



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE INCIDENCIA DE  
FRACTURA DE LIMAS PROTAPER® MANUAL.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

FRIDA VALERIA JAIME QUEVEDO

TUTORA: Esp. MÓNICA CRUZ MORÁN *VoBo* *8/10/123*

ASESORA: C.D. MARÍA ISABEL ZARZA SALINAS

MÉXICO, Cd. Mx.

*7/10/123*  
*VoBo*  
2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

### **A mis padres Isabel y Eduardo.**

Quienes siempre han creído en mí. Gracias por su amor, por su sacrificio, su apoyo incondicional y por enseñarme a nunca rendirme ante los obstáculos de la vida. Este logro es también suyo.

### **A mi tutora, la Esp. Mónica Cruz y a mi asesora, la C.D Isabel Zarza**

Que gracias a ustedes, su apoyo, tiempo y dedicación, se logró realizar esta tesina.

### **A mis hermanas Diana y Arantza.**

Por ser mi compañía y sostén en esa travesía académica y personal, por siempre estar cuando las necesito y ayudarme en cualquier circunstancia, fueron el mayor apoyo en mi carrera profesional.

### **A mi abuelito Francisco Quevedo.**

Quien aunque no está físicamente presente, sus enseñanzas siguen guiándome día a día. Este logro también es en tu honor, porque como lo planeamos, llegó el día de terminar mis estudios profesionales.

## **A mi tío Raúl.**

Quien estuvo ahí toda mi carrera profesional dándome ánimos y creyendo en mí.

## **A mis futuros colegas y amigos.**

Gracias por siempre estar ahí para apoyarme y nunca dejarme sola. Con ustedes la carrera fue más fácil, divertida e interesante. Hicieron que esta etapa fuera la mejor.

## **A Dios**

Por darme la fuerza y salud para llegar aquí.

## ÍNDICE:

<b>Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>11</b>
<b>Capítulo I. Generalidades de las Limas Protaper® Manual</b> .....	<b>12</b>
1.1 Características físicas de las Limas Protaper® Manual.....	12
1.1.2 Componentes del sistema de las Limas Protaper® Manual.....	13
1.1.3 Conicidades y diámetros de las Limas Protaper® Manual.....	14
1.1.4 Cortes seccionales.....	16
1.1.5 Limas Protaper® Manuales y Mecanizadas.....	18
1.1.6 Movimiento de trabajo de las Limas Protaper® Manual.....	19
1.1.7 Pasos para el uso de Limas Protaper® Manual.....	19
1.1.8 Níquel Titanio.....	23
<b>Capítulo II. Causas de las fracturas de las Limas Protaper® Manual</b> .....	<b>24</b>
2.1 Torsión.....	24
2.2 Tracción.....	24
2.3 Flexión.....	25
2.4 Tipos de fractura de las Limas Protaper® Manual.....	25
2.4.1 Fatiga cíclica.....	26
2.4.2 Resistencia a la fatiga.....	27
<b>Capítulo III. Incidencia de fractura de Limas Protaper® Manual</b> .....	<b>29</b>
3.1. Factores que atribuyen a la fractura de las Limas Protaper® Manual.....	30
3.2. Valores de incidencia de fracturas de las Limas Protaper® Manual.....	31
3.3 Comparación de diferentes marcas NITI.....	33
<b>Conclusiones</b> .....	<b>35</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>38</b>

## INTRODUCCIÓN.

Durante el desarrollo de la endodoncia, se destacan ciertos momentos históricos: en el siglo XVIII Pierre Fauchard publicó su obra “El Cirujano Dentista. Tratado de los Dientes” lo cual marcó el inicio de la odontología moderna y en donde ya se empieza a describir el término de patologías pulpares y periapicales (Figura 1 y 2).



Figura 1. Pierre Fauchard. <sup>1</sup>

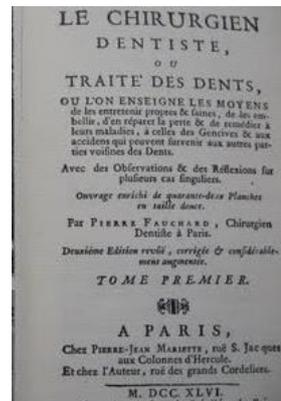


Figura 2. Libro “LE CHIRURGIEN DENTISTE”. <sup>2</sup>

En el siglo XIX Horace Wells introduce el uso de la anestesia usando el gas de óxido nitroso (Figura 3).<sup>3</sup>



Figura 3. Óxido nitroso. <sup>4</sup>



Figura 4. Dique de goma y puntas de gutapercha.<sup>5</sup>

Al igual que Barnum con el uso de dique de goma para los tratamientos dentales (Figura 4), junto con Bowman que introdujo las puntas de

gutapercha para la obturación de los conductos (Figura 4) y no menos importante, Black utiliza el óxido de zinc y eugenol para protección pulpar (Figura 5).



Figura 5. Óxido de Zinc y Eugenol como protección pulpar.<sup>6</sup>

Sabemos que el éxito en el tratamiento de conductos es muy importante en primer lugar, tener un diagnóstico acertado, pero también los rayos X forman una parte esencial en este proceso, para el acceso, la preparación y la obturación del conducto, es necesario tomar radiografías periapicales durante todo el tratamiento de conductos ya que se debe monitorear cada paso de este mismo, así como la longitud del conducto radicular, el número de conductos, la preparación biomecánica y obturación y por eso, la endodoncia tuvo un gran avance con la invención de los rayos X por Conard Röntgen en 1895 (Figuras 6 y 7).<sup>7,8</sup>



Figura 6. Conard Röntgen.<sup>9</sup>



Figura 7. Radiografía periapical.<sup>10</sup>

En 1910 surgió Hunter quien era un médico cirujano británico, quien a su vez desdentó a muchas personas difundiendo peligro por dientes sin

pulpa llamándolo “infección focal”, lo cual detuvo el desarrollo de la endodoncia en esos momentos.<sup>11</sup>

En 1920 Hermann presenta al hidróxido de calcio como obturación de conductos radiculares y en 1925 se propone por Ricket, utilizar cemento y puntas de gutapercha para la obturación de conductos.

A finales de la década de los treinta, Grossman incluyó el hipoclorito de sodio (Figura 8) como irrigante en el tratamiento de conductos, junto con la idea de estandarizar los instrumentos endodónticos, dando paso a Ingle y Levine quienes crearon las normas de estandarización de estos instrumentos, las cuales fueron total y ampliamente aceptadas por las organizaciones mundiales.<sup>12</sup>



Figura 8. Hipoclorito de Sodio. <sup>13</sup>

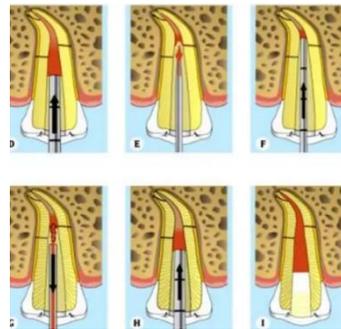


Figura 9. Condensación plastificada. <sup>14</sup>

Fue a finales de los años sesenta que Schielder mostró la técnica plastificada con calor en la obturación de conductos (Figura 9).

Cuando se mejora la limpieza e instrumentación de los conductos, empieza a disminuir la necesidad de los medicamentos intraconducto, lo cual hace que haya más respeto a los tejidos periapicales.

En 1978, Cvek es quien introdujo una técnica conservadora de tejido pulpar coronal para así poder conservar el tejido pulpar en su lugar y con vitalidad, teniendo como objetivo el cierre apical en dientes inmaduros.<sup>11</sup>

Hablando de instrumentos para endodoncia, el primer registro fue en 1728 en el libro de Pierre Fauchard “El Cirujano Dentista”, en ese entonces los describe como “pequeños alfileres para extirpar la pulpa”.

