



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

FRACTURA DE INSTRUMENTOS ENDODÓNCICOS,  
CAUSAS Y SOLUCIONES.

**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:

JANET MUNGUÍA MORENO

TUTORA: Mtra. AMALIA CONCEPCIÓN BALLESTEROS  
VIZCARRA

ASESORA: Esp. ANA GUADALUPE ONTIVEROS GRANADOS



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.

## **Agradecimientos**

*A Deyanira y Octavio, mis padres, por haber estado a mi lado apoyándome en cada etapa de mi vida. Por sus consejos, paciencia y amor, gracias por siempre haberme dado lo mejor y enseñarme a nunca darme por vencida y enfrentar cada reto que se me ponga en frente.*

*A Deyanira, mi hermana, por siempre ser una amiga para mí y un ejemplo, gracias por tu cariño y compartir tantas aventuras a mi lado.*

*A mis abuelos, Alfonso y Bertha, que me mostraron lo que es una familia unida y que hasta el último momento de su vida me hicieron valorar cada cosa de la vida.*

*A mis abuelos, Guillermo y Brenda, que han sido como unos segundos padres para mí, siempre han estado pendientes de cada paso y momento importante en mi vida. Gracias por todo su amor y apoyo.*

*A mis tíos y primos, por su cariño y apoyo.*

*A mi tutora Mtra. Amalia Concepción Ballesteros Vizcarra y asesora Esp. Ana Guadalupe Ontiveros Granados quienes me guiaron para la elaboración de este trabajo.*

*A mis amigos, por todos los momentos que vivimos juntos.*

*A todos y cada uno de ustedes, muchísimas gracias.*

## Índice

1. Introducción.....	5
2. Propósito.....	6
3. Objetivos.....	6

### Fractura de instrumentos endodóncicos, causas y soluciones.

1. Antecedentes.....	7
1.1 Anatomía Radicular.....	7
1.2 Instrumental.....	24
1.3 Técnicas de instrumentación.....	30
1.4 Accidentes en la Instrumentación.....	34
1.4.1 Formación de escalones.....	34
1.4.2 Creación de un conducto artificial.....	35
1.4.3 Perforaciones radiculares.....	35
1.4.4 Preparación inadecuada del conducto.....	36
1.4.5 Fractura de instrumentos.....	37
2. Fractura de instrumentos.....	38
2.1 Mecanismos de fractura.....	38
2.2 Forma austenítica y martensítica.....	40
2.3 Límites de torsión.....	42
2.4 Factores.....	43
2.4.1 Técnica de instrumentación.....	43
2.4.2 Dinámica en el uso de los instrumentos.....	43
2.4.3 Órgano dentario y anatomía del conducto radicular.....	44
2.4.4 Esterilización y desinfección.....	46
2.4.5 Aleación de metal.....	47
2.4.6 Número de usos.....	48
2.5 Tratamiento.....	49
2.5.1 Retirar instrumento.....	49
2.5.2 No retirar el instrumento.....	55
3. Consecuencias y Complicaciones.....	55
3.1 Diagnóstico inicial de la lesión pulpar.....	56

3.2	Grado de preparación biomecánica del conducto radicular alcanzado al momento de la fractura.....	57
3.3	Ubicación del fragmento dentro del conducto.....	58
4.	Prevención .....	61
5.	Conclusiones .....	63
6.	Referencias Bibliográficas .....	65

## **1. Introducción**

El tratamiento de conductos así como otras disciplinas odontológicas pueden estar asociadas a momentos o circunstancias indeseables. Durante la preparación y limpieza del conducto los accidentes más frecuentes son la formación de un escalón, la perforación radicular y la fractura de instrumentos. Estos pueden incluir instrumentos manuales o rotatorios, de acero inoxidable o níquel titanio, tales como limas, ensanchadores y cualquier otro instrumento que esté dentro del conducto.

Anteriormente la fractura de instrumentos se había considerado un evento poco común, sin embargo, actualmente ha incrementado la incidencia en instrumentos rotatorios de níquel titanio.

En el caso que se presente la fractura de un instrumento, el odontólogo debe tener en cuenta las formas en que puede actuar, ya que la fractura de dichos instrumentos va a inhibir una limpieza óptima del conducto y su correcta obturación, lo que va a resultar en la contaminación del conducto radicular.

Al existir varias opciones de tratamiento el operador deberá basar sus decisiones en un completo conocimiento sobre las tasas de éxito de cada uno de estos tratamientos, tomando en cuenta los riesgos que conlleva el dejar o intentar la remoción de un instrumento. En la literatura se han descrito varios protocolos de tratamiento para estos accidentes de procedimiento durante la limpieza y moldeado de los conductos radiculares, lográndose diferentes niveles de éxito.

## **2. Propósito**

Difundir el conocimiento sobre los aspectos importantes referentes a la separación de instrumentos, factores que los propician y mejores opciones de tratamiento.

## **3. Objetivos**

- Identificar los factores que aumentan el riesgo de sufrir la fractura de instrumentos durante la limpieza y conformación del conducto radicular.
- Determinar las mejores opciones de tratamiento en caso de fractura del instrumento, de acuerdo al caso que se presente.
- Dar a conocer las complicaciones que conlleva para nuestro tratamiento la presencia de un instrumento dentro del conducto radicular.
- Establecer medidas preventivas para evitar la fractura de instrumentos durante el tratamiento de conductos.

# 1. Antecedentes

## 1.1 Anatomía Radicular

Para hacer un tratamiento endodóncico y restaurador es necesario hacer un análisis radiográfico del diente con el fin de saber cuál es la dirección de la raíz, el número de conductos, la disposición de ellos y las variables anatómicas que se puedan observar. El conducto radicular no se comunica con el periodonto en el vértice radicular, sino a un lado de éste, por esta característica se puede decir que todos los conductos radiculares tienen como mínimo una discreta curvatura apical. Esta terminación nos da una idea sobre el tipo de conformación que se le debe hacer al conducto radicular, porque la lima debe ser precurvada para que recorra adecuadamente el conducto y no ejerza presión sobre las curvaturas. Hay dientes que clásicamente presentan curvaturas como el incisivo lateral superior que se inclina hacia distal en su tercio apical, los molares inferiores tienen la raíz mesial con inclinación distal desde el tercio medio. Los premolares superiores pueden tener una doble curvatura llamada raíz en bayoneta. Es posible encontrar curvaturas en la raíz de cualquier diente como variación de lo normal<sup>1</sup>.

El clínico en el área de la odontología debe estar siempre atento a la posibilidad de encontrar variaciones internas y externas a la anatomía normal, y nunca asumir que el sistema de conductos de un diente es una entidad simple<sup>2</sup>.

Es necesario hacer una descripción anatómica topográfica radicular de cada grupo dental para conocer su número de conductos, hacia donde se pueden dirigir las curvaturas y conocer las variaciones en cada grupo.

## **Incisivo Central Superior (Fig. 1)**

Longitud promedio del diente: 23.3mm

Conducto:

- Un conducto: 100%
- Conductos laterales: 23%
- Ramificaciones apicales: 13%

Curvatura radicular:

- Recto: 75%
- Curva distal: 8%
- Curva mesial: 4%
- Curva labial: 9%
- Curva lingual: 4%

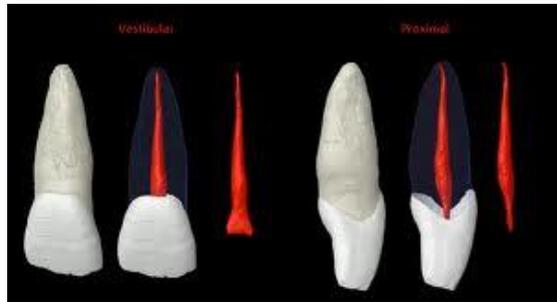


Fig. 1 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanatendod-grupo4a.wikispaces.com/Incisivos>

## **Incisivo Lateral Superior (Fig. 2)**

Longitud promedio del diente: 22.8mm

Conducto:

- Un conducto: 99.9%
- Conductos laterales: 10%
- Ramificaciones apicales: 12%

Curvatura radicular:

- Recto: 30%
- Curva distal: 53%
- Curva mesial: 3%
- Curva labial: 4%
- Curva gradual y de bayoneta: 6%

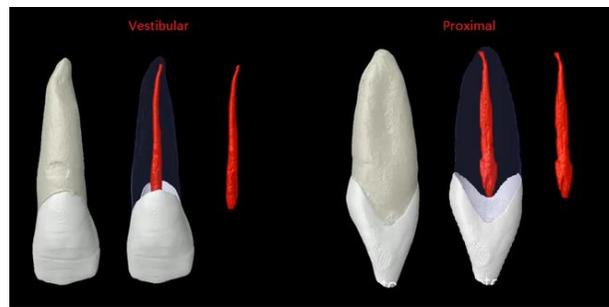


Fig. 2 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanatendod-grupo4a.wikispaces.com/Incisivos>

### **Canino Superior (Fig. 3)**

Longitud promedio del diente: 26mm

Conducto:

- Un conducto: 100%
- Conductos laterales: 24%
- Ramificaciones apicales: 8%

### Curvatura radicular:

- Recto: 39%
- Curva distal: 32%
- Curva mesial: 0%
- Curva labial: 13%
- Curva lingual: 7%
- Bayoneta y curva gradual: 7%

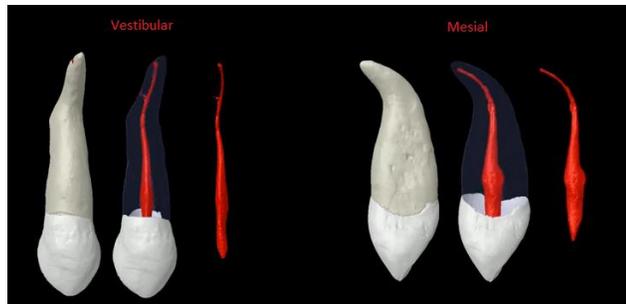


Fig. 3 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanatendod-grupo4a.wikispaces.com/Caninos>

