperación del instrumento en platina de acero*

La instrumentación se llevó a cabo con limas Wave One Gold Small y Primary con irrigación simultánea de hipoclorito de sodio al 1%. Al terminar la instrumentación con la lima Small, se tomó una lima Primary y se realizó una muesca a 3mm de longitud con una fresa punta de lápiz y pieza de alta velocidad a una profundidad de la mitad del grosor del instrumento para poder facilitar su separación. Se realizaron 20 muestras con fragmentos de 5 mm para el grupo 2.



*Imagen 33 Fresa de punta de lápiz*

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Posteriormente se llevó al conducto radicular por medio del motor E connect S con un movimiento recíprocante ( $120^\circ/30^\circ$ ), se aumentó la cantidad de presión apical manualmente provocando su separación a nivel del tercio apical (20 piezas dentarias por grupo).

Se realizó la toma de radiografías periapicales para verificar la separación del instrumento.



*Imagen 34 Ejemplos de radiografías periapicales con la separación de limas Wave One Gold en tercio apical. Imagen de la izquierda muestra radiográficamente el diente montado en la silicona.*

### **8.3 Fase de remoción de instrumentos separados**

Se introdujo una lima K Mani 8 activada por ultrasonido (potencia 1 – 28 kHz) entre el conducto radicular y el fragmento separado, creando un espacio entre la lima y la pared dentaria del conducto radicular, el sobrepaso se realizó alrededor de todo el fragmento separado. Posterior a la lima K Mani 8, si no era suficiente para remover el fragmento, se usaron limas K Mani 10 y 15 según el caso. Todas las limas fueron activadas mediante el Anillo ultrasónico HBW, mismo que fue conectado al ultrasonido (NSK Varios 370 lux ultrasonic scaler) con el fin de sobrepasar el instrumento separado, no más allá de este.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW



*Imagen 35 Técnica de utilización del anillo HBW. Se muestra el montaje del experimento.*

Posteriormente, se tomó una radiografía periapical para comprobar el sobrepaso de la lima. Este procedimiento se realizó con abundante irrigación de Hipoclorito de sodio al 1% en el momento de la activación ultrasónica y entre lima y lima, ya que la cavitación y la transmisión acústica producida por ultrasonidos en condiciones húmedas también puede facilitar la remoción de limas.



*Imagen 36 Ejemplos de radiografías donde se comprueba el sobrepaso de la lima manual.*

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

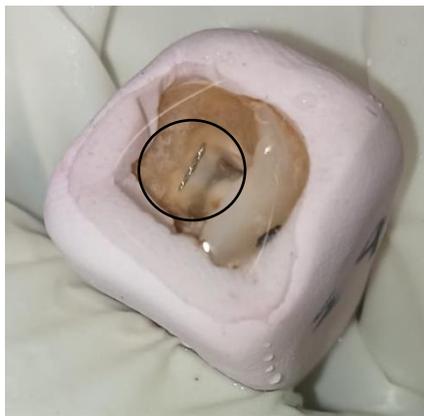
Una vez conseguido el sobrepasaje, se introdujo nuevamente la lima K Mani 8, se adaptó al Anillo ultrasónico HBW y se activó permitiendo que el fragmento de instrumento separado saliera del conducto radicular y pudiera ser así recuperado. La contabilización del tiempo comenzó a partir del momento en que la lima fue activada y paró una vez que se logró la recuperación del fragmento.

### **8.4 Fase de observación**

Se desmontaron las piezas dentarias de la silicona por condensación y se observaron para determinar si no se realizó alguna perforación o transportación durante la fase experimental.

Se tomaron radiografías periapicales mesio y orto radiales para verificar la remoción del instrumento separado. La recuperación exitosa se define como la obtención completa del fragmento separado sin crear perforación o transportación del conducto radicular.

Se midió el fragmento de instrumento previamente separado dentro del conducto radicular para verificar que su longitud coincidiera con la medida inicial (3 y 5 mm). Los resultados fueron registrados en la hoja de cálculo correspondiente.



*Imagen 37 Fragmento de lima separada después de ser desalojada del conducto radicular.*

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Análisis estadístico: Se llevaron a cabo pruebas de normalidad de los datos mediante el test de Kolmogorov-Smirno. Dado que la distribución fue no normal. Se realizaron las pruebas de Chi cuadrada de Pearson y la prueba exacta de Fisher, la pruebas Phi y V de Cramer para asociación de variables, y la prueba U de Mann-Whitney-Wilcoxon para la comparación de medianas entre grupos independientes. Además, se desarrollaron gráficos descriptivos de correlación entre el tipo de fragmento y el tiempo total para su remoción.

### 9 Resultados

Las mediciones del tiempo se capturaron en dos momentos diferentes: tiempo utilizado para conseguir el sobrepasaje y tiempo total (desde que se comienza a realizar el sobrepasaje hasta que el fragmento se recupera). Una tercera medida fue requerida para evaluar el tiempo una vez que se sobrepasó hasta que se recuperó el instrumento, realizando una resta del tiempo total menos el tiempo de sobrepasaje. Los datos fueron capturados en las siguientes tablas.

*Tabla 2 Resultados grupo 1*

Muestra	Tiempo de Sobrepasaje (min)	Tiempo de Recuperación (min)	Tiempo total para la recuperación (min)
1	15	19	34
2	8	13	21
3	25	20	45
4	10	17	27
5	16	19	35
6	11	18	29
7	27	21	48
8	5	9	14
9	4	7	11
10	34	∞	∞
11	5	10	15
12	11	17	28
13	23	20	43

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

14	∞	∞	∞
15	7	11	18
16	25	21	46
17	5	9	14
18	11	18	29
19	23	21	44
20	14	18	32

En el grupo 1, correspondiente a fragmentos separados de 3 mm, se lograron sobrepasar 19 muestras (95%). En lo que respecta a la recuperación, 18 fragmentos fueron retirados del conducto radicular (90%). En la tabla 2 se muestran con un símbolo de infinito ( $\infty$ ) las muestras que no lograron ser sobrepasadas y aquellas que no se lograron recuperar.



*Imagen 38 Pieza dental #2 del grupo 1 antes y después del sobrepasaje. La imagen de la derecha demuestra la remoción del fragmento.*

*Tabla 3 Resultados grupo 2*

Muestra	Tiempo de Sobrepasaje (min)	Tiempo de Recuperación (min)	Tiempo total para la recuperación (min)
1	11	25	36

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

2	20	28	48
3	16	27	43
4	18	28	46
5	10	24	34
6	13	25	38
7	22	30	52
8	14	26	40
9	23	32	55
10	30	34	64
11	60	∞	∞
12	8	∞	∞
13	11	∞	∞
14	15	27	42
15	10	23	33
16	16	26	42
17	63	∞	∞
18	∞	∞	∞
19	22	29	51
20	19	∞	∞

Para el grupo 2, resultaron 19 muestras (95%) con sobrepasaje efectivo. Sin embargo de esas 19 muestras, solo en 14 (70%) se lograron recuperar los fragmentos separados. En la tabla 3 se muestran con un símbolo de infinito ( $\infty$ ) las muestras que no lograron ser sobrepasadas y aquellas que no se lograron recuperar.