En el año 1838 se presenta el primer instrumento endodóntico por Edwin Maynard (Figura 10.) el cual es fabricado con muelles de reloj (Figura 11.), teniendo el fin de la ampliación del conducto y su preparación.



Figura 10. Edwin Maynard.<sup>16</sup>



Figura 11. Muelle de un reloj.<sup>16</sup>

Después las limas para endodoncia fueron descritas como cuñas de madera totalmente impregnadas de ácido carbólico con el mismo fin de extirpar la pulpa en 1883 pero fueron comercializadas hasta el año 1895. Ese fue el inicio de la utilización de instrumentos dentro de la cavidad pulpar.

Como ya se mencionó, en el año 1958 se planteó la estandarización por Ingle y Levine, lo que llevó a que en 1975, la ADA (American Dentistry Association of Endodontistis) publicara esas normas de estandarización de los instrumentos endodónticos que están comercializados (Figura 12).<sup>15</sup>



Figura 12. Estandarización de limas. Limas especiales S, Serie 1, Serie 2, Serie 3.<sup>17</sup>

Estos instrumentos endodónticos denominados “limas”, están compuestos de 3 partes, las cuales son: Mango, Tallo o vástago y parte activa (Figura 13).<sup>18</sup>

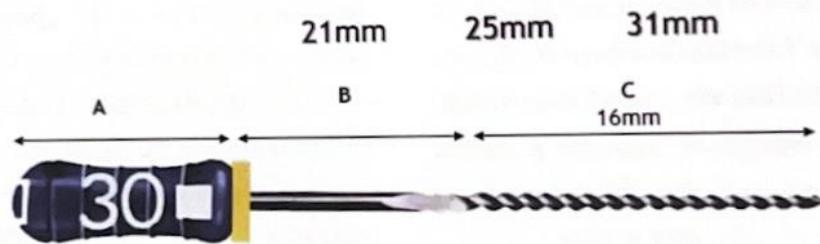


Figura 13. Lima con sus 3 partes, Mango (A), Vástago (B) y Parte activa (C).<sup>17</sup>

La aleación que entonces se empezó a usar fue acero-carbono con una alta capacidad de corte, con resistencia a la fractura y al desgaste como resultado del uso. (Santos et. al 2007). Pero tenían una desventaja muy grande, la cual era que sufrían mucha corrosión y oxidación a causa del uso de hipoclorito de sodio.<sup>15</sup>

Fue cuando entonces cambiaron de aleación y surgieron los instrumentos de acero inoxidable, que a su vez son rígidos y poseen poca flexibilidad, lo que puede causar iatrogenias como dilaceración del foramen, perforación radicular, entre otras.<sup>19</sup>

La marca de limas ProTaper® es una de las que han estado más tiempo en el mercado, por ende, de las más usadas. Fue en la década de los 90's cuando Pierre Machtou, Clifford Ruddle, John West junto con Dentsply Maillefer las diseñaron con ciertas características específicas; de las cuales podemos destacar su conicidad múltiple y a su vez progresiva, así como, su ángulo de corte ligeramente negativo, junto con aristas redondeadas con un pitch variable, sin dejar de lado su punta inactiva no cortante. Estas limas se agregaron al mercado en 2001.

Y como todos los instrumentos tienen sus ventajas y desventajas, aquí les hablaré de algunas de ellas.

En primera, fue en los laboratorios de la marina estadounidense en los años 70's que se desarrollaron las aleaciones de níquel-titanio.

Gracias a su gran resistencia a la fatiga, fue por primera vez aplicado en la odontología para el uso de alambres en ortodoncia.

Las limas de endodoncia se componen aproximadamente entre un 56% de níquel y un 44% de titanio.<sup>20</sup>

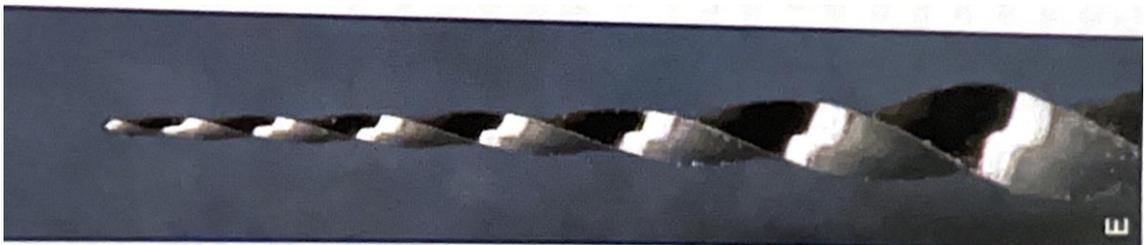


Figura 14. Instrumento níquel titanio. ProTaper.<sup>21</sup>

En contraste con los instrumentos de acero inoxidable, el níquel titanio, acorde a las últimas evidencias, ha demostrado una mayor flexibilidad y resistencia a la fractura por torsión (Figura 14).

El níquel titanio consta de un efecto de memoria el cual hace que vuelva a su forma inicial después de sufrir alguna deformación, acompañado de

una súper elasticidad, por lo que la precurvatura de estos instrumentos es imposible e innecesaria.

A diferencia de las limas de acero inoxidable, estas pueden deformarse hasta un 10% y recuperar su forma inicial, cuando las primeras mencionadas únicamente el 1%.

No omitiendo recordar que una aleación se caracteriza por la capacidad de sufrir deformaciones permanentes sin alcanzar la ruptura.<sup>20</sup>

## Objetivos

- Identificar las causas de la fractura de las limas Protaper® Manual
- Conocer las generalidades de las limas Protaper® Manual
- Analizar la incidencia de fractura de limas Protaper® Manual

## Capítulo I. Generalidades de las limas Protaper® Manual.

La preparación de los conductos radiculares tiene como fin primeramente la conformación del mismo, de manera que tengan una cierta conicidad progresiva desde la cámara pulpar hasta el ápice, asimismo también la limpieza, que las sustancias irrigadoras puedan penetrar a todo lo largo del conducto radicular así teniendo la desinfección total del conducto y mejor calidad de obturación.<sup>22, 23</sup>

Como ya se mencionó anteriormente, se comenzaron a utilizar las limas de acero-carbono y por la corrosión a causa de los irrigantes, se crearon las de acero inoxidable y por la mayor y mejor flexibilidad, las níquel-titanio, a los inicios de los años 90.<sup>23, 24</sup>

### 1.1 Características físicas de las Limas Protaper® Manual.

Llegamos a hablar de las Limas Protaper® Manual las cuales son limas de níquel titanio y tienen estas características generales:<sup>25</sup>

1. Tiene conicidades variables
2. No tiene superficie radial (Figura 15).

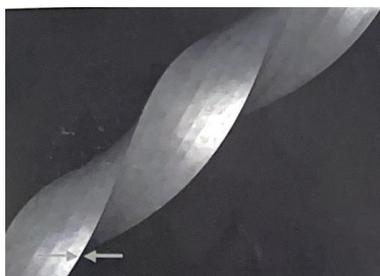


Figura 15. Ausencia de superficie radial.<sup>25</sup>

3. Presentan sección cordiforme, también llamada en forma de corazón (Figura 16).

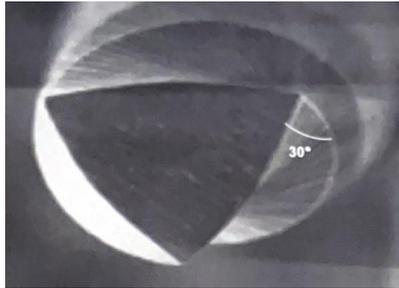


Figura 16. Formación cordiforme.<sup>25</sup>

#### 4. Punta inactiva (Figura 17)



Figura 17. Punta inactiva.<sup>25</sup>

#### 5. Un ángulo helicoidal de aproximadamente 60% (Figura 18).

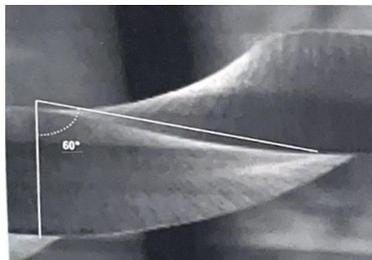


Figura 18. Ángulo helicoidal de 60% en láminas de corte.<sup>25</sup>

### 1.1.2 Componentes del Sistema Protaper® Manual.

Este sistema está compuesto por dos grupos:

Los que se llaman “SHAPING FILES” que son los de modelado SX (color naranja), S1 (color morado) y S2 (color blanco) (Figura 19).<sup>25, 26</sup>



Figura 19. Limas SX, S1 y S2.<sup>27</sup>

Y los que se llaman “FINISHING FILES” que son los de acabado F1 (color amarillo), F2 (color rojo) y F3 (color azul). (Figura 20).<sup>25, 26</sup>



Figura 20. Limas F1, F2 y F3.<sup>27</sup>

### 1.1.3 Conicidades y diámetros de las Limas Protaper® Manual.

Se sabe que las limas de acabado cuentan con diferentes conicidades. (Figura 23). En el caso de las Limas Protaper® Manual, son:

- En la lima F1 se cuenta con una conicidad de: 7% o 0.07
- La lima F2 tiene un 8% o 0.08
- Y la Lima F3 es de 9% o 0.09

Pero al hacer la instrumentación nunca se obtiene esa conicidad exacta debido a la manipulación y técnica del operador, lo cual lleva a que las conicidades varíen y puedan llegar a ser en la lima F1 de 8%, saltando a la lima F2 con una conicidad del 9% y la lima F3 quedando como última con la conicidad del 10%.

Estas conicidades nos ayudan a una mejor limpieza e irrigación del conducto.<sup>28</sup>

Hablando del diámetro que poseen estas limas, se ha descrito que:

- La lima Sx tiene 0.19mm (Figura 21).

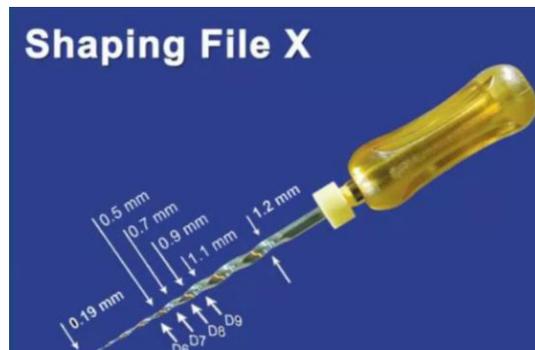


Figura 21. Diámetro de lima Sx.<sup>29</sup>

- La lima S1 tiene 0.17mm (Figura 22).
- La lima S2 0.20mm (Figura 22).

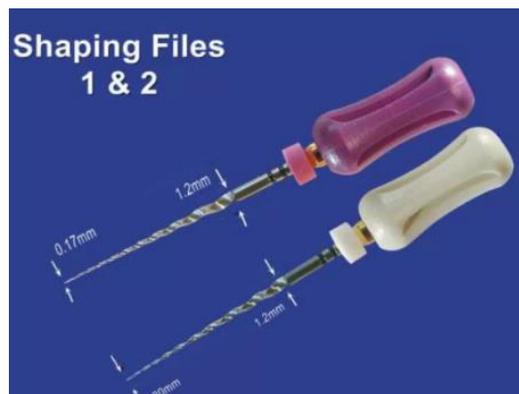


Figura 22. Diámetro de limas S1 y S2.<sup>29</sup>

- La lima F1 0.20mm (Figura 23).
- La lima F2 0.25mm (Figura 23).
- Y finalmente la lima F3 tiene un diámetro de 0.30mm (Figura 23).



Figura 23. Diámetro y conicidad de las limas F1, F2 y F3.<sup>29</sup>

Concluyendo así que estas limas presentan taper que es progresivo a lo largo de la parte activa del instrumento.<sup>29</sup>

#### 1.1.4. Cortes seccionales

Estas limas tienen cortes diferentes dependiendo de su calibre y diámetro, ambas son de corte triangular, su diferencia es que en las de menor calibre son convexas (Figura 24) y en las de mayor calibre son cóncavas (Figura 25) para compensar y estabilizar el instrumento por el aumento de masa. Cabe mencionar que se fabrican por fresado o desgaste.<sup>30</sup>

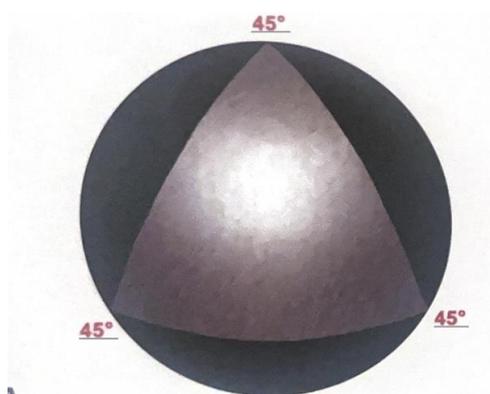


Figura 24. Sección transversal triangular convexa de limas de menor calibre<sup>30</sup>

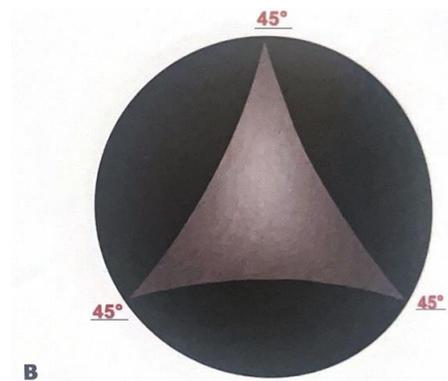


Figura 25. Sección transversal triangular cóncava de limas de mayor calibre<sup>30</sup>

Este tipo de instrumentos son más flexibles que las de acero inoxidable (k-flexibles), pero tiene menos acción de corte debido a su baja dureza. La principal indicación de estas limas son en conductos con curvaturas muy acentuadas ya que las limas tipo K tienen cuatro puntos de contacto de 90°(Figura 26) , lo cual las hace menos flexibles y en cuanto a mayor calibre, las hace casi imposibles de usar en la instrumentación de un conducto radicular no recto, por lo cual en algunas marcas como Dentsply Maillefer, cambian a tener una sección triangular para que sea menor masa en mayor calibre haciendo las limas más flexibles (Figura 27).<sup>31</sup>

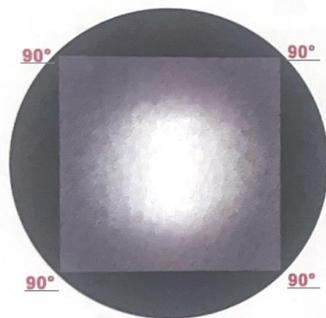


Figura 26. Sección transversal lima tipo K con menor calibre<sup>31</sup>

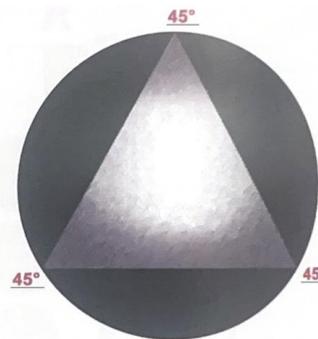


Figura 27. Sección transversal lima tipo K con mayor calibre<sup>31</sup>

En esta tabla se puede ver las diferencias en las secciones de cada aleación (Figura 28).