### Primer Premolar Superior (Fig. 4)

Longitud promedio del diente: 21.8mm

#### Conducto:

- Un solo conducto con un agujero apical: 9%
- Dos conductos con un agujero apical: 13%
- Dos conductos con dos agujeros apicales: 72%
- Tres conductos con tres agujeros apicales: 6%

Curvatura radicular:

Dirección	Raíz sencilla	Bucal	Palatina
• Recta:	38%	28%	45%
• Curva distal:	37%	14%	14%
• Curva mesial:	0%	0%	0%
• Curva bucal:	15%	14%	28%
• Curva lingual:	3%	36%	9%
• Curva en bayoneta	0%	8%	0%

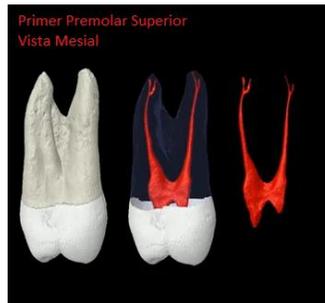


Fig. 4 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanatendod-grupo4a.wikispaces.com/Primer+premolar+superior>

### Segundo Premolar Superior (Fig. 5)

Longitud promedio del diente: 21mm

Conducto:

- Un solo conducto con un agujero apical: 75%
- Dos conductos con dos agujeros apicales: 24%
- Tres conductos: 1%

Curvatura radicular:

- Recta: 9.5%
- Curvatura distal: 27%
- Curvatura mesial: 1.6%
- Curvatura bucal: 12.7%
- Curvatura lingual: 4%
- Curvatura en bayoneta: 20.6%

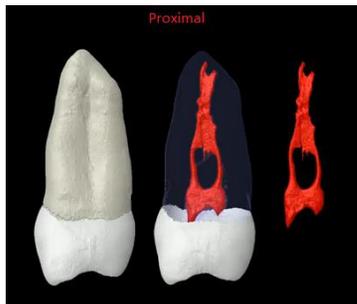


Fig. 5 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanattendod-grupo4a.wikispaces.com/Segundo+premolar+superior>

### Primer Molar Superior (Fig. 6)

Longitud promedio del diente:

Mesiovestibular	Distovestibular	Palatino
19.9mm	19.4mm	20.6mm

Conducto:

- Tres conductos: 41.1%
- Cuatro conductos: 56.5%
- Cinco conductos: 2.4%

Curvatura de las raíces:

Dirección	Palatina	Mesial	Distal
• Recta:	40%	21%	54%
• Curva distal:	1%	78%	17%
• Curva mesial:	4%	0%	19%
• Curva bucal:	55%	0%	0%
• Curva lingual:	0%	0%	0%
• Curva en bayoneta	0%	1%	10%

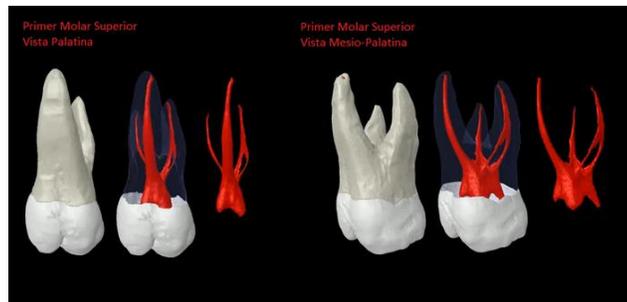


Fig. 6 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanattendod-grupo4a.wikispaces.com/Primer+Molar+Superior>

### Segundo Molar Superior (Fig. 7)

Longitud promedio del diente:

Mesiovestibular	Distovestibular	Palatina
20.2mm	19.4mm	20.8mm

Número de raíces:

- Tres: 54%
- Fusionadas: 46%

Conductos:

- Un conducto con un agujero apical: 9%
- Dos conductos: 37%
- Tres conductos: 54%

Curvatura de las raíces:

Dirección	Palatina	Mesial	Distal
• Recta:	63%	22%	54%
• Curva distal:	0%	54%	0%
• Curva mesial:	0%	0%	17%
• Curva bucal:	37%	0%	0%
• Curva lingual:	0%	0%	0%

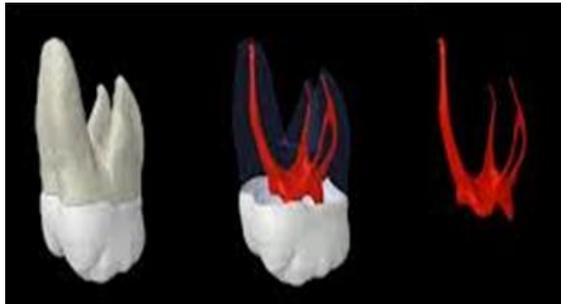


Fig. 7 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanatendod-grupo4a.wikispaces.com/Segundo+Molar+Superior>

### **Incisivos Central y Lateral Inferior (Fig. 8)**

Longitud promedio del diente:

Incisivo Central	Incisivo Lateral
21.5mm	22.4mm

Conductos:

	Incisivo central	Incisivo lateral
• Un conducto con un agujero	70.1%	56.9%
• Dos conductos un agujero	23.4%	14.7%
• Dos conductos dos agujeros	6.5%	29.4%
• Conductos laterales	5.2%	13.9%

Curvatura radicular:

- Recto: 60%
- Curva distal: 23%
- Curva mesial: 0%
- Curva labial: 13%
- Curva lingual: 0%



Fig. 8 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanatendod-grupo4a.wikispaces.com/Incisivos>

**Canino Inferior (Fig. 9)**

Longitud promedio del diente: 25.2mm

Conductos:

- Un conducto: 94%
- Dos conductos dos agujeros: 6%
- Conductos laterales: 9.5%

Curvatura radicular:

- Recto: 68%
- Curva distal: 20%
- Curva mesial: 1%
- Curva labial: 7%
- Curva lingual: 0%
- Curva en bayoneta: 2%

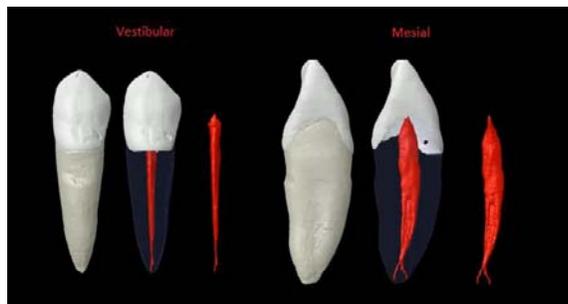


Fig. 9 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanatendod-grupo4a.wikispaces.com/Caninos>

**Primer Premolar Inferior (Fig. 10)**

Longitud promedio del diente: 22.1mm

Conductos:

- Un solo conducto con un agujero apical: 73.5%
- Dos conductos con un agujero apical: 6.5%
- Dos conductos con dos agujeros apicales: 19.5%

- Tres conductos: 0.5%

Curvatura radicular:

- Recto: 48%
- Curva distal: 35%
- Curva mesial: 0%
- Curva bucal: 2%
- Curva lingual: 7%
- Curva en bayoneta: 7%



Fig. 10 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanatendod-grupo4a.wikispaces.com/primer+premolar+inferior>

**Segundo Premolar Inferior (Fig. 11)**

Longitud promedio del diente: 21.4%

Conductos:

- Un solo conducto con un agujero apical: 85.5%
- Dos conductos con un agujero apical: 1.5%
- Dos conductos con dos agujeros apicales: 11.5%
- Tres conductos: 0.5%

Curvatura radicular:

- Recto: 39%
- Curva distal: 40%
- Curva mesial: 0%
- Curva bucal: 10%
- Curva lingual: 3%
- Curva en bayoneta: 7%
- Curva en la trifurcación: 1%

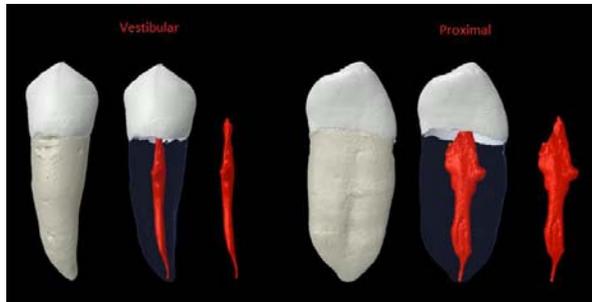


Fig. 11 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanattendod-grupo4a.wikispaces.com/Segundo+Premolar+Inferior>

### Primer Molar Inferior (Fig. 12)

Longitud promedio del diente:

Mesial	Distal
20.9mm	20.9mm

Raíces:

- Dos raíces: 97.8%
- Tres raíces: 2.2%

Conductos:

- Dos conductos: 6.7%
- Tres conductos: 64.4%
- Cuatro conductos: 28.9%

Mesial

Distal

- Dos conductos y un agujero apical: 40.5% un conducto: 71.1%
- Dos conductos y dos agujeros apicales: 59.5% dos conductos: 28.9%  
con un agujero: 61.5%  
con dos agujeros: 38.5%

Curvatura de las raíces:

Dirección	Mesial	Distal
• Recta:	18%	74%
• Curva distal:	84%	21%
• Curva mesial:	0%	5%
• Curva bucal:	0%	0%
• Curva lingual:	0%	0%



Fig. 12 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanatendod-grupo4a.wikispaces.com/Primer+Molar+Inferior>

## Segundo Molar Inferior (Fig.13)

Longitud promedio del diente:

Mesial	Distal
20.9mm	20.8mm

Raíces:

- Dos raíces: 76.2%
- Tres raíces: 2.2%
- Una raíz cónica: 8.3%
- Una raíz con forma de C: 8.5%

Conductos:

- Dos conductos: 6.7%
- Tres conductos: 64.4%
- Cuatro conductos: 28.9%

	Mesial	Distal
• Un conducto y un agujero apical:	13%	92%
• Dos conductos y un agujero apical:	49%	5%
• Dos conductos y dos agujeros apicales:	38%	3%

Curvatura de las raíces:

Dirección	Raíz sencilla		Raíz doble	
		Mesial	Distal	
• Recta:	53%	27%	58%	

• Curva distal:	26%	61%	18%
• Curva mesial:	0%	0%	10%
• Curva bucal:	0%	4%	4%
• Curva lingual:	2%	0%	0%
• Curva en bayoneta:	19%	7%	6%



Fig. 13 Morfología radicular y pulpar

<http://manualanatendod-grupo4a.wikispaces.com/Segundo+Molar+Inferior>

La dificultad en la preparación aumenta con el grado de curvatura radicular. El conducto o los conductos de mayor dificultad son los de la raíz mesiovestibular. Los conductos en forma de S, o de bayoneta, pueden resultar difíciles y problemáticos debido a que como mínimo presentan dos curvas, siendo la apical la más expuesta a las desviaciones anatómicas, a la pérdida de la longitud de trabajo y al riesgo de desprendimiento de instrumento<sup>2</sup>.

Pineda y Kutler realizaron una investigación en más de 7000 conductos con un promedio de 262 de cada grupo. Encontraron que solo el 3.1% de los conductos son rectos<sup>3</sup>, por lo que las curvaturas van a estar presentes en la mayoría de los casos, lo cual va a dificultar la instrumentación.

Otras de las variaciones que pueden complicar la instrumentación son las calcificaciones pulpares, son asintomáticas y no se identifican en las radiografía, salvo que sean extensas.

Clases:

- Difusas: Se caracteriza por una calcificación sin forma en la cámara pulpar y/o en el conducto. Microscópicamente aparece como un conglomerado o gran cantidad de gránulos intensamente basófilos. Es probable que una necrosis pulpar preceda a este tipo de calcificación.
- Nodular: Se llama cálculo pulpar, por lo general se localiza en la cámara pulpar. Pueden estar constituidos por dentina (dentículos verdaderos) o ser amorfos (dentículos falsos).

Las calcificaciones nodulares pueden ser libres, adheridas o incrustadas, según se encuentren libres en la pulpa, adheridas a la pared pulpar o incrustadas en la dentina.

Durante la preparación del conducto, el operador deberá tener presentes estas variaciones de lo normal<sup>4</sup>.

### **Métodos para medir curvaturas radiculares**

Los métodos para analizar las curvaturas resultan de gran utilidad ya que brindan información más precisa del nivel de complejidad de las mismas, permitiendo de esta manera, realizar una correcta selección del instrumental al momento de la preparación de conductos curvos<sup>5</sup>, disminuyendo con esto la incidencia de complicaciones que resultan en la preparación de estos conductos<sup>6</sup>.

Los conductos curvos fueron definidos por Schneider en el año 1971 como el ángulo formado por la proyección del eje dentario y la tangente del ápice radicular, según el ángulo se clasifican en tres categorías: leve ( $5^\circ$  ó *menos*), moderada (entre  $10^\circ$  y  $20^\circ$ ) y severa ( $25^\circ$  a  $70^\circ$ )<sup>7</sup> (Fig. 14).

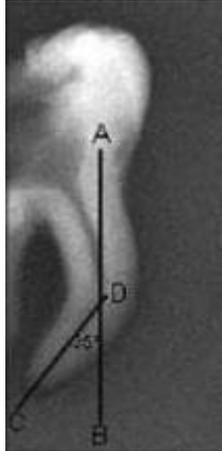


Fig. 14 Medición del ángulo de la curvatura según técnica de Schneider.

*Alcota M., Compán G., Salinas J.C., Palma A.M. Estudio comparativo in vitro de la transportación del canal radicular, utilizando tres sistemas rotatorios de Níquel-Titanio: HERO Shaper, Protaper Universal y RaCe. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 2011; 23(1).*

Otro método para determinar la angulación del conducto es el de Weine el cual consiste en trazar una línea recta desde el foramen hacia la porción coronal de la curva y una segunda línea es trazada desde el ápice hasta la porción apical de la curvatura, este ángulo formado se mide posteriormente.

Hankins *et al* desarrollaron un método para medir estas angulaciones el cual se conoce como técnica del “Eje Longitudinal” y va a consistir en trazar una línea paralela al eje longitudinal del diente, luego una segunda línea es trazada desde el ápice hasta la porción apical de la curvatura, y se mide el ángulo resultante<sup>5</sup>.

## 1.2 Instrumental

En la utilización del instrumental, el éxito depende de la forma en que se relacionan el material, su diseño y la técnica empleada con la fuerza ejercida sobre el instrumento. Los siguientes términos cuantifican las acciones y reacciones de esas fuerzas.

- *Estrés*: es la fuerza deformante medida en un área determinada.
- *Punto de concentración del estrés*: cambio brusco en la forma geométrica de una lima, como una muesca, que ocasiona un nivel de estrés más alto en ese punto que en el resto de la lima en que la forma es más regular.
- *Tensión*: la cantidad de deformación que experimenta una lima.
- *Límite de elasticidad*: es un valor establecido que representa la máxima tensión que al aplicarse en una lima permite que vuelva a sus dimensiones originales. Cuando se elimina la tensión las fuerzas internas residuales vuelven a cero.
- *Deformación elástica*: es la deformación reversible que no excede el límite de elasticidad.
- *Memoria plástica*: es una situación que se presenta cuando el límite de elasticidad es, sustancialmente, más alto, propio de los metales convencionales. Permite que un instrumento recupere su forma original después de haber sufrido deformación.
- *Límite de plasticidad*: es el punto en el que una lima plásticamente deformada se rompe.

Los instrumentos endodóncicos para preparar el conducto radicular pueden dividirse en seis grupos:

- **Grupo I:** instrumentos accionados manualmente, como escariadores y los tipos K y H.
- **Grupo II:** instrumentos de baja velocidad con una conexión tipo pestillo. Típicos de este grupo son las fresas Gates-Glidden (GC) y los ensanchadores Peeso. Normalmente se usan en la parte coronal del conducto y nunca en su curvatura.
- **Grupo III:** instrumentos rotatorios de níquel-titanio accionados por motor. Constan de una hoja rotatoria que puede utilizarse con seguridad y se adaptan a los conductos radiculares curvados. La mayoría de instrumentos de motor actuales son de este grupo.
- **Grupo IV:** instrumentos accionados por motor que se adaptan tridimensionalmente a la forma del conducto radicular. Igual que otros instrumentos de níquel-titanio, se adaptan a la forma del conducto radicular longitudinal, pero también transversalmente.
- **Grupo V:** instrumentos reciprocantes accionados por motor.
- **Grupo VI:** instrumentos ultrasónicos.

### **Grupo I: Instrumentos Manuales**

Por instrumentos manuales se entienden todos aquellos que se conocen genéricamente como limas. Las limas son instrumentos que ensanchan conductos mediante movimientos recíprocos de entrada y salida. Las limas y ensanchadores K se fabricaron al principio tomando un alambre con tres o cuatro superficies planas a profundidades crecientes, adquiriendo forma troncocónica; a continuación se fija un extremo del alambre y se torsiona el otro extremo hasta conseguir un perfil espiral. Más tarde, el empleo de acero inoxidable mejoró notablemente la calidad de los instrumentos. Después la introducción de las aleaciones de níquel-titanio (NiTi) en la fabricación de estos instrumentos ha significado una mejora trascendente en la conformación de

los conductos por su mayor flexibilidad en comparación con el acero inoxidable. Actualmente se comercializan limas de diferentes secciones transversales (Fig. 15)

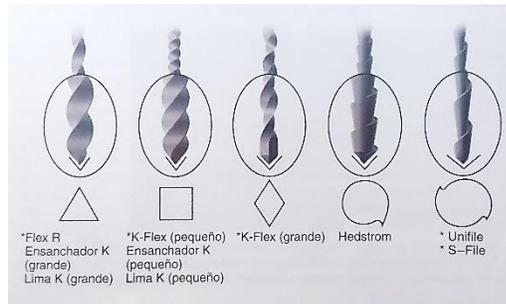


Fig. 15 Forma longitudinal y transversal de diferentes instrumentos manuales

*Torabinejad M., Walton R.E. Endodoncia. Principios y Práctica. 4ª ed. Barcelona. Editorial Elsevier Saunders; 2010. Pp. 206*

### *Limas Tipo K*

Las limas K de acero inoxidable se pueden curvar dándoles la forma ideal para facilitar la inserción y minimizar la transportación. Cuando las estrías se enroscan excesivamente o se abren en exceso, se produce una deformación permanente. Cuando se produce esta deformación, el instrumento debe dejar de usarse. Los instrumentos se fracturan durante el movimiento horario después de la deformación plástica (Fig. 16)

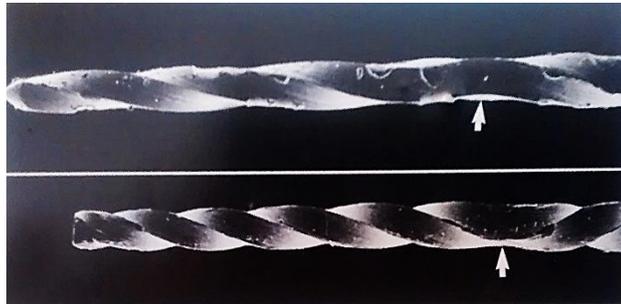


Fig. 16 Limas tipo K sometidas a tensión hasta la deformación

*Cohen S., Hargreaves K.M. Vías de la Pulpa. 10ª ed. Barcelona. Editorial Elsevier Mosby; 2011. Pp.232*

### *Limas K-flex*

Tienen un corte transversal romboidal o en forma de diamante. Las espirales o estrías son producidas por el mismo procedimiento de torsión empleado para producir el borde cortante de las limas tipo K. En comparación con las limas tipo K estas presentan mayor flexibilidad y eficiencia de corte. Los bordes cortantes en la sección superior de la limas están formados por los ángulos agudos del rombo y presentan mayor filo y eficacia cortante. Los bordes cortantes en la sección inferior están formadas por los ángulos obtusos de los rombos, proporcionando mayor área para la eliminación de mayor cantidad de residuos.