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW



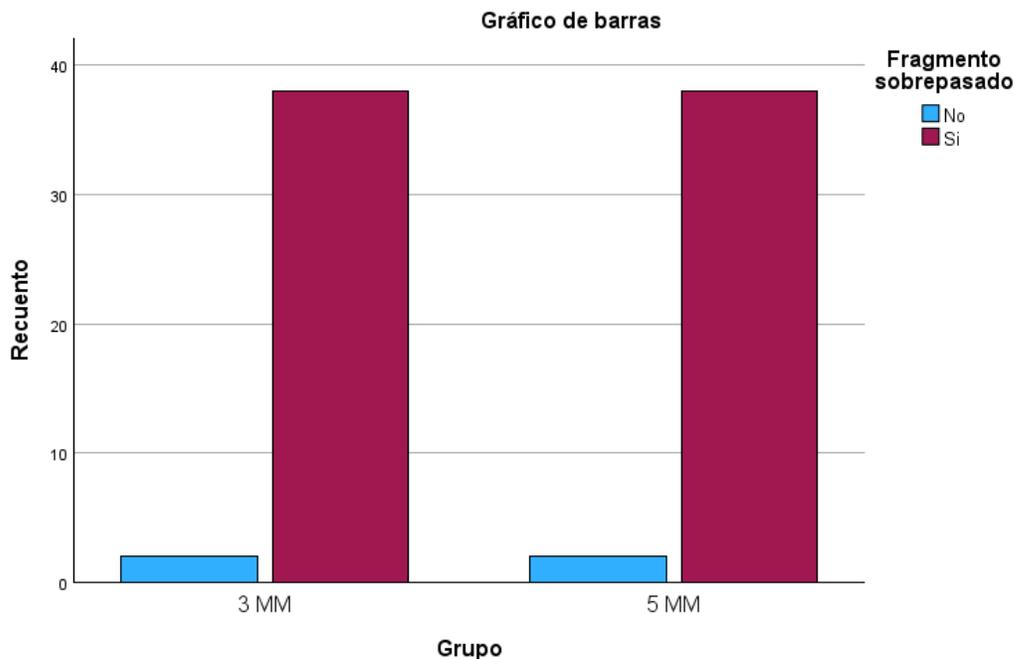
Imagen 39 Pieza dental #19 del grupo 2 antes y después del sobrepasaje. La imagen de la derecha demuestra la remoción del fragmento.

Se realizaron pruebas de Chi cuadrada y exacta de Fisher, además de una tabla con el resultado “1” (éxito) y “0” (fracaso).

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>					
	Valor	gl	Significació n asintótica (bilateral)	Significació n exacta (bilateral)	Significació n exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	.000 <sup>a</sup>	1	1.000		
Prueba exacta de Fisher				1.000	.692

Tabla 4 Resultados de la prueba de chi cuadrada para la variable de sobrepasaje.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW



*Imagen 40 Gráfico de barras para la prueba chi cuadrada con relación a la variable de sobrepasaje.*

Las pruebas de Chi cuadrada y prueba exacta de Fisher indican que las variables no muestran asociación al obtener una  $p > 0.05$ , como se muestra en la tabla 4. Esto revela que los resultados no son significativos y que no hay relación entre el tamaño de fragmento y su sobrepaso, ya que todas se sobrepasan independientemente de si son de 3 o 5 mm.

Por otro lado, también se realizaron las pruebas de Chi cuadrada y prueba exacta de Fisher para el retiro final del instrumento ("1"), donde "0" equivalía a un resultado negativo, en donde no se logró recuperar el fragmento.

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>					
	Valor	gl	Significació n asintótica (bilateral)	Significació n exacta (bilateral)	Significació n exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5.000 <sup>a</sup>	1	.025		
Prueba exacta de Fisher				.048	.024

*Tabla 5 Resultados de la prueba de chi cuadrada para la variable de recuperación.*

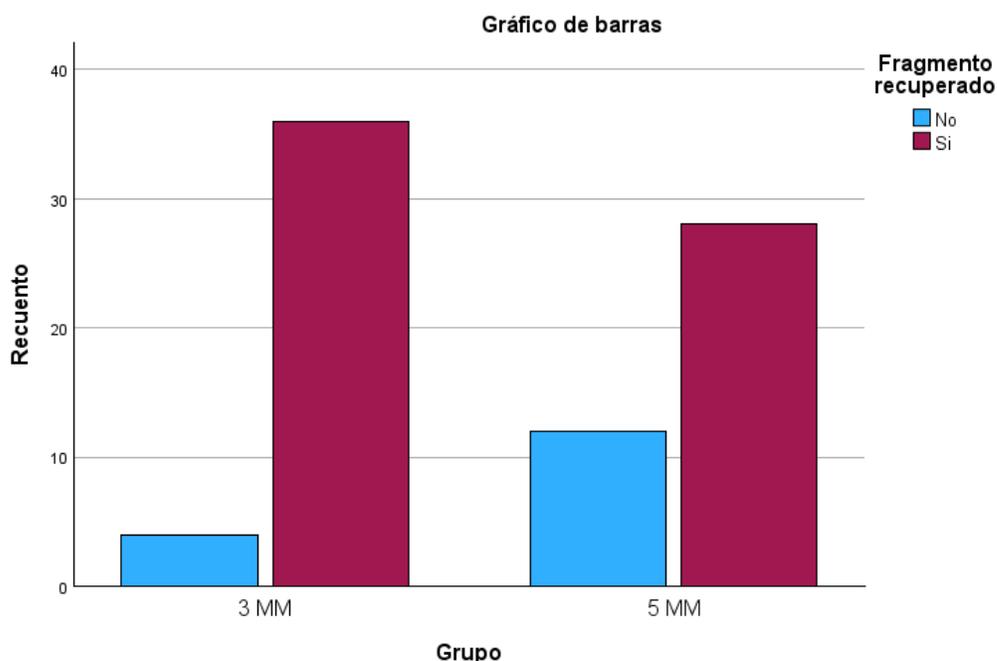
EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Medidas simétricas			
		Valor	Significación aproximada
Nominal	por	Phi	.250
Nominal	de	V de Cramer	.250
N de casos válidos		80	

Tabla 6 Prueba V de Cramer.

Las pruebas de Chi cuadrada y prueba exacta de Fisher para la variable de recuperación indican que si hay implicación entre el tamaño de fragmento y la recuperación del mismo al obtener una  $p < 0.05$ , lo cual sugiere que, a mayor tamaño de fragmento, hay menor probabilidad de recuperarlo por completo y viceversa. Se puede comprobar la asociación de variables mediante las pruebas Phi y V de Cramer, donde se definen los límites de dicho efecto como 0.1 para una asociación baja, 0.3 asociación media y 0.5 asociación alta, por lo que la asociación es baja al obtener valores de 0.250, como se muestra en la Tabla 6.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW



*Imagen 41 Gráfico de barras para la prueba chi cuadrada con relación a la variable de recuperación.*

Posteriormente, se procedió a realizar las pruebas de normalidad para los diferentes periodos de tiempo y así poder determinar que pruebas estadísticas utilizar. Los tres periodos de tiempo demostraron un comportamiento no paramétrico ya que  $p < 0.05$ , como se muestra en las siguientes tablas.

<b>Prueba de normalidad</b>				
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
		Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de sobrepasaje (min)	de	.157	80	<.001

*Tabla 7 Prueba de normalidad para el tiempo de sobrepasaje.*

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Prueba de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo total para la recuperación (min)	.465	80	<.001

Tabla 8 Prueba de normalidad para el tiempo total de recuperación.

Prueba de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de recuperación (min)	.478	80	<.001

Tabla 9 Prueba de normalidad para el tiempo de recuperación.