Lima	Sección	Resistencia	Corte	Flexibilidad	Punta
K	Cuadrado	++	-	--	Activa
K-flexible	Triángulo	+	+	+	Inactiva
Hedstroem	"Coma"	-	++	+	Activa
Golden Medium	Triángulo	+	+	+	Inactiva
Níquel Titanio	Triángulo modificado	-	-	++	Inactiva

Figura 28. Características de las limas según su sección y aleación.<sup>30</sup>

Estas aleaciones níquel- titanio han hecho factible crear diseños nuevos de hoja de corte, instrumentos afilados más grandes, sistemas de

tamaños alternativos, así como introducir movimientos rotatorios para la limpieza y conformación de los conductos radiculares.<sup>20</sup>

### 1.1.5. Limas Protaper® Manuales y Mecanizadas

Las Limas Protaper® pueden ser tanto manuales como mecanizadas, cambiando un poco su diseño dependiendo el caso, también hay diferencias en los patrones de deterioro dando como resultado desgaste y fractura. (Figura 29-30).



Figura 29. Limas Protaper Manual.<sup>32</sup>



Figura 30. Limas Protaper Mecanizadas.<sup>33</sup>

Una ventaja de las limas manuales sobre las mecanizadas es que en estas se tiene una sensación táctil que nos ayuda a detectar una posible fractura o pérdida de filo del instrumento al manipularlo dentro del conducto, que por lo contrario, con los mecanizados hay riesgo de desgaste y/o fractura del instrumento sin signos previos que nos indiquen alarma.

Al usar las Limas Protaper® Manual tenemos una mejor previsibilidad y un mejor control al hacer los movimientos de trabajo, incluyendo los canales radiculares anatómicamente superiores y tenemos una mayor eficacia que las limas manuales de acero inoxidable.<sup>23,20</sup>

### **1.1.6. Movimientos de trabajo de las Limas Protaper® Manual.**

Los movimientos de limado de las Limas Protaper® Manual se describen como que en primer lugar se debe buscar el conducto radicular y llevar la lima hasta adaptarse a las paredes de la entrada del canal radicular.

Entonces se empieza a trabajar el conducto dando 3 o 4 vueltas completas en sentido horario hasta sentir que la lima tiene un tope, después de eso se gira en sentido antihorario hasta que la lima no esté trabada y seguir dando vuelta en sentido horario para lograr el corte de esa zona.

Se remueve la lima y se limpia la parte activa de esta misma, se limpia el conducto radicular con solución irrigante y se sigue trabajando con las limas hasta conseguir la longitud de trabajo.

Existen ciertas recomendaciones para el uso de Limas Protaper® Manual para los operadores que las van a usar por primera vez y los que son principiantes.

Al igual, se busca la entrada del conducto radicular y se lleva la lima hasta adaptarse a las paredes de la entrada del canal radicular.

En estos movimientos se gira la lima pero esta vez no es vuelta completa, sino que se dan  $\frac{3}{4}$  de vuelta en sentido horario o casi a llegar a una completa, se da media vuelta antihorario para destrabar la lima y se repiten los pasos para la limpieza como remover la lima y limpiar la parte activa de esta misma, limpiar el conducto radicular con solución irrigante y seguir trabajando con las limas hasta conseguir la longitud de trabajo.<sup>23</sup>

### **1.1.7. Pasos del uso de las Limas Protaper® Manual.**

El fabricante de las Limas Protaper® nos da paso a paso las instrucciones para usarlas, las cuales son:

1. Antes de instrumentar debemos tener en cuenta que necesitamos tener un acceso recto al orificio del conducto, usando limas tipo K manuales de acero inoxidable en movimiento recíproco de vaivén

para la localización y empezar a instrumentar los conductos radiculares.

2. Siempre debemos mantener el conducto permeable usando una lima ISO 015 e irrigando el conducto.
3. Aquí vemos el protocolo de uso:
  - Ubicar la entrada del conducto
  - Utilizar lenta y cuidadosamente la lima manual ISO 015 en el conducto hasta sentir resistencia. (Figura 31).

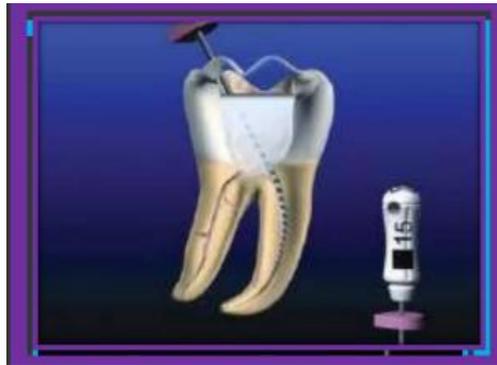


Figura 31. Permeabilización con lima ISO 015.<sup>23</sup>

- En primer lugar se usa la lima Sx la cual es la encargada de instrumentar la sección coronal del conducto. (Figura 32).



Figura 32. Lima Sx.<sup>34</sup>

- Posteriormente usar la lima de preparación coronal S1 de modelado hasta donde llegó la lima ISO 015. (Figura 33).



Figura 33. Lima S1.<sup>34</sup>

- Lo anterior se deberá hacer hasta que se pueda determinar la longitud de trabajo con la lima ISO 015 y que esta misma lima de modelado llegue hasta dicha longitud.
- Más adelante se ocupa la lima de preparación S2 hasta llegar a la longitud de trabajo. (Figura 34).



Figura 34. Lima S2.<sup>34</sup>

- Una vez hecho lo anterior se debe confirmar una vez más la longitud de trabajo
- Seguiremos con las limas de terminado, la primera que se utilizará es la F1 alcanzando cada vez mayor profundidad hasta llegar a la longitud de trabajo. (Figura 35).



Figura 35. Lima F1. <sup>34</sup>

- Se deberá medir el foramen
- Finalmente se ocupará la lima correcta de acabado que pueden ser F2 (Figura 36) o F3 (Figura 37) en su defecto, utilizando la lima de la misma forma hasta alcanzar la longitud de trabajo en caso de requerir un mayor ensanchamiento o en caso de ser mayor el foramen.



Figura 36. Lima F2. <sup>34</sup>



Figura 37. Lima F3. <sup>34</sup>

Al igual que la lima Sx para que la parte coronal del conducto se aleje de la furca y de ser necesario crear mayor ensanchamiento coronal.<sup>23, 35, 36.</sup>



Figura 38. Instrumentación con Protaper Manual.<sup>37</sup>

### 1.1.8. Níquel titanio

El níquel-titanio es un metal que no concuerda con las reglas comúnmente conocidas de la metalurgia, ya que, al ser un metal muy elástico, al momento de aplicar estrés sobre él no obtenemos la misma tensión que en otros metales tendríamos, como en el caso del acero inoxidable.