### *Limas Flex-R*

Se trata de un instrumento tipo K acordonado. Las estrías son más agudas y el ángulo de raspado es más negativo que en una lima tipo K tradicional y enroscada. La punta está bien redondeada. Roane, su diseñador, eliminó el ángulo de transición lo cual hace que pase más fácilmente por el conducto sin producir escalones.

### *Limas Tipo H*

Los instrumentos H tienen bordes estriados dispuestos de forma que solamente cortan en los movimientos de propulsión. El curvado de las limas Hedstrom origina puntos de concentración de tensión mayores que con las limas K. Estos puntos pueden propagar grietas y fractura por fatiga<sup>8</sup>.

### **Grupo II: Instrumentos rotatorios de baja velocidad**

Existen varios tipos de ensanchadores destinados a la preparación del conducto radicular o a la eliminación de materiales de obturación y la posterior preparación del espacio para el poste. La mayoría de ellos son fresas Gates-Glidden y ensanchadores Peeso. Puede ser de acero carbonado o de acero inoxidable. El acero inoxidable no tiene problemas de corrosión, pero se embota con las esterilizaciones y el uso repetido. Estos ensanchadores se encuentran en longitudes de 32 y 28mm (Fig. 17). Las fresas Gates-Glidden abren un acceso en línea recta suprimiendo el saliente de dentina y ensanchando rápidamente los tercios coronal y medio del conducto. Están fabricadas para que en caso de romperse sea por la parte más alta del vástago. Gracias a este diseño, resulta más fácil retirar del diente los instrumentos rotos; si la fractura se produjera cerca de la cabeza cortante, el instrumento podría bloquear el conducto. Es muy importante que giren sin interrupción<sup>9</sup>.



Fig. 17 Fresas trépano de Gates-Glidden  
de acero inoxidable

*Cohen S., Hargreaves K.M. Vías de la Pulpa. 10ª ed. Barcelona. Editorial Elsevier Mosby; 2011. Pp 233*

### **Grupo III: Instrumentos rotatorios de níquel-titanio**

Los conjuntos de instrumentos para realizar endodoncia rotatoria mecanizada son muchos. Algunos, con gran cantidad de instrumentos, son más complejos; otros son más simples. Pese a la gran variedad de sistemas existentes, aparecen en forma constante nuevas propuestas, ya que ninguno está exento de fracturarse y ofrece por si solo todas las características necesarias para lograr satisfacer todas las necesidades físicas y biológicas que conlleva la conformación del sistema de conductos radiculares. En la actualidad, por ejemplo, se comercializan instrumentos confeccionados con aleaciones de níquel titanio con tratamiento térmico denominadas *M-Wire* y *CM Wire*, que les confieren mejores propiedades físicas. Con independencia del sistema, la mayoría sigue principios semejantes y exige los mismos cuidados.

Las limas rotatorias de níquel-titanio permiten un mayor control en los conductos estrechos y curvos. Estos instrumentos no poseen un filo cortante y tienen menos tendencia a transportar la preparación apical<sup>10</sup>.

### **1.3 Técnicas de instrumentación**

Diferentes autores han descrito varias técnicas de instrumentación a lo largo del tiempo para lograr la limpieza y desinfección de los conductos radiculares. Todas ellas tienen ventajas y desventajas. Independientemente de la técnica que se utilice, siempre pueden producirse errores durante la limpieza y el modelado: pérdida de la longitud de trabajo, transporte apical, fractura del instrumento y perforaciones en banda. Por este motivo es necesario conocer correctamente estas técnicas para evitar accidentes durante la conformación y limpieza del conducto radicular.

#### ***Técnicas apicocoronales***

##### **Técnica Step-back**

En esta técnica, el concepto de la preparación mediante retrocesos de la longitud de trabajo. Esta permite mantener un diámetro apical del conducto de escaso calibre, creando una conicidad suficiente para conseguir la limpieza y desinfección de los conductos, sin deformar en exceso la anatomía original y poder obturarlo tras crear una adecuada morfología apical, se inicia permeabilizando el conducto con una lima K precurvada, el conducto se ensancha 3-4 calibres mediante limado lineal en sentido circunferencial, la última lima que instrumenta toda la longitud del conducto se le conoce como Lima Maestra Apical la parte más coronal de conducto se instrumenta con limas de calibre progresivamente superior en retrocesos para cada incremento

de calibre o step-back, se les ajusta un tope de silicona de tal modo que vaya creando una morfología cónica.

Ventajas:

- La anatomía apical es mantenida facilitando una mejor obturación

Desventajas:

- Obliteración apical
- Alteración de la LT
- Tendencia a la desviación del conducto

### **Limado Anticurvatura**

El ensanchamiento de la zona media de los conductos curvos mediante limado circunferencial, adelgaza en exceso la pared cóncava de los conductos provocando un peligro de perforación hacia la bifurcación radicular. Esta técnica consiste en efectuar la acción de limado lineal ejerciendo presión hacia la pared convexa del conducto, haciendo suave la curvatura, evitando el riesgo de perforar la pared cóncava del conducto.

### ***Técnicas coronoapicales***

#### **Técnica Step-down**

Lleva la siguiente secuencia:

1. Una vez permeabilizada la entrada al conducto con una lima 20, se inicia la preparación del tercio medio del conducto con fresas Gates Glidden número 4, 3, 2 y 1 hasta tener resistencia en la entrada cameral del conducto.
2. Se determina la longitud de trabajo.

3. Se prepara la zona apical con limas K.
4. Se instrumenta la zona del conducto que queda entre las fases anteriores con limas K o H en retrocesos progresivos.

### **Técnica Crown-down sin presión**

Lleva la siguiente secuencia:

1. Se inicia la instrumentación con una lima K de calibre 35 sin presión hacia apical.
2. Se toma una radiografía para comprobar si la resistencia es por estrechamiento o curvatura.
3. Se ensancha el acceso radicular con fresas Gates Glidden número 3 y 2 hasta tener resistencia en la entrada cameral del conducto.
4. Se continúa con una lima calibre 30 girándola en sentido horario dos veces.
5. Se repite el procedimiento con una lima de calibre inferior.
6. Se toma radiografía y se establece la longitud de trabajo.
7. El conducto se trabaja de un calibre mayor a uno menor<sup>11</sup>.

### **Técnica de fuerzas balanceadas**

Lleva la siguiente secuencia:

1. Después de determinar la conductometría o longitud de trabajo (LT), instrumentar con una lima tipo K 15 a la longitud de trabajo, con limado circunferencial (la técnica de fuerzas balanceadas tiene sentido en calibres por encima del número 20)
2. Introducir una lima tipo K del calibre elegido de acuerdo a la técnica de limpieza y conformación en el interior del conducto rotándola desde 90° hasta un máximo de 180° en sentido horario. El instrumento avanzará en sentido apical.

3. Rotar el instrumento en sentido antihorario un mínimo de  $120^{\circ}$ , habrá que ejercer ligera presión apical sobre dicho instrumento, de modo que se genere una acción de corte sobre las paredes del conducto. El movimiento de giro antihorario deberá ser lento, para permitir una mejor distribución de las fuerzas a lo largo de la lima.
4. Llegando a la longitud deseada, se procede a la fase de la limpieza. Para ello se realizan hasta dos rotaciones horarias completas del instrumento en el interior del conducto. Ello hace que las virutas de dentina se desplacen en sentido coronal, disminuyendo el riesgo de extrusión de restos a periápice.
5. La secuencia se repite con limas de calibre menor hasta alcanzar la constricción, ensanchando a la altura de la terminación apical hasta un diámetro suficiente<sup>12</sup>. (Fig. 18)

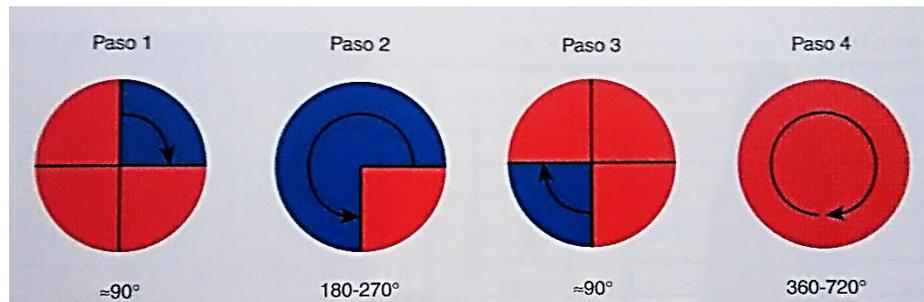


Fig. 18 Esquema de los movimientos del mango en la técnica de fuerzas balanceadas

Cohen S., Hargreaves K.M. *Vías de la Pulpa*. 10ª ed. Barcelona. Editorial Elsevier Mosby; 2011. Pp. 325

## 1.4 Accidentes en la Instrumentación

### 1.4.1 Formación de escalones.

Un “escalón” u “hombro” se define como un defecto en la instrumentación que se caracteriza por la formación de un socavado en un punto de las paredes del conducto radicular, generalmente al inicio de la curva radicular (Fig.19). Se forma cuando no se puede seguir negociando la longitud de trabajo y se pierde la permeabilidad original del conducto.