Una vez verificado que los grupos demostraron un comportamiento no paramétrico en las tres variantes de tiempo, se procede a realizar pruebas estadísticas de U de Mann Whitney-Wilcoxon y de comparación de medianas para 2 muestras independientes.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	Las medianas de Tiempo de sobrepasaje (min) son las mismas entre categorías de Grupo.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.118 <sup>c</sup>	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de Tiempo de sobrepasaje (min) es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.070	Conserve la hipótesis nula.

Tabla 10 Prueba de U-Mann Whitney para la variable del tiempo de sobrepasaje.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

La prueba nos demuestra que los tiempos de sobrepasaje tienen una distribución igual en ambos grupos porque  $p > 0.05$ . Por lo tanto, el sobrepasaje en cualquier circunstancia es posible.

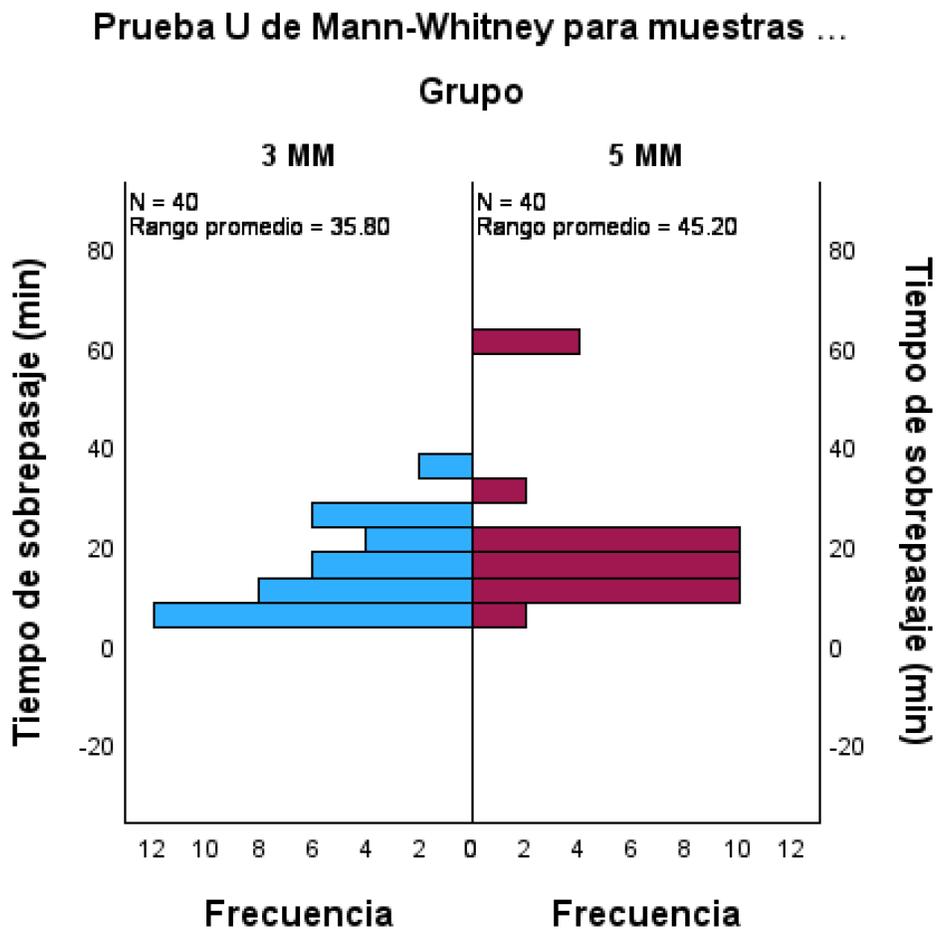


Imagen 42 Gráfico para demostrar la distribución de los datos en ambos grupos para el tiempo de sobrepasaje.

En el gráfico se observa la distribución similar que existe en los tiempos capturados para el sobrepasaje en las muestras de ambos grupos.

Por otro lado, se muestra a continuación los resultados de la prueba de U-Mann Whitney para la variable de recuperación, en donde los datos fueron obtenidos de la resta del tiempo de recuperación total menos el tiempo de sobrepasaje.

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	Las medianas de Tiempo de recuperación (min) son las mismas entre categorías de Grupo.	Prueba de la mediana para muestras independientes	<.001 <sup>c</sup>	Rechace la hipótesis nula.
2	La distribución de Tiempo de recuperación (min) es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula.

Tabla 11 Prueba de U-Mann Whitney para la variable del tiempo de recuperación

La prueba nos demuestra que los tiempos de recuperación no tienen una distribución igual en ambos grupos porque  $p < 0.05$ . Por lo tanto, el tiempo de recuperación tiene una variación entre el grupo 1 (3mm) y el grupo 2 (5mm).

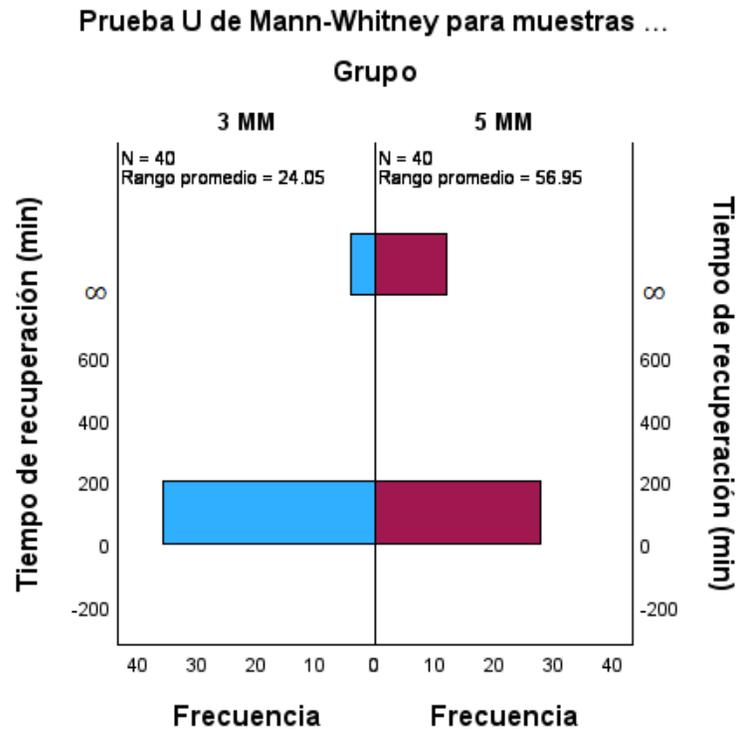


Imagen 43 Gráfico para demostrar la distribución de los datos en ambos grupos para el tiempo de recuperación.

El gráfico para el tiempo de recuperación demuestra un comportamiento parecido al del tiempo total de recuperación, en donde los datos no son iguales.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Por último, se muestran los resultados de la prueba de U-Mann Whitney para la variable de tiempo total para la recuperación de los fragmentos separados.

<b>Resumen de contrastes de hipótesis</b>				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	Las medianas de Tiempo total para la recuperación (min) son las mismas entre categorías de Grupo.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.014 <sup>c</sup>	Rechace la hipótesis nula.
2	La distribución de Tiempo total para la recuperación (min) es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<.001	Rechace la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				
c. Significación asintótica corregida de continuidad de Yates				

*Tabla 12 Prueba de U-Mann Whitney para la variable del tiempo total de recuperación.*

La prueba nos demuestra que los tiempos totales para la recuperación no tienen una distribución igual en ambos grupos porque  $p < 0.05$ . Por lo tanto, el tiempo de recuperación tiene una variación entre el grupo 1 (3mm) y el grupo 2 (5mm).

# EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

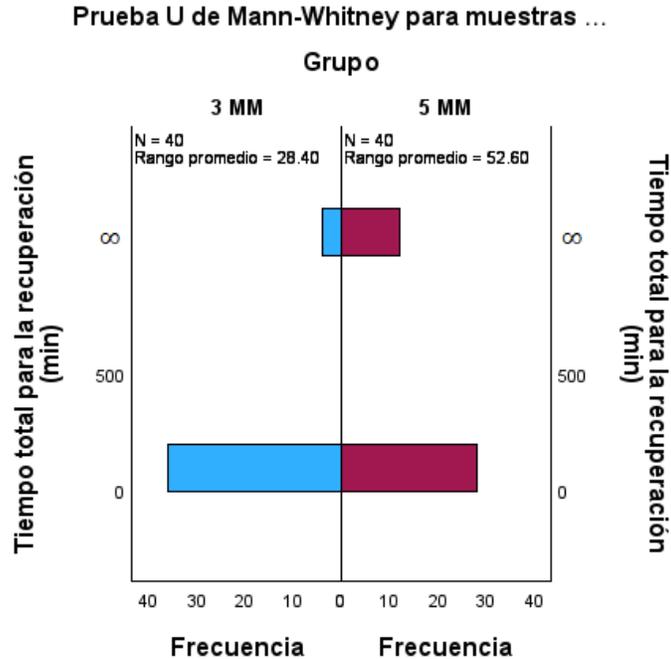


Imagen 44 Gráfico para demostrar la distribución de los datos en ambos grupos para el tiempo total de remoción.

El gráfico anterior demuestra que la distribución de los tiempos totales de recuperación son diferentes, o sea que para el grupo de 5 mm son más altos, o bien, que tienen más datos de no recuperación. Asimismo, se observa que más muestras del grupo de 3 mm se recuperaron y entraron en el rango.

Por último, se realizó un análisis visual de la distribución del tiempo de recuperación de los fragmentos en función de la curvatura radicular como se muestra en la siguiente imagen.

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

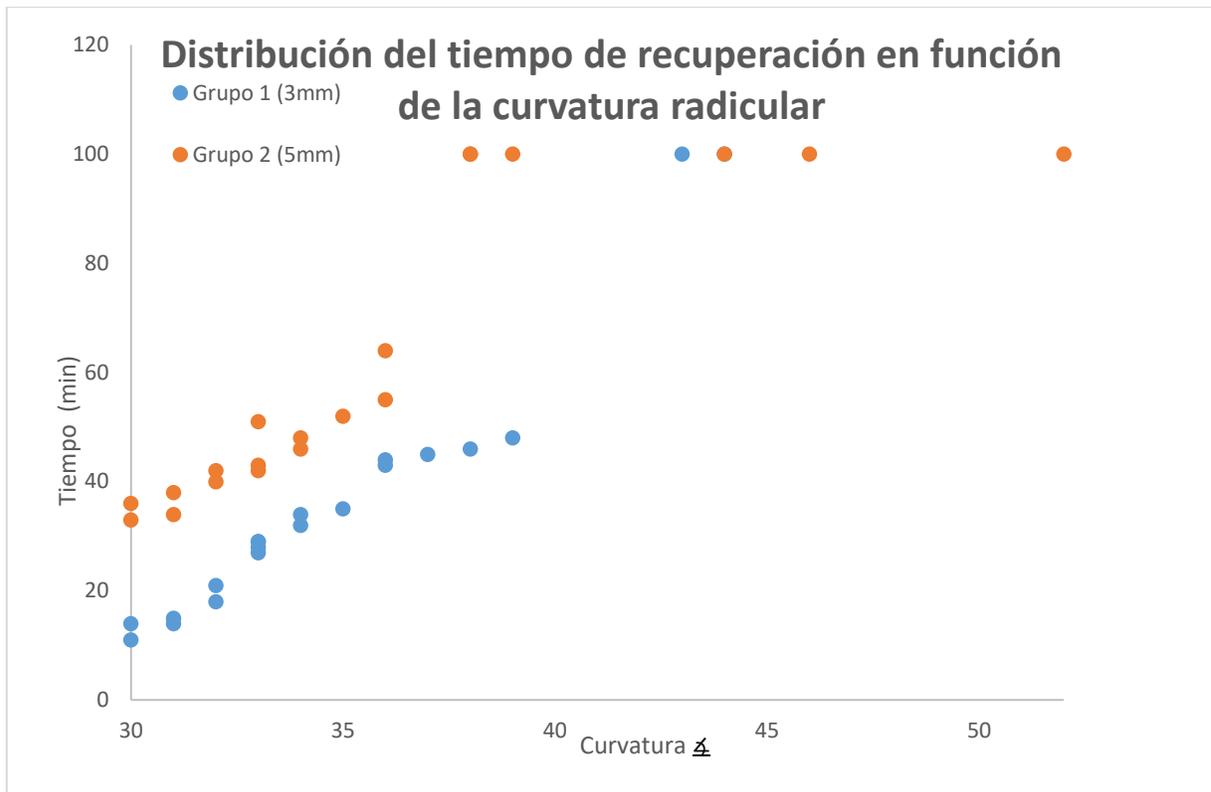


Imagen 45 Gráfica de distribución del tiempo de recuperación conforme al ángulo de curvatura radicular

En la gráfica se observa que la relación entre el tiempo total de recuperación aumenta conforme el ángulo de curvatura radicular también aumenta. Así mismo, en la parte superior se evidencia el incremento en los tiempos de recuperación para fragmentos de 5 mm, además de observar la mayor cantidad de muestras que no se lograron recuperar en este grupo.

## 10 Discusión

La fractura de un instrumento dentro del sistema de conductos radiculares tiene una gran repercusión en el pronóstico del diente. Si el espacio apical al fragmento separado no se alcanzó a limpiar previo a su fractura o si existía una lesión periapical desde antes, el pronóstico será menor cuando ocurre la separación (62–64). Y, aunque la prevención es un factor importante en este tema, la fractura o separación de instrumentos es fundamental (65).

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

Terauchi y col; 2021, concluyen en su estudio clínico que el tiempo de preparación del conducto para retirar un instrumento demostraba que la longitud del fragmento y la curvatura son predictores independientes del tiempo de remoción (14). Es importante mencionar, que dicho estudio fue realizado con dispositivos para remoción que requieren la elaboración de una plataforma seguido de la utilización de puntas ultrasónicas o extractores especiales como el Kit de Masserann, MEITRAC Endo Safety System, Endo Extractor, IRS, Yoshi Loop, entre otros. Sin embargo, utilizar el Anillo ultrasónico HBW para el retiro de fragmentos separados no requiere de una plataforma ni de equipo costoso y, mientras se utiliza para dicho fin, promete una desinfección constante durante el tiempo de sobrepasaje en la totalidad de la longitud de trabajo. Con ello, se decide guiar este trabajo hacia la medición del tiempo para el retiro de fragmentos separados bajo condiciones de ángulos de curvatura pronunciados.