En la inicial aplicación del estrés, el níquel-titanio, la tensión que se genera es proporcional, sin embargo, se mantiene esencialmente la misma cuando la aplicación de un estrés adicional alcanza un nivel específico, obteniendo la llamada meseta de carga. Es claro que a mayor aplicación de estrés se genera más tensión llevando al límite a la lima hasta romperla. Esto es gracias a la transformación de la fase cristalina molecular. Al momento de aplicar el estrés, se transforma la estructura cristalina auténtica del níquel titanio en una estructura cristalina martensítica, la cual, es capaz de resistir mayor estrés sin que aumente la tensión. Gracias a esto, las limas NITI tienen súperelasticidad, por eso tienen la capacidad de regresar a su forma original después de haber sido deformadas.<sup>38</sup>

## Capítulo II. Causas de las fracturas de las Limas Protaper® Manual.

### 2.1 Torsión

Hablando de fuerzas que se ejercen en las limas, tenemos que la torsión es cuando tiende a retorcerse un cuerpo, es decir, si el mismo cuerpo se gira en sentido contrario en diferente punto, lo cual puede llevar a la fractura de este cuerpo, si es un cuerpo rígido. (Figura 39).<sup>39</sup>

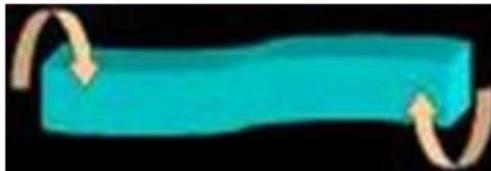


Figura 39. Torsión.<sup>39</sup>

### 2.2 Tracción.

La tracción es definida como la fuerza que se ejerce en un cuerpo que hace que se estire, cuando se trata de cuerpos sólidos, esta fuerza hace que se rompa y no regrese a su forma original. (Figura 40).<sup>39</sup>



Figura 40. Tracción.<sup>39</sup>

### 2.3 Flexión.

La flexión en cambio es cuando hay cargas que se ejercen sobre un cuerpo y estas hacen que se doble sin llegar a romperse, ya que regresa a su forma inicial, pero al igual que en la tracción, si es un cuerpo sólido y rígido, llega a romperse con facilidad. En esta fuerza actúan la tracción y compresión al mismo tiempo. (Figura 41).<sup>39</sup>

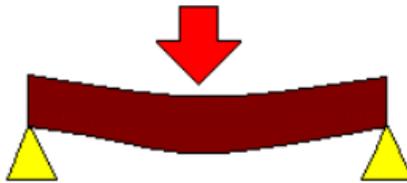


Figura 41. Flexión.<sup>39</sup>

### 2.4. Tipos de fractura de las Limas Protaper® Manual.

Hay dos tipos de fracturas que se pueden dar en las Limas Protaper® Manual, las fracturas por torsión con un 55% de causas y las fracturas por tracción con un 45%.

La fractura torsional es cuando la lima sale incompleta por atascamiento al hacer maniobras de instrumentación.

Y la fractura por flexión es cuando se introduce el instrumento en un radio pequeño de curvatura, en donde se excede el límite de flexibilidad del mismo creando una fatiga del material. Esta fractura también es causada por el propio uso de la lima ya sea en conductos rectos o curvos. (Figura 42).

Por ello, ciertos fabricantes establecen un uso máximo de los instrumentos pero teniendo en cuenta que no es la misma fatiga que sufre un instrumento cuando se utiliza en un conducto recto homogéneo y cuando se usa en un conducto curvo abrupto, pasa igual cuando hablamos de un diente monorradicular y un bi o multirradicular ya sean anteriores o posteriores, según el caso.

Al igual que se debe tener en cuenta el mantenimiento que se le da a la lima después de haberla usado ya que esto favorece su desgaste.<sup>40</sup>



Figura 42. Fractura de lima níquel titanio.<sup>41</sup>

#### **2.4.1. Fatiga cíclica.**

No obstante lo expuesto, hay otras diversas complicaciones que pueden presentarse en el uso de este tipo de limas como es la fatiga cíclica de la misma.

Lo anterior hace referencia a los cambios dimensionales que el mencionado instrumento presenta posteriormente de cada instrumentación debido a dos movimientos, que son los de flexión y deflexión, o dicho de otra forma, al número de rotaciones que se hicieron y a las que fue expuesto este mismo dentro de los conductos radiculares,

el cual incrementa dependiendo del grado de curvatura que presente el conducto. (Figura 43).

Por otro lado, un diverso conjunto de factores que pueden incrementar la posibilidad de la fractura de los multicitados instrumentos son: medidas de esterilización, así como la desinfección, mencionando estas como las más importantes.

Del mismo modo, otro factor que se debe tener en cuenta es la potencia de corte; anteriormente se pensaba que presentaba mayor capacidad de corte el instrumento manual ante una mayor constancia del rotatorio, y teniendo en cuenta que la experiencia es un factor difícil de medir en los estudios que puedan comparar ambos aspectos.

En contraste a lo anterior, los materiales y el diseño de estas limas se adaptan a los objetivos de la limpieza y desinfección del conducto para que así pueda ser obturado después, sin dejar de lado la seguridad, comodidad y rapidez tanto para el paciente como para el profesional.<sup>38</sup>

#### **2.4.2. Resistencia a la fatiga.**

Se han hecho varios experimentos para testear la resistencia a la fatiga de las limas de níquel-titanio (NITI), en donde se pueden clasificar como estática cuando se tiene un movimiento constante dentro de un canal artificial y dinámico cuando se tienen movimientos axiales dentro y fuera del conducto, a lo cual se le conoce como movimiento en picada. El cual ayuda a mantener baja la fatiga del instrumento, que sube cuando hay una complejidad en la geometría de los conductos radiculares.

Hablando del mecanismo más predominante para la fractura de las limas NITI se encontró que es la fatiga cíclica que es una consecuencia de las

flexión y torsión del instrumento en el momento de realizar el tratamiento.

42

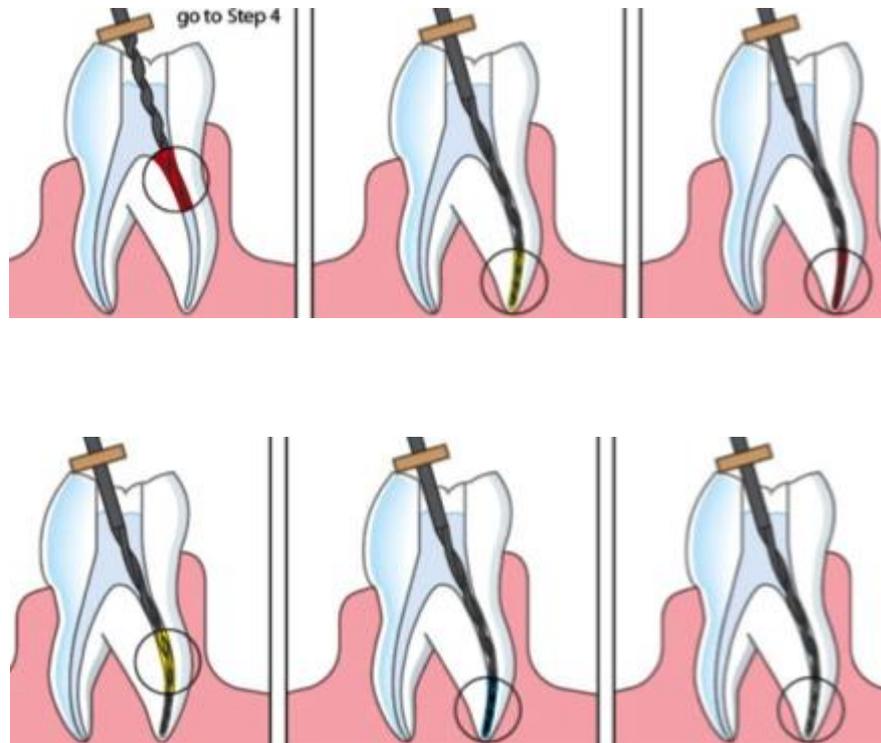


Figura 43. Movimientos dentro de los conductos curvos.<sup>43</sup>

Es decir que la fractura se da más en la zona de flexión máxima que es en el punto más curvo del conducto radicular.<sup>44</sup>

### **Capítulo III. Incidencia de fracturas de Limas Protaper® Manual.**

Un tema de interés que se presenta en la práctica de la terapia endodóntica es la fractura o separación de los instrumentos o limas.