Causas:

- a) Un acceso inadecuado en línea recta al conducto
- b) Un ensanchamiento excesivo de un conducto curvo con las limas
- c) Irrigación insuficiente que produce un empaquetamiento de limallas en la porción apical del conducto.
- d) Mala elección de la técnica de instrumentación o no seguir la secuencia instrumental.



Fig. 19 Formación de escalón por una Incorrecta instrumentación

[http://www.wikiodonto.org/index.php?title=Manual\\_para\\_el\\_laboratorio\\_de\\_endodoncia](http://www.wikiodonto.org/index.php?title=Manual_para_el_laboratorio_de_endodoncia)

### **1.4.2 Creación de un conducto artificial**

Si nos desviamos de la trayectoria original del conducto radicular y creamos un conducto artificial podemos causar un escalón muy marcado; los factores iniciales son los mismos que intervienen en la formación de un escalón. Por consiguiente, para evitar la creación de conductos artificiales conviene seguir las mismas recomendaciones que para prevenir la formación de escalones. Los hechos desafortunados suelen producirse del siguiente modo: se crea un escalón y se pierde la longitud de trabajo correcta. El operador, impaciente por recuperar la longitud, perfora apicalmente con cada una de las limas, creando de ese modo un conducto artificial. Si persiste en su intento, la lima termina perforando la superficie radicular. La causa más frecuente de este problema es el uso agresivo de limas de acero inoxidable.

### **1.4.3 Perforaciones radiculares**

Las raíces pueden perforarse a diferentes niveles durante la limpieza y el modelado. El pronóstico de una perforación depende de su ubicación (apical, media o cervical) y de la fase del tratamiento. La respuesta periodontal a la lesión depende del nivel y el tamaño de la perforación. Las perforaciones durante las fases iniciales de limpieza y modelado conllevan un pronóstico bastante más desfavorable.

#### **Perforaciones apicales**

Se produce cuando la instrumentación del conducto sobrepasa la constricción apical. Se sobrepasa o rompe el agujero apical si se utiliza una longitud de trabajo incorrecta o no se mantiene la longitud de trabajo correcta. Los indicadores de que ha perforado el agujero apical son la aparición de sangre fresca en el conducto o en los instrumentos, la aparición de dolor durante la

preparación del conducto en un diente asintomático hasta ese momento, y la pérdida repentina del tope apical.

#### Perforaciones laterales

No siempre es posible negociar los conductos con escalones, y si la fuerza y la presión que se aplican sobre la lima siguen una dirección equivocada, puede formarse un conducto artificial y, en última instancia, una perforación apical o mesorradicular<sup>9</sup>. (Fig. 20).



Fig. 20 Perforación radicular lateral

[http://www.wikiodonto.org/index.php?title=Manual\\_para\\_el\\_laboratorio\\_de\\_endodoncia](http://www.wikiodonto.org/index.php?title=Manual_para_el_laboratorio_de_endodoncia)

#### 1.4.4 Preparación inadecuada del conducto

Conformación del conducto más allá de su extremo (sobreinstrumentación) lo cual lesiona al periodonto, creándose un ápice abierto con mayor probabilidad de sobreobturación y falta de sellado apical.

La sobreinstrumentación puede dar lugar al debilitamiento de la raíz, la preparación debe corresponder con el tamaño, forma y curvatura del diente.

### 1.4.5 Fractura de instrumentos

Todos los instrumentos utilizados en el tratamiento de conductos radiculares son susceptibles a sufrir fractura, estas fracturas pueden ocurrir en diferentes tercios radiculares, más comúnmente en el tercio apical.

Gracias a que en el presente la mayoría de los instrumentos son de acero inoxidable, segmentos de instrumentos fracturados, pueden quedar incorporados en algunos casos al relleno definitivo del conducto ya que resisten relativamente bien la corrosión. El pronóstico a largo plazo de una diente que presente un segmento de instrumento fracturado en su interior que no pudo ser retirado, va a depender del diagnóstico inicial de diente, instrumentación del conducto, ubicación del fragmento y el sellado del conducto.

Debido a la flexibilidad, resistencia limitada de los instrumentos endodóncicos, y a su empleo inapropiado, puede producirse la fractura de los instrumentos. Aunque es posible la fractura de cualquier instrumento al interior del conducto durante la instrumentación de éste, las limas y escariadores son los que se fracturan con mayor frecuencia.

Las claves principales para la detección de un instrumento fracturado en el interior del conducto son:

- Verificar longitud del instrumento (presencia de instrumento corto con extremo romo recién cortado).
- No llegar a la longitud de trabajo con el instrumento.
- Confirmación radiográfica.

## **2. Fractura de instrumentos**

La fractura de limas de acero inoxidable y escariadores generalmente es asociada al uso excesivo de éstas y su posterior distorsión. Éstos signos permanentes de deformación son más frecuentes en las limas de acero inoxidable que en los instrumentos rotatorios de níquel titanio por lo que éstos se asocian a fracturas sin alguna advertencia. Existen diferentes tipos de fracturas; por torsión, fatiga flexional o una combinación de ambas<sup>8</sup>.

### **2.1 Mecanismos de fractura**

En general, los instrumentos rotatorios se fracturan de dos modos distintos: por torsión y por flexión. La fractura por torsión ocurre cuando la punta del instrumento permanece fija en el conducto mientras el mango sigue rotando, con lo que ejerce un torque suficiente para fracturar la punta. Esto puede ocurrir también cuando la rotación del instrumento se frena lo suficiente en relación con su diámetro transversal. Por el contrario, la fractura por flexión ocurre cuando la carga cíclica conduce a la fatiga del metal. Este problema impide la fabricación de instrumentos endodóncicos de acero inoxidable para rotación continua, debido a que el acero desarrolla fatiga cíclica después de sólo unas cuantas vueltas. Los instrumentos de NiTi pueden soportar varios cientos de ciclos de flexión antes de fracturarse, pero pueden seguir fracturándose en el entorno endodóncico después de un número bajo (menos de 10.000) de ciclos.

Las pruebas de carga sucesiva y fatiga cíclica de los instrumentos endodóncicos no están descritos siguiendo las normas pertinentes. Inicialmente, los instrumentos rotatorios como las fresas Gates-Glidden fueron

probados aplicando una flexión predeterminada. En las fresas GG, una flexión de 2mm de la punta del instrumento condujo a gamas de resistencia a la fatiga variables entre 21.000 (fresas nº 1) y 400 revoluciones (fresas nº 6). En otro estudio, las limas manuales de acero inoxidable y de NiTi fueron rotadas hasta romperse en tubos de acero con una curvatura aguda de 90<sup>0</sup> y un radio no especificado. Bajo estas condiciones, los instrumentos de acero inoxidable de tamaño nº 40 se fracturaron tras menos de 20 rotaciones, mientras que varias limas de NiTi del mismo tamaño soportaron hasta 450 rotaciones.

Se ha intentado utilizar pruebas según normas, especificaciones, tolerancias y otros parámetros físicos para los instrumentos manuales de acero inoxidable, como las limas K y Hedstrom. Sin embargo, no existen normas comparables para los instrumentos rotatorios. En consecuencia, se han diseñado varios modelos para evaluar las propiedades específicas de los instrumentos rotatorios de NiTi, entre ellas el torque con el que se produce la fractura, la resistencia a la fatiga cíclica y otras. Estos sistemas pueden evaluar simultáneamente el torque que produce la fractura, la fuerza axial con el torque de trabajo y la fatiga cíclica.

Cuando se analizan los factores clínicos participantes en la fractura del instrumento, se deben tener en cuenta tanto la carga de torsión como la fatiga cíclica. Sin embargo, no se trata de entidades separadas, especialmente en conductos curvos. Trabajar con un instrumento con un torque alto puede disminuir su resistencia a la fatiga cíclica. A la inversa, se ha demostrado que el estrés cíclico previo reduce la resistencia a la torsión de las limas de acabado ProTaper, además de K3 y MTwo<sup>6</sup>.

## 2.2 Forma austenítica y martensítica

El efecto unidireccional de memoria fue observado por primera vez por Chando y REad en 1951 en una aleación de Oro-Cadmio, y en 1963 Buehler *et al.* describieron este efecto para nitinol, que es una aleación equiatómica de Níquel-Titanio. Este efecto en metales y cerámicas está basado en un cambio en la estructura cristalina, llamado transición martensítica de fases.

La aleación de níquel-titanio usada en la fabricación de instrumentos de preparación del canal radicular contiene aproximadamente un 56% de níquel y un 44% de titanio. Esta composición da origen a una relación atómica de 1:1 de los componentes principales y, como con otros sistemas metálicos, esta aleación se presenta en varias formas cristalográficas. El término genérico para esta aleación es Nitinol-55 y tiene la particularidad de modificar su tipo de unión atómica, lo que ocasiona cambios únicos y significantes en sus propiedades mecánicas y disposición cristalográfica. Estos cambios ocurren en función de la temperatura y el estrés. Estas características ocurren como resultado de la transición de una forma austenítica a una martensítica en la aleación de NiTi, características denominadas como memoria de forma (Fig.21) y superelasticidad.

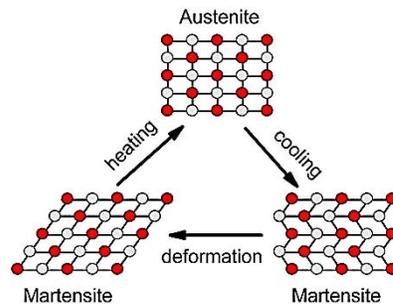


Fig. 21 Representación del efecto de memoria de forma.