El objetivo principal del presente estudio se enfocó en evaluar y comparar el tiempo requerido para remover un instrumento separado dentro del conducto radicular por medio del anillo ultrasónico HBW. Tomando en cuenta que hubo algunas muestras donde no se pudo realizar el sobrepasaje y otras donde si se logró el sobrepasaje pero no el retiro, se decidió comenzar por evaluar de manera individual la probabilidad de que ocurrieran estos dos sucesos principales al relacionarlo con la longitud del fragmento. Para ello, se llevó a cabo la prueba de Chi cuadrada la cual indica si existe una relación entre el tamaño del fragmento y lograr el sobrepasaje o el retiro de la diferencia estadísticamente significativa entre los resultados esperados y los observados. Los resultados de chi cuadrada para la frecuencia entre el sobrepasaje del grupo 1 y el 2 indican que ambos grupos tienen la misma probabilidad de ser sobrepasados, dato que coincide con lo reportado por Dako y col. en 2020, quienes aseguran una mayor tasa de éxito para el sobrepasaje (66%) comparado con el retiro de instrumentos fracturados en raíces mesiovestibulares (43). De la misma manera, Nevares y col. reportan un total de 78% de dientes sobrepasados contra un 54% de instrumentos removidos, así como aseguran que el total de las muestras que se lograron recuperar fueron con visibilidad directa y que instrumento que no se pueda

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

observar no se podrá recuperar (13). Este es un punto a favor del anillo ultrasónico HBW, el cual no necesita de la creación de una plataforma y por lo tanto tampoco se requiere visión o acceso directo al fragmento para retirarlo.

La otra prueba de Chi cuadrada se realizó para la variable de recuperación, donde solo se consideraron variables dicotómica “sí” (1) o “no” (0). Los resultados de esta prueba son considerados como una asociación entre las variables, esto quiere decir que existe una relación entre la longitud del fragmento y su recuperación. Cujé y col. 2010, hacen referencia a que el éxito de remoción de instrumentos fracturados disminuye un 20% de 3mm a 5mm. Lo anterior coincide con los resultados que se obtuvieron en el presente estudio, en donde  $p < 0.50$  indicando que a mayor tamaño de fragmento (5 mm) menor probabilidad de recuperarlo y viceversa (3 mm) (12).

Sé evaluaron tres medidas de tiempo: tiempo de sobrepasaje (en donde la lima manual conseguía crear una vía alterna hasta la longitud de trabajo), tiempo total de recuperación (desde que se comenzaba a activar por primera vez la lima de sobrepaso hasta que el instrumento aparecía en la cámara pulpar) y el tiempo de recuperación (considerando que el segundo 1 era a partir de que se concluyó el sobrepasaje hasta recuperar el instrumento). Estos tres tiempos permitieron realizar una comparación teórica con otros dispositivos considerando que la mayoría de ellos requieren un tiempo de preparación (creación de una plataforma) y otro para la recuperación.

Para el tiempo de sobrepasaje se obtuvieron resultados interesantes, en donde las pruebas de U de Mann-Whitney-Wilcoxon arrojan que la distribución del tiempo de sobrepasaje es la misma entre categorías de grupo, lo que se puede interpretar como si tanto en el grupo 1 como en el 2 los tiempos de sobrepasaje se hubieran comportado de la misma manera y estuvieran en un rango de tiempo similar; este resultado complementa la falta de relación entre tamaño y sobrepasaje establecida en la prueba de Chi cuadrada. A pesar de que pudiera no ser del todo lo esperado, se puede recuperar el hecho de que solo dos muestras no fueron sobrepasadas lo cual es un resultado meramente positivo. Cuando se ve desde la perspectiva de que consiguiendo el sobrepaso del fragmento el operador puede continuar el tratamiento

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

de conductos con normalidad, conseguir una limpieza y desinfección muy buena y por lo tanto un sellado hermético. Es necesario mencionar que otra ventaja del anillo HBW es la desinfección, como Galván-Pacheco y col. 2020 aseguran que dicho dispositivo puede tener una actividad de instrumentación e irrigación simultánea que promete el paso del irrigante a través de toda la longitud de trabajo y a su vez una reducción bacteriana (59). Considerando esto, el anillo HBW asegura una correcta desinfección, necesaria para aumentar el pronóstico favorable del diente. Por otro lado, se encuentra el estudio de Terauchi y col. 2021 donde se menciona que el éxito del retiro de fragmentos separados depende primordialmente del proceso de preparación (creación de plataforma) y no al intento de retirarlo tal cual, lo cual sugiere que el sobrepasaje es esencial para el retiro del instrumento (14).

El segundo periodo de tiempo analizado fue el total de tiempo para la recuperación. La prueba U de Mann-Whitney-Wilcoxon sugiere que la distribución de los tiempos no son iguales. Esto concuerda con la relación establecida en la prueba de Chi cuadrada que dictamina que lograr la recuperación si tiene que ver con la longitud del instrumento, esto es observable en la gráfica correspondiente, donde se interpreta en que a menor longitud del fragmento separado (grupo 1) más datos hay dentro del rango al tiempo final de recuperación, contrario a lo que se muestra en el grupo 2 con mayor longitud de fragmento, el cual tiene más elementos que salen de la distribución (los que van al infinito de tiempo pues no se lograron recuperar). Dichos datos concuerdan con que, si se excluyeran los 8 datos donde no se recuperaron los fragmentos, tendríamos un valor máximo de tiempo en recuperar de 64 minutos mientras que Terauchi y col. 2007, reportan hasta 80 minutos utilizando la punta ultrasónica CPR-7 en conductos rectos(5). Estos resultados indican el tiempo de trabajo promedio de una punta ultrasónica después de haber creado una plataforma, contrario a lo que sucede en la remoción con el anillo HBW donde no es necesaria la preparación y desgaste dentinario previo al sobrepasaje.

Así mismo, tanto que la prueba anterior se ve reflejada en el tercer registro que resultó de la resta de las primeras dos medidas, se consideró solo para evaluar la existencia de una diferencia entre grupos exclusivamente en la etapa de la remoción. Así fue

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

como la prueba de U-Mann Whitney arrojó resultados similares en relación a los tiempos totales del recuperación para ambos grupos (3 y 5 mm). Complementando así y reforzando la hipótesis de que la recuperación del instrumento depende del tamaño del mismo.

En la gráfica de distribución de los tiempos para ambos grupos, se evidencia la forma en la que conforme el ángulo de curvatura aumenta también lo hace el tiempo. Este dato coincide con lo concluído por Terauchi y col. 2021, quienes mencionan que entre más largo el fragmento (específicamente en aquellos mayores a 3.1 mm) que se separe en curvaturas mayores a 30°, requerirá de tiempos de preparación mayores debido a que estos tienen un área de contacto mayor con las paredes dentinarias (14).

El presente estudio fue realizado utilizando fragmentos de limas rotatorias Wave One Gold. El estudio de 3 mm y 5 mm se fundamenta en la estadística del Dr. Terauchi y col., quienes aseguran que por cada milímetro que tenga el fragmento separado se incrementa un 162% el tiempo de preparación, y en la línea de investigación para la remoción de limas rotatorias de 4 mm. En el trabajo anterior, los resultados prometen una mejor tasa de recuperación; sin embargo, es importante considerar el factor del ángulo de curvatura pronunciado y el milímetro extra que se añade en la longitud del fragmento. De hecho, Terauchi y col. mencionan en sus resultados que no hubo fragmentos más largos de 5 mm que fueran retirados solo usando ultrasonido, refiriéndose que fue necesario el uso del dispositivo Yoshi loop (14).