Estas pueden fracturarse más comúnmente dentro del conducto radicular debido al uso inadecuado y excesivo de este instrumento, es decir, por una mala técnica y no tener el conocimiento de la anatomía de la raíz y los conductos radiculares que se están tratando.<sup>45</sup>

Las Limas Protaper® Manual como ya se sabe, son limas de níquel titanio (NITI), estas ya se mencionó que tiene mucha flexibilidad y memoria de forma, sufriendo así una fractura repentina, lo cual las lleva a tener un pronóstico desfavorable.

Las fracturas de instrumento en las limas NITI forman una parte integral de estas mismas. Teniendo un comportamiento hiperelástico, permiten deformaciones que ayudan a seguir la forma aleatoria de los conductos radiculares. A pesar de esto, las limas NITI son muy susceptibles a fracturas debido a la fatiga, lo que puede llegar a ser perjudicial en el pronóstico y tratamiento que se está llevando a cabo. (Figura 44).<sup>42</sup>

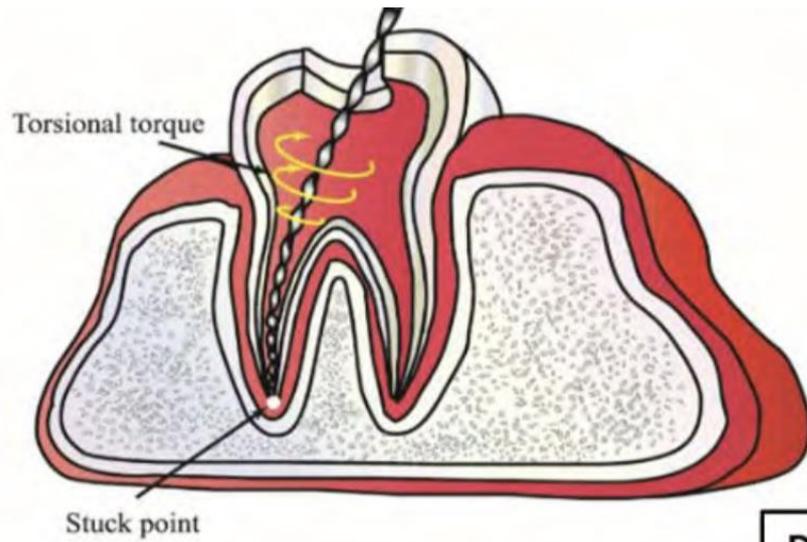


Figura 44. Movimiento de torsión dentro del conducto radicular.<sup>45</sup>

### 3.1. Factores que atribuyen a la fractura de las Limas Protaper® Manual.

Los factores que más atribuyen a la separación de los instrumentos NITI, principalmente son:

- La anatomía radicular accidentada, por causar la fatiga de las limas.
- El ángulo de la curvatura.
- Radio de la curvatura, refiriéndose a la parte más acentuada de la curva.
- Cuando se incrementa demasiado la fatiga cíclica del instrumento.
- Curvas con menor superficie, es decir, más estrechas, lo que resulta en mayor contacto dentinario. (Figura 45).
- Habilidad y experiencia del operador. (Figura 46).
- Técnica (Figura 46).
- Dinámica del instrumento en uso.
- Número de usos.
- Número de ciclos de esterilización.



Figura 45. Curvatura en conducto radicular.<sup>46</sup>



Figura 46. Habilidad y técnica del operador.<sup>47</sup>

Entre menores sean las medidas de estos factores de riesgo, hay más probabilidad de fractura.<sup>44, 45</sup>

Las limas NITI son más flexibles y resistentes que las de acero inoxidable, esto introdujo un avance significativo al mundo de la endodoncia.<sup>45</sup>

### **3.2. Valores de incidencia de fracturas de las Limas Protaper® Manual.**

Hablando de la incidencia de la fractura de las limas NITI, según varios estudios y experimentos realizados es de entre el 0,4% y el 0,5%, en comparación con las de acero inoxidable que es del 6%, hay una diferencia significativa, pero aún hay riesgo de incidencia.

Diferenciando las limas NITI manuales y rotatorias, se ha registrado que las limas manuales tienen el 0,25% de incidencia de fractura y las limas rotatorias un 1,68 -2,4%.<sup>45</sup>

También se ha demostrado que la fractura de estas limas se da más comúnmente en los molares, más específicamente en los molares inferiores debido a su acceso limitado, diámetro pequeño y su afilada curvatura en el conducto radicular.<sup>48</sup>

En comparación con las limas de acero inoxidable manuales, las cuales tienen un porcentaje de entre 0.7% y 7.4% de incidencia de fractura. Sin embargo, la incidencia que tienen las limas de acero inoxidable manuales es parecida a la de las limas NITI rotatorias las cuales son de entre 0,4% y 5%.

Se ha descrito que las limas NITI se han fracturado en su primer uso con una incidencia de 0,9% y se piensa que es debido al abuso de las fuerzas y a un defecto de fábrica.

Otros estudios dicen que los instrumentos más propensos a fracturarse dentro del conducto radicular, son los instrumentos más pequeños, los cuales se fracturan por fuerzas de torsión, aumentando la probabilidad con el estrés del instrumento causado por la instrumentación inicial.<sup>44</sup>

Por otra parte, hay diferentes estudios que dicen que las limas más grandes y más gruesas tienen más incidencia de fractura.

La fractura de las limas se atribuye también al número de usos del instrumento, a la habilidad del operador y su nivel de experiencia. Y estas mismas se dice que llegan a fracturarse sin dar una advertencia o signos previos.<sup>44</sup>

Se concluye que la incidencia de fractura de estas limas en el tercio apical es 33 veces mayor que en el tercio coronal y 6 veces mayor que en el tercio medio.

Asimismo se establece que existe 3 veces más incidencia de fractura en molares que premolares.

Siendo así que, el conducto mesiovestibular de los molares superiores tienen 3 veces más probabilidad de tener una fractura de instrumento que el conducto distovestibular, como también hay más probabilidad de una fractura de instrumento en el conducto mesiovestibular en los molares inferiores.<sup>44</sup>

### 3.3. Comparación de diferentes marcas NITI.

Diferentes estudios compararon las limas ProFile y las limas Protaper, concluyendo que no había diferencia en la incidencia de fractura de limas dentro de los conductos radiculares entre estas marcas comerciales de limas NITI.<sup>44</sup>

Se hizo un experimento para evaluar la resistencia torsional de limas de diferentes marcas comerciales de aleación NITI, a lo que demostraron que las Limas Protaper Gold resistieron más que las limas HyFlex. Entre las otras marcas no hubo resultados con diferencia significativa. (Figura 47).<sup>26</sup>

Groups	N	Cyclic fatigue resistance		Torsional resistance	
		Fragment length (mm)	NCF	Torque (gf/cm)	Distortion angle (°)
HyFlex EDM	10	7.1 <sup>a</sup> ± 1.8	3689 <sup>a</sup> ± 1577	133 <sup>a</sup> ± 10	334 <sup>a</sup> ± 31
ProTaper Universal	10	4.9 <sup>b</sup> ± 0.1	350 <sup>b</sup> ± 30	137 <sup>ab</sup> ± 24	177 <sup>b</sup> ± 18
ProTaper Gold	10	5.9 <sup>a</sup> ± 0.9	915 <sup>c</sup> ± 136	153 <sup>b</sup> ± 11	217 <sup>c</sup> ± 11
Analysis of variance P value		<.05	<.001	.024	<.001

Same superscript letters within 1 column indicate statistically similar values ( $P > .05$ ).