<http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/18219512/Metales-con-memoria-y-un-truco-que-te-vuela-el-cerebro.html>

La aleación de Nitinol posee la particular característica que cuando se enfría a través de un intervalo crítico de temperaturas de transformación (ITT), la aleación muestra cambios dramáticos en su módulo de elasticidad (rigidez), límite elástico y la resistividad eléctrica como un resultado de los cambios en la unión de electrones. Mediante la reducción o enfriamiento de la temperatura a través de este intervalo, se produce un cambio en la estructura cristalina conocido como la transformación martensítica.

El efecto memoria de forma es tanto térmico como mecánico. La martensita se forma inicialmente enfriando y deformando, esto es, el efecto memoria de forma causado por calentamiento. Considérese ahora otro tipo de memoria de forma que es independiente de la temperatura: la superelasticidad.

La transición desde una fase martensítica a una austenítica también ocurre como resultado de la aplicación de un estrés, como lo que sucede durante la preparación del canal radicular. En la mayoría de los metales cuando una fuerza externa excede una cantidad determinada se genera un deslizamiento dentro de la red, causando deformación permanente; sin embargo, en las aleaciones de níquel-titanio una transformación martensítica inducida por estrés ocurre en vez del desplazamiento. Esto ocasiona:

- Un cambio volumétrico asociado con la transición de una fase a otra.
- La tasa del aumento de la tensión se nivela debido a la deformación progresiva incluso si la tensión se suma debido a la transformación martensítica. Esto da como resultado el llamado efecto de superelasticidad, un movimiento que es similar a la deformación por deslizamiento.
- Recuperación elástica cuando la tensión disminuye o se detiene sin que ocurra deformación permanente. La recuperación elástica se

define como el grado en el que un material vuelve a su forma original después de la deformación, es decir, un retorno a la fase austenita, siempre que la temperatura esté dentro de un rango específico.

La formación de martensita es un proceso termoelástico, lo que quiere decir que hay una equivalencia entre la temperatura y la tensión: un decrecimiento en la temperatura es equivalente a un crecimiento de la tensión, ambas estabilizando la martensita.

El NiTi puede tener tres formas diferentes:

- Austenita: no es elástico
- Martensita: es relativamente suave y puede ser fácilmente deformado
- Martensita inducida por el estrés: es muy elástica

### **2.3 Límites de torsión**

El límite de torsión es el par de torsión máximo que puede aplicarse a un instrumento <bloqueado> hasta alcanzar el punto de ruptura (separación). Obviamente, el instrumento debe ser bastante resistente para poder girar y actuar con fuerza sin romperse dentro del conducto. Se han establecido unos valores estándar para los límites rotacionales (punto de ruptura) de los instrumentos manuales de acero al aplicar diferentes fuerzas. Los de menor tamaño (inferiores del nº 20) pueden soportar un mayor número de giros sin romperse que los instrumentos de mayor tamaño (por encima del nº 40).

Las limas rotatorias tipo K poseen unas propiedades físicas y de trabajo diferentes a las limas afiladas-retorcidas, pero no existen diferencias entre ambas en términos de resistencia a la torsión. Sin embargo, las limas

mecanizadas son más frágiles y experimentan menos deformación plástica antes de romperse. Por consiguiente, debido a esta tendencia a una deformación menos visible antes de la ruptura hay que tomar más precauciones cuando se utilizan limas rotatorias para evitar que falle el instrumento.

En condiciones experimentales, las limas de níquel-titanio (todas ellas mecanizadas) demuestran mayor resistencia a la fractura que las de acero inoxidable. La especificación nº 101 de ADA/ANSI ha establecido nuevos parámetros de torsión para todos los instrumentos rotatorios de níquel-titanio y acero inoxidable<sup>9</sup>.

## **2.4 Factores**

### **2.4.1 Técnica de instrumentación**

Se ha propuesto que el uso de la técnica Crown-down con el uso de limas manuales de acero inoxidable antes de utilizar instrumentación rotatoria de NiTi ha disminuido la frecuencia de fracturas. Este tipo de instrumentación reduce el estrés torsional que se genera en instrumentos más pequeños<sup>8</sup>. Es necesario que se lleve a cabo correctamente la secuencia de instrumentación

### **2.4.2 Dinámica en el uso de los instrumentos**

Torque: Los motores con control de torque son generalmente recomendados para el uso de instrumentos rotatorios. Estudios han demostrado que los motores que funcionan debajo del límite elástico de las limas han disminuido las fracturas. Otro estudio investigó tres niveles de control de torque (alto, moderado y bajo) durante la preparación de conductos el cual demostró que

ante un operador inexperimentado las tasas de fractura disminuyeron con un nivel de control de torque bajo.

Velocidad de rotación: Estudios revelan que la velocidad no produce un cambio significativo en la incidencia de fracturas. Sin embargo, los fabricantes recomiendan una cantidad de rotaciones por minuto (rpm) que usualmente es entre 250-600 rpm, estas van a depender del diseño y de la aleación del instrumento<sup>10</sup>.

### **2.4.3 Órgano dentario y anatomía del conducto radicular**

#### **Ángulo de curvatura del conducto**

Clínicamente, la fatiga de un instrumento se puede relacionar con el grado de la flexión de éste cuando se encuentra en un conducto curvo. El conducto presenta un mayor grado de curvatura, la fatiga cíclica del instrumento es mayor y la vida del instrumento es menor.

#### **Radio del conducto curvo**

El radio del conducto es un factor importante en conjunto con el ángulo de curvatura. Se ha reportado que la tasa de instrumentos separados aumenta conforme el radio en la zona de la curvatura disminuye<sup>13</sup>.

Pruebas de fatiga cíclica en instrumentos rotatorios han demostrado que las fracturas ocurren en el punto máximo de flexión, el cual corresponde al punto de mayor curvatura que se presenta en los órganos dentarios. La mayoría de los instrumentos se fracturan en el tercio apical del conducto, ya que esta es el área de mayor curvatura y de menor diámetro.

Entre más compleja sea la anatomía del conducto radicular, aumenta la probabilidad de fractura torsional (Fig. 22). El diámetro de un conducto curvo

generalmente es menor en los molares lo que disminuye la habilidad de un instrumento a la resistencia de fuerzas de torsión.



Fig. 22 Variaciones de las raíces

<http://gsdl.bvs.sld.cu/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0estomato--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1l--11-1l-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-00-00&a=d&cl=CL1&d=HASH01be2f72f5d5c77638fcc9c1.11.12.4>

Ungerechts C. *et al* realizó un estudio retrospectivo a 10 años en el que se evaluó la incidencia de la fractura de instrumentos comparativo entre grupos de órganos dentarios, conducto, curvatura y número de instrumento.

Se obtuvo como resultado que en 10 años el 1% de los instrumentos han sufrido fracturas. El porcentaje de fractura en molares es mayor comparado con premolares e incisivos o caninos. Los molares usualmente tienen más conductos curvos en comparación con incisivos, caninos y premolares. La mayoría de la fractura de instrumentos ocurre en el conducto mesio-bucal de los molares. Casi el 50% de las fracturas se localizaron en el conducto mesial de los molares inferiores con técnicas de instrumentación manual. Para limas rotatorias de níquel titanio el 61.5% de fracturas de molares en maxilar y el 57.7% en mandíbula se localizaron en el conducto mesio-bucal. El 76.5% de los fragmentos se localizaron en el tercio apical del conducto<sup>14</sup>.

#### 2.4.4 Esterilización y desinfección

El impacto de la esterilización sobre los instrumentos es contradictoria. Algunos estudios reportan que a consecuencia de múltiples ciclos de esterilización/autoclave, los instrumentos de níquel titanio muestran evidencia de grietas e incremento en la profundidad de irregularidades de la superficie, así como disminución en la eficiencia de corte. Sin embargo, existen debates con otros estudios que muestran que no afecta significativamente en la incidencia de fracturas.

Plotino G. *et al* establecen que los ciclos repetidos de esterilización no tienen una influencia en las propiedades mecánicas de los instrumentos de NiTi con excepción de los prototipos de instrumentos rotatorios K3 XF que demuestran un incremento significativo en la resistencia a la fatiga cíclica<sup>15</sup>. Se ha reportado que la esterilización tiene efectos positivos en la fatiga de limas, revirtiendo efectos de estrés sobre esta. Sin embargo, por las temperaturas que se necesitan para que esto ocurra es poco probable que esto suceda en la práctica.

Se ha postulado que el efecto corrosivo que el hipoclorito de sodio tiene sobre el conducto radicular puede tener un impacto negativo en las propiedades mecánicas de los instrumentos NiTi. Por otro lado, se ha argumentado que a pesar del efecto corrosivo que se presenta sobre estos instrumentos no se ha incrementado la prevalencia en la fractura de instrumentos.

Se hizo un estudio para investigar el efecto del hipoclorito de sodio (NaOCl) en el torque y la resistencia a la fatiga de dos tipos de limas NiTi, Profile y Race. Se colocaron en NaOCl al 5.25% durante 1 o 2 horas a temperaturas de 21°C y 60°C. La resistencia a la fatiga cíclica se determinó contando las rotaciones antes de que se fracturaran en una curva de 90° y 5mm de radio.

La resistencia torsional de ambos no se afectó significativamente, con excepción de su inmersión después de 2 horas a 60°. La resistencia a la fatiga cíclica disminuyó significativamente, fracturas espontáneas ocurrieron en 28 de 160 limas<sup>16</sup>.