Por otro lado, las muestras elegidas fueron raíces mesiales de molares inferiores debido a su conocida compleja anatomía. Un estudio de Cujé y col. demuestra que el 100% de los instrumentos no recuperados fueron en estos conductos y con un grado de curvatura mayor a 23° (12). Otro estudio de Tzanetakis y col. comparte una tasa del 3.63% de frecuencia de separación de instrumentos en molares mandibulares, la más alta de entre todos los dientes (61). El promedio de preparación para estos dientes es también de los más altos, 32 minutos según Terauchi y col. (14). En lo que respecta al estudio, una de las razones por las que no se pudieron recuperar instrumentos fue por cuestiones anatómicas del diente. En particular, una de las muestras contaba con

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

deltas apicales que no permitían activar con seguridad una sola vía de sobrepasaje si no que se instrumentaron tres. A pesar de ello, el fragmento no logró superar el obstáculo anatómico y quedó atrapado. Reiterando el factor de que, como confirman Seltzer y col. 1967, si un fragmento separado se puede sobrepasar y se “incorpora a la obturación”, el pronóstico será mayor (69).

Otro tema son las complicaciones que puede traer el tratar de remover fragmentos separados. El uso de ultrasonido cada vez es más frecuente y para el retiro de estos instrumentos es casi indispensable por su alta tasa de éxito que va desde el 76 al 83.3% (22,42) El contacto directo del dispositivo ultrasónico con el fragmento separado es inevitable por lo que es posible que durante el proceso ocurra otro accidente como es la fractura ya sea del fragmento o del dispositivo con el que se trata de hacer la remoción (19). Esto fue lo que ocurrió con una de las muestras del grupo 2. Al activar las limas manuales con el anillo ultrasónico se debe tomar en cuenta que, con la alta frecuencia de oscilación y el calentamiento del instrumento, este se vuelve más frágil y es necesario que, aunque no sea visible alguna deformación en sus estrías, este se cambie por uno nuevo después de cada muestra o incluso durante la misma. En la Imagen 1 se muestra la separación secundaria de una lima manual durante la remoción del fragmento de NiTi, y después se muestra también su recuperación.

Por último, es necesario retomar el tema de la creación de plataforma y la sobrepreparación. En ocasiones, y con base en la literatura, los dientes a los que se les retira el fragmento separado tienen un mejor pronóstico que aquellos a los que no (3,62). Sin embargo, mencionaba Suter y col., es importante que el tiempo de intento sea menor a 60 minutos, ya que el trabajo posterior a ese límite se asocia a un mayor porcentaje de accidentes como la sobrepreparación (55). También, según Terauchi y col. 2022 y Madarati y col. 2008, es de suma importancia tomar en cuenta los factores estructurales del diente ya que existen dientes con raíces muy angostas en donde el desgaste compensatorio para realizar la remoción comprometería el pronóstico y lo predispondría a la fractura como se muestra en un caso reportado por el Dr. Suter y col. (3,55,70). Sin embargo, como ya se mencionaba anteriormente, una ventaja del anillo HBW es la de no requerir de la creación de una plataforma y por lo tanto el intento

## EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

de remoción de fragmento se realiza de manera conservadora, evitando así el desgaste excesivo de las paredes dentinarias.

### 11 Conclusiones

- En el presente estudio, no se encontró asociación entre el sobrepasaje y la longitud del fragmento separado. Esto indica que tanto los fragmentos de 3mm como los de 5mm fueron sobrepasados con la misma frecuencia.
- Existe una implicación entre el tamaño de fragmento y la recuperación del mismo. Esto quiere decir que, a mayor tamaño de fragmento, menor probabilidad de ser recuperado y viceversa.
- La prueba U de Mann-Whitney-Wilcoxon muestra que la distribución de los tiempos de sobrepasaje en ambos grupos es igual, por lo tanto, el sobrepasaje en cualquier circunstancia es posible.
- La prueba U de Mann-Whitney-Wilcoxon para los tiempos totales y de recuperación no muestran una distribución igual entre grupos. Por ende, el tiempo de recuperación tiene una variación dependiendo de la longitud del fragmento, evidenciando que el grupo 2 (5mm) tuvo más datos de no recuperación que el grupo 1 (3 mm).
- Se acepta la hipótesis alterna, existe diferencia entre los tiempos de remoción para los fragmentos de 3 y 5 mm.

### 12 Perspectivas

- Evaluar la cantidad de dentina removida durante la recuperación de un fragmento separado
- Evaluar la relación del ángulo de curvatura con la recuperación de fragmentos de distintas longitudes.
- Evaluar mediante estudio comparativo con otros dispositivos.

## **13 Consideraciones éticas**

### **13.1 Carta de aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología de la UASLP**

Asignado con la clave CEI-FE-075-022. Copia anexa al final del documento

### **13.2 Grado de riesgo del estudio (según la ley general de salud en materia de investigación).**

Investigación con riesgo mínimo (operador)

### **13.3 Compromiso de aplicación de las siguientes normas internacionales a los procedimientos clínicos y de laboratorio:**

#### **NOM QUE APLIQUEN PARA LOS PROCEDIMIENTOS.**

- NOM 087 ssa1 – 2002: Protección ambiental – salud ambiental – residuos peligrosos biológico-infecciosos - clasificación y especificaciones de manejo.
- NOM 013 stps – 1993: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

### **13.4 Fuente de financiamiento.**

Propia / Beca CONACYT

### **13.5 Difusión esperada de los resultados**

Publicación de artículo científico en revista indexada

## **14 Estandarización**

CONSISTENCIA INTRA OBSERVADOR



## 16 BIBLIOGRAFÍA

1. Madarati AA, Watts DC, Qualtrough AJE. Opinions and attitudes of endodontists and general dental practitioners in the UK towards the intracanal fracture of endodontic instruments: Part 1. *Int Endod J.* 2008 Aug;41(8):693–701.
2. Amza O, Dimitriu B, Suciu I, Bartok R, Chirila M. Etiology and Prevention of an Endodontic Iatrogenic Event: Instrument Fracture. *J Med Life.* 2020 Jul 1;13(3):378–81.
3. Terauchi Y, Ali WT, Abielhassan MM. Present status and future directions: Removal of fractured instruments. *Int Endod J.* 2022;55(3):685–709.
4. Al-Nazhan S, Al-Attas M, Al-Maflehi N. Retrieval outcome of separated endodontic instruments by Saudi endodontic board residents: A Clinical retrospective study. *Saudi Endodontic Journal.* 2018 May 1;8(2):77–81.
5. Terauchi Y, O'Leary L, Kikuchi I, Asanagi M, Yoshioka T, Kobayashi C, et al. Evaluation of the Efficiency of a New File Removal System in Comparison With Two Conventional Systems. *J Endod.* 2007 May;33(5):585–8.
6. Gambarini G, Piasecki L, Di Nardo D, Miccoli G, Di Giorgio G, Carneiro E, et al. Incidence of Deformation and Fracture of Twisted File Adaptive Instruments after Repeated Clinical Use. *J Oral Maxillofac Res.* 2016 Dec 28;7(4).
7. Maqbool M, Tirmazi SSM, Shakoore A, Akram Z, Nazir R, Chohan AN, et al. Perception of Dental House Officers regarding Endodontic File Separation during Endodontic Treatment. *Biomed Res Int.* 2023;2023:1044541.
8. Shahabinejad H, Ghassemi A, Pishbin L, Shahravan A. Success of ultrasonic technique in removing fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals and its effect on the required force for root fracture. *J Endod.* 2013 Jun;39(6):824–8.
9. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Endodontic instrument fracture: Causes and prevention. *Br Dent J.* 2013 Apr 13;214(7):341–8.
10. Rhodes JS. *Advanced endodontics: clinical retreatment and surgery.* CRC Press; 2005. 89–112 p.
11. Alomairy KH. Evaluating Two Techniques on Removal of Fractured Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments from Root Canals: An *In Vitro* Study. *J Endod.* 2009 Apr;35(4):559–62.