Figura 47. Resultados de fatiga cíclica de diferentes marcas de limas NITI.<sup>26</sup>

Entre las Limas Protaper® Gold y Protaper® Universal, se tiene que las Gold tienen mucha más resistencia a la fatiga cíclica a pesar de que tienen un corte seccional similar.<sup>26</sup>

En este estudio también se concluyó que las Limas Protaper® Universal son menores con respecto a la longitud en comparación con los otros instrumentos NITI, lo que puede causar una mayor fatiga cíclica.<sup>26</sup>

## CONCLUSIONES

Como se describe a lo largo de este trabajo de investigación, la finalidad de hacer una preparación de conductos es para llegar a tener una buena limpieza y desinfección de los conductos radiculares mediante una buena técnica de instrumentación, incluyendo la irrigación y permeabilización para llegar a hacer una buena obturación.

La primera parte de este proceso como ya se dijo, es el diagnóstico, que sin el correcto no se puede llegar a hacer un tratamiento de conductos exitoso, algo que al igual es trascendente es el acceso, teniendo que ser recto a los conductos radiculares, pero otra parte que también es importante considerar es el tener las radiografías periapicales necesarias para cada paso de este tratamiento endodóntico.

Las Limas Protaper® Manual tienen varias ventajas como lo son que tienen una buena sensibilidad táctil para darse cuenta si hay una posibilidad de fractura, se usan para anatomía difícil, casos que tienen un acceso difícil, etc.

Estas limas son de Níquel-Titanio o como comúnmente se les llama "NITI", estas tienen mucha mayor flexibilidad, tienen una punta inactiva, y tienen sección triangular para ayudarnos a tener una mejor manipulación y conformación dentro del sistema de conductos radiculares.

Las Limas Protaper® Manual dejan una cierta conicidad que nos ayuda a que pase sin problema la solución irrigante y al mismo tiempo para dejar el conducto limpio, pero esta conicidad puede variar gracias a la manipulación y técnica del operador.

Para la incidencia de fracturas en las Limas Protaper® Manual, se describió que hay muchos atribuyentes a que ocurra este accidente como ya se describieron, a fatiga cíclica, técnica y manipulación del operador, curvatura de los conductos radiculares, número de usos y número de

veces que se han puesto a esterilizar, pero entre menor hayan este tipo de situaciones, hay menor riesgo de fractura, por eso se debe tener cautela antes, durante y después del proceso del tratamiento de conductos.

Las limas NITI aguantan la fatiga cíclica debido a la torsión tracción, que son las dos tipos de fracturas más comunes en las limas NITI. Pueden aguantar estas fuerzas hasta cierto punto y regresan a su forma original, pero al aplicar mucho la fuerza, se llega a la fractura del instrumento a pesar de tener tanta flexibilidad, estas limas pueden llegar a separarse sin aviso alguno y provocar un diagnóstico desfavorable en el tratamiento en el que se estén utilizando este tipo de limas.

Aun sabiendo que las Limas Protaper® son más utilizadas para conductos muy curvos que las limas de acero inoxidable gracias a que tienen mucha flexibilidad, hay un riesgo de fractura del instrumento.

Comparando los tipos de limas entre las NITI y las de acero inoxidable, hay una diferencia grande en los porcentajes de incidencia de fracturas de estas, diciendo que las limas NITI tienen un porcentaje de entre el 0,4% y el 0,5% de probabilidad de separación del instrumento, bajo todas las situaciones que ya se mencionaron. Mientras que las limas de acero inoxidable tienen un porcentaje del 6%, viendo que hay una grande diferencia entre estos dos materiales.

Entre las limas NITI, ya se sabe que hay limas manuales y limas mecanizadas, teniendo también diferencia en la probabilidad de fractura, pero no tan grande como la diferencia entre las limas de acero inoxidable y las limas NITI. Esta diferencia se resume en que las limas NITI manuales tienen el 0,25% de incidencia y las limas NITI rotatorias tienen de entre un 1,68% y 2,4%.

Específicamente también sabemos ahora que las fracturas de estas limas NITI se van a dar más comúnmente, según varios estudios, en los molares y más específicamente en los inferiores ya que en estos órganos dentarios existe un acceso limitado y más difícil, poseen un diámetro más pequeño y suelen tener más marcadas sus curvaturas radiculares.

Hablando más específicamente, la incidencia recae más en el conducto mesiovestibular de los molares superiores y al igual que en los molares inferiores.

También existe la posibilidad de fractura de las limas NITI en su primer uso, causado ya sea por las fuerzas muy exageradas o porque el operador no sabe hacer los movimientos de estas limas y no tiene una técnica adecuada.

Y finalmente se llega a la conclusión que las limas de Níquel-titanio como son las Limas Protaper® Manual tienen menor incidencia a la fractura que las limas de acero inoxidable gracias a sus mejores características físicas y a la aleación de la que están compuestas, a pesar de las diversas situaciones que pueden llegar a causar esta separación de instrumentos.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Figura 1. [Internet]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/480039510/Pierre-Fauchard>
- 2 Figura 2. [Internet]. Disponible en: <https://dentalcenterbilbao.wordpress.com/2014/06/04/pierre-fauchard-y-quien-es-este/>
- 3 Canalda Sahli C. Endodoncia : técnicas clínicas y bases científicas: Técnicas Clínicas Y Bases Científicas. 4a ed. Canalda Sahli C, Aguade EB, editores. la Ciudad Condal, España: Elsevier Masson; 2019. Pág. 1.
- 4 Figura 3. [Internet]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%93xido\\_nitroso\\_\(medicamento\)&oldid=153838152](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%93xido_nitroso_(medicamento)&oldid=153838152)
- 5 Figura 4. [Internet]. Disponible en: [https://www.iztacala.unam.mx/rivas/NOTAS/Notas10Preparacion/diqu\\_eventajas.html](https://www.iztacala.unam.mx/rivas/NOTAS/Notas10Preparacion/diqu_eventajas.html)
- 6 Figura 5. [Internet]. Disponible en: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_odontologia/Imagenes/Portal/Odont\\_Operatoria/Protectores\\_Dentino\\_Pulpaes.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_odontologia/Imagenes/Portal/Odont_Operatoria/Protectores_Dentino_Pulpaes.pdf)
- 7 Berman LH, Hargreaves KM. Cohn. Vías de la Pulpa 11ª ed. Hargreaves KM, editor Elsevier; 2016. Pág 228.
- 8 Méndez C, Ordoñez A. Radiología en endodoncia. Su aplicación antes, durante y después del tratamiento. [Internet]. 2008. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Odontologiaactual/2008/vol6/no61/5.pdf>
- 9 Figura 6. Busch U. Wilhelm Conrad Roentgen. El descubrimiento de los rayos x y la creación de una nueva profesión médica. Rev. Argent Radiol/ Argent J Radiol [Internet]. 2016. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-argentina-radiologia-383-articulo-wilhelm-conrad-roentgen-el-descubrimiento-S0048761916301545>