#### **2.4.5 Aleación de metal**

Se ha reportado según estudios que las limas de NiTi son tres veces más fuertes, más flexibles y tienen mayor resistencia a la fractura torsional en comparación con las limas de acero inoxidable.

Las propiedades mecánicas de las aleaciones de níquel-titanio pueden ser mejoradas alterando la microestructura mediante un trabajo en frío y tratamientos de calor. De este modo se han desarrollado, a través de un procedimiento termomecánico especial, nuevas limas endodónticas con propiedades superiores. Este tratamiento les confiere a los instrumentos mejor resistencia a la fatiga flexural en comparación con otras limas de diseño y tamaño similar hechas de níquel-titanio convencional.

La fase martensítica tiene propiedades únicas que la hacen ser un material ideal para muchas aplicaciones. La forma martensítica del NiTi tiene remarcable resistencia a la fatiga. Instrumentos en esta fase pueden ser fácilmente deformados y todavía recuperar su forma calentándolas por sobre la temperatura de transformación. La explicación para esto es que el calentamiento transforma el metal temporalmente a una fase austenítica y la hace superelástica, lo que permite que la lima retome la forma original antes de enfriarse nuevamente. Las propiedades de los materiales son el principal determinante de la resistencia a la fatiga. Los instrumentos de CM Wire y M-Wire han aumentado las temperaturas de transformación de austenita.

- M-Wire fue introducida el 2007 y es producida por la aplicación de una serie de tratamientos de calor a alambres en blanco NiTi. Los instrumentos M-Wire incluyen la GT Series X, Profile Vortex y Vortex Blue.
- En 2008, un nuevo proceso de manufacturación fue también desarrollado por SybronEndo para crear el instrumento endodóntico TF. De acuerdo al fabricante, estos instrumentos fueron desarrollados mediante la transformación de un alambre NiTi bruto desde una fase austenita en una Fase R, a través de un proceso térmico.
- CM-Wire es una aleación NiTi nueva, con propiedades flexibles que fue introducida el 2010. Las limas CM NiTi han sido fabricadas usando un proceso termomecánico especial que controla la memoria del material, generando limas extremadamente flexibles pero sin la memoria de forma de las otras limas NiTi. HyFlex y TYP son instrumentos fabricados a partir de CM-Wire<sup>17</sup>.

#### **2.4.6 Número de usos**

No hay acuerdos en la literatura con respecto al número de veces que se utilice una lima en relación con las fracturas. No se recomienda el uso de instrumentos manuales de bajo calibre más de dos veces. Sin embargo, ni siquiera los instrumentos más delgados se pueden utilizar más de una vez sin el temor a la fractura, especialmente cuando hay una distorsión visible (Fig.23). Las limas Profile se pueden utilizar hasta 10 veces en conductos simulados sin sufrir fractura. En un estudio posterior, éstos instrumentos se utilizaron en cuatro molares estableciéndose como seguros. Un estudio clínico reciente ha indicado que las limas rotatorias ProTaper se pueden usar por lo menos cuatro veces. Arens *et al* examinaron un total de 786 instrumentos rotatorios

utilizados una sola vez. El 14% de los instrumentos mostró defectos en su estructura y un 7% sufrieron fracturas.



Fig. 23 Defectos en limas K-file #10 y #15 y lima rotatoria ProTaper después de un solo uso

*IngleJ.I., TaintorJ.F. Endodoncia. 3ª ed. México D.F. Editorial Interamericana; 1988. Pp. 109*

## 2.5 Tratamiento

### 2.5.1 Retirar instrumento

Se describen en la literatura diferentes métodos para lograr el retiro de un instrumento fracturado como: aplicación de Medios Químicos, Forceps Especiales, instrumentos para remoción de instrumentos como el Kit Masseran (Fig. 24), el Endo Extractor Brassler, etc., sin que ninguno garantice su eficacia.



Fig. 24 Kit Masseran para remoción con instrumento separado

*Sanheev K., Neerja K., Sanjay P., Pratibha A. Retrieval of separated instrument with instrument removal system. Journal of ICDRO. 2012; 4(1): 21-24.*

Procedimiento para el retiro de un instrumento fracturado:

- a) Determinar ubicación y tamaño del fragmento de instrumento en el conducto radiográficamente.
- b) Aplicar EDTA en el conducto radicular.
- c) Llevar al conducto un instrumento fino N°10.
- d) Buscar cuidadosamente alrededor del fragmento, el más mínimo resquicio o espacio por el cual se puede intentar sobrepasarlo.
- e) Ubicar el lugar, iniciar el sobrepase meticulosamente, verificando la trayectoria del instrumento por medio de radiografías sucesivas. Hay que tener presente que existe el peligro de formar una falsa vía.
- f) Conseguido el pase al segmento apical, debe instrumentarse con sumo cuidado sobre la pared del conducto abriendo espacio para instrumento de mayor calibre, no debe retirarse el instrumento hasta no haber logrado un pase fácil de un segmento del conducto a otro.
- g) Continuar con la preparación del conducto limando finalmente, tanto las paredes del canal como el mismo fragmento del instrumento. En algunos casos, durante este proceso de ensanchamiento, se produce el desprendimiento del fragmento y su eliminación.
- h) No debe intentarse retirar el fragmento con la ayuda de piezas de mano de alta o baja velocidad, por el peligro inminente de fabricar una falsa vía en el conducto.

### ***Sistemas de extracción de instrumentos***

Instrument Removal System (IRS) Dentsply (Fig. 25)

Esta opción constituye un gran avance para la recuperación de instrumentos fracturados y alojados en el tercio apical conducto radicular. El IRS está indicado cuando los esfuerzos con ultrasonido no resultan exitosos, y puede emplearse para retirar instrumentos rotos alojados en la porción recta del conducto o parcialmente en la curvatura. Este sistema está formado por microtubos de diversos tamaños con fiadores a modo de cuñas. El microtubo posee un mango pequeño para aumentar la visión, y su extremo distal está fabricado con un ángulo de 40 grados biselado y una ventana lateral. Antes de utilizar el IRS, se deben realizar el acceso coronal y radicular, y exponer con el uso de instrumentos ultrasónicos 2 a 3mm del fragmento, o si es posible un tercio de su longitud total. Luego se selecciona la microcánula que pueda deslizarse pasivamente dentro del conducto y sobre el instrumento expuesto. Se introduce la microcánula, en los casos de curvaturas del conducto, la porción larga del extremo biselado se aplica a la pared externa del conducto para recoger el extremo del instrumento roto y guiarlo hacia el interior de la luz. Luego se introduce el tornillo a través del extremo abierto del tubo y se desliza hacia abajo hasta que entra en contacto con el instrumento. El fragmento se engrana y fija girando el tornillo del mango del fiador en el sentido de las agujas del reloj. La rotación progresiva afirma y con frecuencia desplaza la cabeza de la lima fracturada a través de la ventana de la microcánula.



Fig. 25 Microtubo IRS Dentsply  
 (<http://www.endoruddle.com/IRSd>)

#### Kit de Masserann

Consiste en un número de trépanos con diámetros de 1.1 a 2.4 mm. Los trépanos son tubos huecos diseñados para cortar un canal alrededor del fragmento de metal. Estos trépanos están diseñados para ser utilizados con una rotación en sentido antihorario. Contribuyen a la remoción de cualquier material roscado que tenga una rosca convencional. Generalmente el conducto tiene que cortarse como mínimo hasta la mitad de la longitud del fragmento antes de que se afloje suficientemente para permitir su extracción. Se recomienda que el trépano sea operado manuablemente, usando el mango especial provisto y no conectado en una pieza de mano. Se usa el calibrador de espesor del kit para determinar el tamaño del trépano requerido. La pasta EDTA ayudará a lubricar y reblandecer la dentina. Si el fragmento es demasiado grande para el extractor, entonces un trépano más pequeño puede forzarse sobre el extremo del fragmento sujetándolo lo suficientemente firme para permitir su retiro del conducto<sup>18</sup>.

Otra alternativa utilizada actualmente es la de los Instrumentos Ultrasónicos finos (Fig. 26) que aflojan los fragmentos rotos facilitando así el retiro de

ellos. Se selecciona el instrumento ultrasónico, según la profundidad a la que se encuentra el fragmento y el espacio disponible. Este instrumento se activa a la potencia mínima y se utiliza sin agua, para obtener una visión constante de la punta funcionando y del instrumento fracturado. El instrumento seleccionado se mueve ligeramente alrededor del instrumento en sentido contrario de las agujas del reloj. Esta acción ultrasónica expulsa restos de dentina y trepana unos pocos milímetros coronales alrededor del instrumento. Por lo general durante el uso del ultrasonido el fragmento comienza a aflojarse, desenroscarse y girar. Si se ejerce una suave acción de palanca con la punta entre la lima y la pared del conducto, en ocasiones el instrumento sale repentinamente del interior del mismo. Existe la posibilidad de utilizar microscopía y puntas de diamante finas especiales, creando con ellas un túnel alrededor del instrumento fracturado, el que luego puede hacerse vibrar y desalojarlo.



Fig. 26 Extracción de instrumento fracturado usando puntas ultrasónicas  
*Nageswar R. Endodoncia Avanzada. 1ª ed. India: Editorial Amolca; 2011.Pp. 344.*

Un estudio de Cviki B. *et al* demuestra que el uso de láser Nd:YAG también es útil para la remoción de instrumentos, sin embargo se demostró que se necesita una longitud mínima de 1.5mm del instrumento fracturado para que se logre una conexión, aunque en un 30% de los casos después de haber

logrado una conexión, al aplicar una fuerza para la remoción, esta conexión se perdió<sup>19</sup>.