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

12. Cujé J, Bargholz C, Hülsmann M. The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. *Int Endod J*. 2010 Jul;43(7):545–54.
13. Nevares G, Cunha RS, Zuolo ML, Da Silveira Bueno CE. Success rates for removing or bypassing fractured instruments: A prospective clinical study. *J Endod*. 2012 Apr;38(4):442–4.
14. Terauchi Y, Sexton C, Bakland LK, Bogen G. Factors Affecting the Removal Time of Separated Instruments. *J Endod*. 2021 Aug 1;47(8):1245–52.
15. Pruthi PJ, Nawal RR, 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*. 2020;45(2).
16. Gambarini G. Cyclic Fatigue of Nickel-Titanium Rotary Instruments after Clinical Use with Low-and High-Torque Endodontic Motors. *JOURNAL OF ENDONTICS* [Internet]. 2001;27(12):772–4. Available from: [www.dental-smile.com](http://www.dental-smile.com)
17. Amza O, Dimitriu B, Suciú I, Bartok R, Chirila M. Etiology and Prevention of an Endodontic Iatrogenic Event: Instrument Fracture. *J Med Life*. 2020 Jul 1;13(3):378–81.
18. Gomes MS, Vieira RM, Böttcher DE, Plotino G, Celeste RK, Rossi-Fedele G. Clinical fracture incidence of rotary and reciprocating NiTi files: A systematic review and meta-regression. Vol. 47, *Australian Endodontic Journal*. John Wiley and Sons Inc; 2021. p. 372–85.
19. Terauchi Y, O’Leary L, Yoshioka T, Suda H. Comparison of the time required to create secondary fracture of separated file fragments by using ultrasonic vibration under various canal conditions. *J Endod*. 2013 Oct;39(10):1300–5.
20. Caballero-Flores H, Nabeshima CK, Binotto E, Machado MEL. Fracture incidence of instruments from a single-file reciprocating system by students in an endodontic graduate programme: a cross-sectional retrospective study. *Int Endod J*. 2019 Jan 1;52(1):13–8.
21. Pedullà E, la Rosa GRM, Virgillito C, Rapisarda E, Kim HC, Generali L. Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-titanium Rotary Instruments according to the Angle of File Access and Radius of Root Canal. *J Endod*. 2020 Mar 1;46(3):431–6.
22. Ward JR, Parashos P, Messer HH. Evaluation of an Ultrasonic Technique to Remove Fractured Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments from Root Canals: Clinical Cases. *J Endod*. 2003;29(11):764–7.

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

23. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic Retreatment Case Selection and Technique. Part 3. Retreatment Techniques. Vol. 16. 1990.
24. Feldman G, Solomon C, Notaro P, Moskowitz E. Retrieving broken endodontic instruments. J Am Dent Assoc. 1974;88(3):588–91.
25. Choksi D, Idnani B, Kalaria D, Patel RN. Management of an Intracanal Separated Instrument: A Case Report. Vol. 8, IEJ Iranian Endodontic Journal. 2013.
26. Gencoglu N, Helvacioğlu D. Comparison of the Different Techniques to Remove Fractured Endodontic Instruments from Root Canal Systems. Eur J Dent. 2009;3:90–5.
27. Yoldas O, Oztunc H, Tinaz C, Alparslan N. Perforation risks associated with the use of Masserann endodontic kit drills in mandibular molars. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2004 Apr;97(4):513–7.
28. Hager & Meisinger Germany. MEITRAC ENDO SAFETY-SYSTEM.
29. Roydent T. Endo Extractor System.
30. San Diego Swiss C. IRS (Instrument Removal System).
31. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PMH. Management of intracanal separated instruments. J Endod. 2013 May;39(5):569–81.
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. 2006 Aug;32(8):789–97.
33. Suter B. A New Method for Retrieving Silver Points and Separated Instruments from Root Canals. J Endod. 1998;24(6):446–8.
34. Frota LMA, Aguiar BA, Aragão MGB, De Vasconcelos BC. Removal of Separated Endodontic K-File with the Aid of Hypodermic Needle and Cyanoacrylate. Case Rep Dent. 2016;
35. Eleazer PD, O'connor RP. CLINICAL AID Innovative Uses for Hypodermic Needles in Endodontics. 1999.
36. Sandhu DrMK. Techniques for removal of intracanal separated instruments (Part 2). International Journal of Applied Dental Sciences. 2021 Oct 1;7(4):38–46.
37. Johnson WB, Beatty RG. Clinical technique for the removal of root canal obstructions. J Am Dent Assoc. 1988;117(3):473–6.

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

38. Andrabi SMUN, Kumar A, Iftekhhar H, Alam S. Retrieval of a separated nickel-titanium instrument using a modified 18-gauge needle and cyanoacrylate glue: a case report. *Restor Dent Endod.* 2013;38(2):93.
39. Bürklein S, Donnermeyer D, Wefelmeier M, Schäfer E, Urban K. Removing fractured endodontic NiTi instruments with a tube technique: Influence of pre-treatment with various agents on adhesive forces in vitro. *Materials.* 2020 Jan 1;13(144).
40. Brühl M, Urban K, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Tube Technique with Light-curing Composite for Removing Fractured Root Canal Instruments: Influence of Polymerization Cycles and Mechanical Exposure. *J Endod.* 2020 Mar 1;46(3):425–30.
41. Wefelmeier M, Eveslage M, Bürklein S, Ott K, Kaup M. Removing Fractured Endodontic Instruments with a Modified Tube Technique Using a Light-curing Composite. *J Endod.* 2015 May 1;41(5):733–6.
42. Shahabinejad H, Ghassemi A, Pishbin L, Shahravan A. Success of ultrasonic technique in removing fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals and its effect on the required force for root fracture. *J Endod.* 2013 Jun;39(6):824–8.
43. Dako T, Bica CI, Lazar L, Lazar AP, Monea M. Separated Instrument Management as a Procedural Accident in Endodontics Using the EDTA (C 10 H 16 N 2 O 8 ) Aided Bypassing Technique and the Ultrasonic Removal Method. An in vitro Study. *Rev Chim [Internet].* 2020;71(11):73–9. Available from: <https://doi.org/10.37358/Rev.Chim.1949>
44. Rahimi M, Parashos P. A novel technique for the removal of fractured instruments in the apical third of curved root canals. *Int Endod J.* 2009 Mar;42(3):264–70.
45. Yu DG, Kimura Y, Tomita Y, Nakamura Y, Watanabe H, Matsumoto K. Study on Removal Effects of Filling Materials and Broken Files from Root Canals Using Pulsed Nd:YAG Laser. Vol. 18, *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery.* Mary Ann Liebert, Inc. Pp; 2000.
46. Ebihara A, Takashina M, Anjo T, Takeda A, Suda H. Removal of root canal obstructions using pulsed Nd:YAG laser. *Int Congr Ser.* 2003 May 1;1248(C):257–9.
47. Zhang L, Wang X. Efficiency and Temperature Rise of File Ablation by Neodymium:Yttrium-Aluminum-Perovskite Laser In Vitro. *J Endod.* 2021 Jun 1;47(6):982–8.