- 10 Figura 7. [Internet]. Disponible en:  
<https://biblat.unam.mx/hevila/Odontologiaactual/2008/vol6/no61/5.pdf>
- 11 Canalda Sahli C. Endodoncia : técnicas clínicas y bases científicas: Técnicas Clínicas Y Bases Científicas. 4a ed. Canalda Sahli C, Aguade EB, editores. la Ciudad Condal, España: Elsevier Masson; 2019. Pág. 1.
- 12 Canalda Sahli C. Endodoncia : técnicas clínicas y bases científicas: Técnicas Clínicas Y Bases Científicas. 4a ed. Canalda Sahli C, Aguade EB, editores. la Ciudad Condal, España: Elsevier Masson; 2019. Pág. 2.
- 13 Figura 8. [Internet]. Disponible en:  
<https://libreriamedica.com.mx/endodoncia/1089-hipoclorito-de-sodio-1-litro-7501562410212-7501562410212.html>
- 14 Figura 9. [Internet]. Disponible en:  
<https://es.slideshare.net/ElizabethMenacho/endodoncia-general-portafolio>
- 15 De Lima Machado M.E. Endodoncia: ciencia y tecnología. 1ª ed. Tomo 1. De Lima Machado M.E. editores, Colombia: Amolca: 2016. Pág 193.
- 16 Figura 10 y 11. [Internet]. Disponible en:  
<https://www.cop.org.pe/bib/investigacionbibliografica/EVELYNPATRICIASANTOSARIAS.pdf>
- 17 Figura 12 y 13. De Lima Machado M.E. Endodoncia: ciencia y tecnología. 1ª ed. Tomo 1. De Lima Machado M.E. editores, Colombia: Amolca: 2016. Pág 196.
- 18 De Lima Machado M.E. Endodoncia: ciencia y tecnología. 1ª ed. Tomo 1. De Lima Machado M.E. editores, Colombia: Amolca: 2016. Pág 195.
- 19 De Lima Machado M.E. Endodoncia: ciencia y tecnología. 1ª ed. Tomo 1. De Lima Machado M.E. editores, Colombia: Amolca: 2016. Pág 194.

- 20 Moradas Estrada M. Instrumentación rotatoria en endodoncia. ¿Qué tipo de lima o procedimiento es el más indicado? [Internet] 2016. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v33n4/0213-1285-odonto-33-4-151.pdf>
- 21 Figura 14. Canalda Sahli C. Endodoncia : técnicas clínicas y bases científicas: Técnicas Clínicas Y Bases Científicas. 4a ed. Canalda Sahli C, Aguade EB, editores. la Ciudad Condal, España: Elsevier Masson; 2019. Pág. 172.
- 22 Canalda Sahli C. Endodoncia : técnicas clínicas y bases científicas: Técnicas Clínicas Y Bases Científicas. 4a ed. Canalda Sahli C, Aguade EB, editores. la Ciudad Condal, España: Elsevier Masson; 2019. Pág. 165.
- 23 Figura 31. Tseng P. S. K. Preparación del canal radicular con limas protaper manual. [Internet] Magazine dental. Disponible en: [http://www.magazinedental.com/src/img\\_up/12112008.2.pdf](http://www.magazinedental.com/src/img_up/12112008.2.pdf)
- 24 Canalda Sahli C. Endodoncia : técnicas clínicas y bases científicas: Técnicas Clínicas Y Bases Científicas. 4a ed. Canalda Sahli C, Aguade EB, editores. la Ciudad Condal, España: Elsevier Masson; 2019. Pág. 170.
- 25 Figura 15-18. Leonardo M. R. Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos. Volumen 2. Leonardo M. R., Sao Paulo: artes Médicas. 2005. Págs. 717-718.
- 26 Figura 47. New Endodontics Findings from University of Edge Discussed. Evaluation of the Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Novel Nickel-Titanium Rotary Files with Various Alloy Properties. Health & Medicine weeks. [Internet] 2017. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9709895/>
- 27 Figura 19 y 20. [Internet]. Disponible en: <https://dpg.umicloud.es/shop/product/17229>
- 28 Advanced Endodontics. FAQ: Shaping root Canals [Internet] Endoruddle.com. Disponible en: <https://www.endoruddle.com/FAQConvShape3>

- 29 Figura 21-23. [Internet]. Slideshare.net. disponible en: <https://es.slideshare.net/danielespinozaespinoza/crown-down-y-protaper-manual>
- 30 Figura 24, 25, 28. De Lima Machado M.E. Endodoncia: ciencia y tecnología. 1ª ed. Tomo 1. De Lima Machado M.E. editores, Colombia: Amolca: 2016. Págs 200-201.
- 31 Figura 26, 27. De Lima Machado M.E. Endodoncia: ciencia y tecnología. 1ª ed. Tomo 1. De Lima Machado M.E. editores, Colombia: Amolca: 2016. Págs 197-198.
- 32 Figura 29. [Internet]. Disponible en: <https://mex.odontoacademic.com/tienda/limas-protaper-manual-rogin/>
- 33 Figura 30. [Internet] Disponible en: <https://nexodental.cl/product/protaper-gold-limas-mecanizadas-dentsply-maillefer/>
- 34 Figura 32-37. Jaime F. Fotografías de Limas Protaper Manual. [Fuente propia] 2023.
- 35 Dentspy M. Limas de utilización del Protaper Universal. [Internet] 2016. Disponible en: [https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/manufacturer/Endodontics/Glide\\_Path\\_Shaping/Rotary\\_Reciprocating\\_Files/Shaping/ProTaper\\_Universal\\_Endodontic\\_Files/PROTAPER\\_UNIVERSAL\\_0716\\_DFU\\_ES.pdf](https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/manufacturer/Endodontics/Glide_Path_Shaping/Rotary_Reciprocating_Files/Shaping/ProTaper_Universal_Endodontic_Files/PROTAPER_UNIVERSAL_0716_DFU_ES.pdf)
- 36 Reasco D.P. Necropulpectomía con limas Protaper Manuales. [Internet] 2019. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40283/1/REASCOdennise.pdf>
- 37 Figura 38. [Internet] Disponible en: <https://es.slideshare.net/manuelflacolongo/protaper-manual>
- 38 Berman LH, Hargreaves KM. Cohen. Vías de la Pulpa 11ª ed. Hargreaves KM, editor Elsevier, Barcelona. 2016. Pág 233.

- 39 Figura 39-41. [Internet]. Disponible en: <http://amoviblesio.blogspot.com/2015/11/compresion-traccion-flexion-torsion.html>
- 40 Sonntag D. ¿Es suficiente con un sistema de níquel-titanio para la instrumentación del conducto radicular? [Internet]. Elsevier.es. 2011. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-pdf-X0214098511280073>
- 41 Figura 42. [Internet]. Disponible en: <https://masterendodoncia.home.blog/2017/01/30/caso-clinico-master-supone-un-fracaso-endodontico-una-lima-rotal/>
- 42 Orozco Y.M, Álvarez C.A, Jiménez F.N, Escobar D., Jaramillo P. Fatigue failure of NITI endodontic files: scoping review. [Internet] 2022. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/odont/article/view/348892/20808464>
- 43 Figura 43. [Internet]. Disponible en: <https://masterendodoncia.home.blog/2013/10/22/especial-estas-limas-de-endodoncia-no-me-suenan-i/>
- 44 McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Endodontic instrument fracture: causes and prevention. Br Dent J. [Internet] 2013. Disponible en : <https://www.nature.com/articles/sj.bdj.2013.324>
- 45 Figura 44. [Internet]. Disponible en: <https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/750/725>
- 46 Figura 45. Gutiérrez DIR. Qué es una endodoncia y para qué sirve. [Internet] Clínica Sevilla Dental. 2019. Disponible en: <https://sevilladental.net/que-es-una-endodoncia-y-para-que-sirve/>
- 47 Figura 46. [Internet] Disponible en: <https://blogs.unitec.mx/salud/importancia-de-las-especialidades-en-odontologia/>
- 48 Meidyawati R, Suprastiwi E, Setiati HD. Broken file retrieval in the lower right first molar using an ultrasonic instrument and endodontic micro

fórceps, Case Rep Dent. [Internet] 2019, Disponible en: [https://www-ncbi-nlm-nih-gov.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/312443/pmc/articles/PMC6875349/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/312443/pmc/articles/PMC6875349/)