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

48. Mitchell Q, Jeansonne BG, Stoute D, Lallier TE. Electrochemical dissolution of nickel-titanium endodontic files induces periodontal ligament cell death. *J Endod.* 2013 May;39(5):679–84.
49. Amaral CCF, Ormiga F, Gomes JACP. Electrochemical-induced dissolution of stainless steel files. *Int Endod J.* 2015 Feb 1;48(2):137–44.
50. Ormiga F, da Cunha Ponciano Gomes JA, de Araújo MCP. Dissolution of Nickel-Titanium Endodontic Files via an Electrochemical Process: A New Concept for Future Retrieval of Fractured Files in Root Canals. *J Endod.* 2010 Apr;36(4):717–20.
51. Faus-Matoses V, Ibáñez EB, Faus-Llácer V, Ruiz-Sánchez C, Zubizarreta-Macho Á, Faus-Matoses I. Comparative Analysis of Ease of Removal of Fractured NiTi Endodontic Rotary Files from the Root Canal System—An In Vitro Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Jan 1;19(2).
52. Souter NJ, Messer HH. Complications Associated with Fractured File Removal Using an Ultrasonic Technique. *J Endod.* 2005;31:450–2.
53. Simon S, Machtou P, Tomson P, Adams N, Lumley P. Influence of Fractured Instruments on the Success Rate of Endodontic Treatment. *Dent Update.* 2008;35:172–9.
54. Wu D, Shi W, Wu J, Wu Y, Liu W, Zhu Q. The clinical treatment of complicated root canal therapy with the aid of a dental operating microscope. *Int Dent J.* 2011 Oct;61(5):261–6.
55. Suter B, Lussi A, Sequeira P. Probability of removing fractured instruments from root canals. *Int Endod J.* 2005;38:112–23.
56. Fu M, Zhang Z, Hou B. Removal of broken files from root canals by using ultrasonic techniques combined with dental microscope: A retrospective analysis of treatment outcome. *J Endod.* 2011 May;37(5):619–22.
57. Buchanan S. Entfernen frakturierter Feilen aus dem Wurzelkanal. *Endodontie Journal.* 2020;1:26–9.
58. Bujanda Wong H, Bujanda Preciado H. ULTRASONIC RING TIP TO ACTIVATE ENDODONTIC INSTRUMENTS. US 9,839,492 B2, 2017.
59. Galván-Pacheco J, Vitales-Noyola M, González-Amaro AM, 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.* 2020;62(4):415–9.
60. Shen Y, Peng B, Cheung GSP. Factors associated with the removal of fractured NiTi instruments from root canal systems. *Oral Surgery, Oral*

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

- Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology. 2004;98(5):605–10.
61. Tzanetakis GN, Kontakiotis EG, Maurikou D V., Marzelou MP. Prevalence and Management of Instrument Fracture in the Postgraduate Endodontic Program at the Dental School of Athens: A Five-year Retrospective Clinical Study. *J Endod.* 2008 Jun;34(6):675–8.
  62. Spili P, Parashos P, Messer HH. The Impact of Instrument Fracture on Outcome of Endodontic Treatment. *J Endod.* 2005;31(12):845–50.
  63. Lin LM, Rosenberg PA, Lin J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *Journal of American Dental Association.* 2005;136:187–93.
  64. Ungerechts C, Bårdsen A, Fristad I. Instrument fracture in root canals - where, why, when and what? A study from a student clinic. *Int Endod J.* 2014 Feb;47(2):183–90.
  65. Panitvisai P, Parunnit P, Sathorn C, Messer HH. Impact of a Retained Instrument on Treatment Outcome: A Systematic Review and Meta-analysis. Vol. 36, *Journal of Endodontics.* 2010. p. 775–80.
  66. Duque JA, Bramante CM, Duarte MAH, Alcalde MP, Silva EJNL, Vivan RR. Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Reciprocating Instruments after Simulated Clinical Use. *J Endod.* 2020 Nov 1;46(11):1771–5.
  67. Gündoğar M, Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. *J Endod.* 2017 Jul 1;43(7):1192–6.
  68. Pillay M, Vorster M, Van der Vyver P. A comparison of failure rates and canal preparation times between WaveOne Gold and One Curve file systems with and without glide path preparation in simulated canals. *SADJ.* 2021;76(5):279–83.
  69. Seltzer S, Bender IB, Smith J, Freedman I, Nozimov H, Philadelphia P. Endodontic failures-An analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings Part II. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 1967;13(4):517–30.
  70. Madarati AA, Watts DC, Qualtrough AJE. Opinions and attitudes of endodontists and general dental practitioners in the UK towards the intra-canal fracture of endodontic instruments. Part 2. *Int Endod J.* 2008 Dec;41(12):1079–87.

# EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL TIEMPO PARA LA RECUPERACIÓN DE INSTRUMENTOS SEPARADOS POR MEDIO DEL ANILLO ULTRASONICO HBW

## 17 ANEXOS



San Luis Potosí, S.L.P. 6 de octubre de 2022

**M.O. Aída Melissa Mata Leija**  
**Maestría en Endodoncia**  
**Facultad de Estomatología, UASLP**  
**PRESENTE**

Por este conducto me dirijo a Usted en referencia a su trabajo de investigación titulado "*Evaluación comparativa de dos dispositivos endodónticos para la remoción de instrumentos separados, estudio in vitro.*" Asignado con la clave: **CEI-FE-075-022**.

Dicho trabajo fue evaluado en los **aspectos del marco ético-legal y bioseguridad** por los miembros del H. Comité de Ética en Investigación: Dra. Yolanda Hernández Molinar, M. en C. Ana María Guadalupe González Amaro, Dra. Norma Verónica Zavala Alonso, Dra. Claudia Edith Dávila Pérez, Dra. Rita Elizabeth Martínez Martínez, Dr. José Arturo Garrocho Rangel, Dr. Alan Martínez Zumarán y Dr. Víctor Mario Fierro Serna. De dicha evaluación y de forma colegiada, el Comité ha dictaminado que su protocolo de investigación es **APROBADO POR UNANIMIDAD** pudiendo llevarlo a cabo en los tiempos que Usted ha considerado necesarios para la ejecución del mismo.

El Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología se rige con la clave **CONBIOÉTICA-24-CEI-001-20190213** de acuerdo con las directrices nacionales para la integración y funcionamiento de los Comités de Ética e Investigación emitidas por la Comisión Nacional de Bioética (CONBIOÉTICA).

Le solicitamos nos haga llegar los informes correspondientes del avance de su proyecto de investigación, así como un informe final para nuestro archivo, recordándole además que este proyecto podrá ser monitoreado por este Comité.

ATENTAMENTE

  
**DRA. RITA ELIZABETH MARTÍNEZ MARTÍNEZ**  
**PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN**  
**FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA, UASLP**

[www.uaslp.mx](http://www.uaslp.mx)

Av. Dr. Manuel Nava 2  
Zona Universitaria - CP 78290  
San Luis Potosí, S.L.P., México  
tel. +52 (444) 826-2300  
ext. 5116 a 5120  
(444) 813 9743, 834 2522, 23 y 25  
[www.estomatologia.uaslp.mx](http://www.estomatologia.uaslp.mx)  
[estomatologia@uaslp.mx](mailto:estomatologia@uaslp.mx)