También, se puede recurrir a un abordaje quirúrgico para el retiro de un instrumento fracturado en el tercio apical del conducto. Si se logra ver el instrumento se podrá impulsar al interior del conducto con una pinza hemostática o mosquito, luego se extrae el fragmento por la cavidad de acceso con un pequeña lima hedstrom.

Si hay fractura del instrumento fuera del ápice es factible la cirugía periapical (Fig. 27). Puede retirarse quirúrgicamente mediante apicectomía y obturación retrógrada, considerando realizar previamente la limpieza, conformación y obturación del conducto. Si el fragmento no llega hasta el ápice, no es necesario extraerlo. De hecho, podemos destruir demasiada estructura radicular al intentar recuperarlo. A menudo, los fragmentos quedan alojados en el ápice o sobresalen por el mismo pueden extraerse durante la cirugía, lo que facilita considerablemente la preparación apical y la obturación radicular.

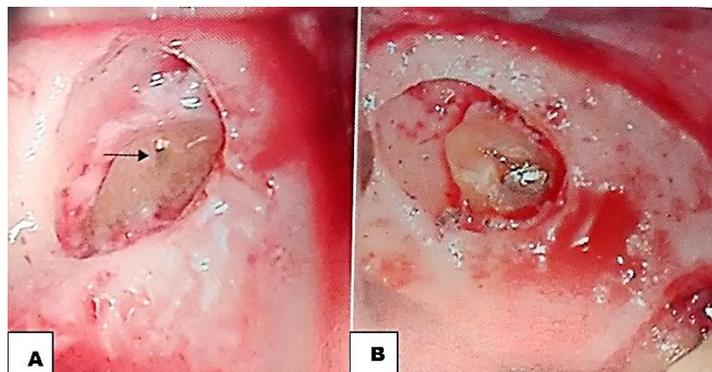


Fig. 27 A. Punta del instrumento fracturado (flecha) B. Corte apical que hizo posible visualizar el instrumento fracturado.

*Gutmann J.L., Lovdahl P.E Solución de problemas en endodoncia. 5ª ed. Barcelona, España. Editorial Elsevier Mosby; 2012. Pp. 338*

### **2.5.2 No retirar el instrumento**

El método más seguro para eliminar un instrumento fracturado es intentar sobrepasar el segmento con una lima N° 10 después de aplicar EDTA en dentina de la zona. Para colocar una cantidad efectiva de EDTA se requiere que el conducto sea ensanchado con una serie de limas o de fresas Gates-Glidden. El agente quelante debe dejarse en el conducto durante 5 minutos antes de intentar pasar junto al instrumento fracturado.

Se introduce en el conducto una lima N° 10 con una suave curvatura en su extremo, se aplica una leve presión hacia apical, se gira un cuarto de vuelta hasta que la punta encuentre algún espacio entre la pared del conducto y el instrumento fracturado, la lima N° 10 podrá pasar junto al fragmento fracturado del instrumento, ampliando gradualmente este espacio. Luego a la lima N° 10 se le elimina 1 mm de su punta con el fin de que el extremo sea equivalente a una lima N° 15 en diámetro, pero conservando la flexibilidad de la lima N°10, el peligro que presenta esta modificación de la lima es la perforación de la pared lateral del conducto.

Se llega hasta longitud de trabajo con una lima N°20 agrandando el espacio junto al obstáculo. No usar una lima de mayor diámetro ya que podría causar distorsiones severas del conducto. Es importante obturar el conducto con Técnica de la gutapercha reblandecida. Cuando un instrumento se fractura en el tercio apical del conducto, habrá pocas probabilidades de retiro. Ocasionalmente, podrá ser superado pasando a su lado.

## **3. Consecuencias y Complicaciones**

Ingle ha demostrado que menos del 1% de los fracasos endodóncicos son atribuibles a fractura de instrumentos.

El pronóstico en un diente con un instrumento fracturado durante el tratamiento de conductos y los retratamientos ha sido investigado en pocos estudios los cuales se basan en un pequeño o desconocido número de casos. Esto no nos permite una comparación con otros estudios<sup>20</sup>. Existen algunos estudios más controlados como es el de Crump y Natkin, Grossman y Spili *et al.*

Grossman encontró que si se trataba de dientes vitales, el pronóstico era prácticamente el mismo con instrumentos fracturados o sin ellos; en dientes con pulpa necrótica pero sin presentar rarefacción periapical hubo poca diferencia entre los de instrumento fracturado y sin él, pero cuando existía una zona de rarefacción periapical, la diferencia fue mayor.

Crump y Natkin, estudiaron el pronóstico de casos en los que se habían fracturado instrumentos en forma inadvertida dentro del conducto radicular, comunicaron que los casos de conductos con instrumentos fracturados se obturaban con los mismos resultados satisfactorios que una serie comparable de casos obturados de manera común<sup>21</sup>. Otros autores establecen que en aquellos casos en que no es posible retirar el fragmento del instrumento fracturado, el pronóstico dependerá de tres factores:

### **3.1 Diagnóstico inicial de la lesión pulpar.**

En los casos de dientes vitales, el pronóstico es alentador. De haber retirado el máximo de tejido pulpar se puede obturar el conducto con la preparación realizada hasta el lugar de la fractura del instrumento. El fragmento quedará incorporado como parte de la obturación.

En los dientes infectados la situación es más complicada. Si la fractura se produce luego de haber realizado una limpieza aceptable, puede intentarse completar la instrumentación del segmento cervical y obturar el conducto. La situación más favorable en estos casos es cuando el fragmento queda obturando el segmento apical.

Si la preparación biomecánica no fue suficiente para lograr una limpieza correcta del conducto en un diagnóstico de necrosis pulpar, será necesario sobrepasar el fragmento para alcanzar el segmento apical, en caso contrario, aumenta el riesgo de fracaso en el tratamiento.

### **3.2 Grado de preparación biomecánica del conducto radicular alcanzado al momento de la fractura.**

El pronóstico de un diente con un instrumento fracturado dependerá de la magnitud del conducto no debridado ni obturado en sentido apical, que incluye al segmento fracturado.

Cuando el instrumento fracturado se rompe en la fase final de la instrumentación, cerca de la longitud de trabajo y posee un diámetro grande, el pronóstico será favorable, en cambio, si se fractura un instrumento pequeño, lejos del ápice o fuera del foramen apical y en un conducto sin instrumentación, el pronóstico será desfavorable.

Los estudios clínicos señalan que el pronóstico de casi todos los casos con instrumentos fracturados equivale al de la terapéutica ordinaria, si son tratados de manera conveniente.

### 3.3 Ubicación del fragmento dentro del conducto.

*En el tercio apical:*

El pronóstico para los dientes con instrumentos fracturados depende de diversos factores. Si el instrumento se fractura y oblitera el tercio apical del conducto (Fig. 28), el pronóstico puede ser bastante bueno, particularmente si se fractura el instrumento por debridación y se compacta a su alrededor gutapercha termoplastificada.



Fig. 28 Instrumento fracturado en el tercio apical

*Nageswar R. Endodoncia Avanzada. 1ª ed. India: Editorial Amolca; 2011.Pp. 345.*

Si el instrumento de acero inoxidable no puede ser sobrepasado, también puede ser efectivo rellenar el conducto, si está enclavado y sobre él se acumulan partículas de dentina.

*En el tercio medio:*

Cuando el instrumento se fractura en el tercio medio del conducto (Fig. 29) y existe espacio de conducto hacia apical del fragmento, que no es posible de obturar, el pronóstico es mucho menos favorable. Cuando la fractura ocurre en una raíz de dos conductos y el segundo conducto puede ser satisfactoriamente obturado, hay mucha oportunidad de éxito si los dos conductos tienen un foramen apical común. Si posteriormente se desarrolla una lesión apical y se puede hacer un abordaje quirúrgico, se usará la obturación retrógrada.



Fig. 29 Instrumento fracturado en el tercio medio

*Nageswar R. Endodoncia Avanzada. 1ª ed. India: Editorial Amolca; 2011.Pp. 344.*

*Región periapical:*

Cuando el instrumento se fractura más allá del foramen apical, éste podría actuar como un irritante mecánico cada vez que se aplica presión oclusal a la pieza dentaria, si esto sucede, entonces se debe eliminar la porción del fragmento en la región periapical, mejorando así el pronóstico del diente. En

caso de no presentar sintomatología alguna, la conducta a seguir será realizar controles radiográficos periódicos<sup>10</sup>.

Saunders J. *et al* realizaron un estudio para demostrar la penetración de bacterias en un conducto radicular obturado en el que se encuentra un instrumento separado. Los resultados mostraron que no hay diferencia significativa entre los grupos de conductos obturados convencionalmente y conductos con un instrumento separado<sup>22</sup>.

El estudio realizado por García A.L. *et al* sobre el efecto de la presencia de instrumentos separados sobre el sellado apical se hizo con limas tipo K. En este no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre la filtración apical presentada en los conductos obturados con un fragmento de lima en el tercio apical y compactación lateral en el resto del conducto y los obturados con técnica de condensación lateral en toda la longitud del conducto sin fragmento de lima. Se observó un mayor porcentaje de conductos con filtración apical en los conductos obturados con fragmento de lima. Debido a que los conductos obturados con un fragmento de lima, bajo las condiciones de este estudio, tienen semejante sellado apical que aquellos obturados de la manera convencional, en una situación clínica en casos vitales, en donde no se pueda sobre pasar o retirar el fragmento el pronóstico de acuerdo a los resultados in Vitro del estudio concuerdan con Crump y Natkin e Ingle en que el fragmento de lima puede producir un sellado apical aceptable<sup>21</sup>.

El tratar de sobrepasar el instrumento o intentar retirarlo repetidamente nos puede conllevar a más accidentes como pueden ser perforaciones laterales, dolor postoperatorio y pérdida de tiempo para el paciente y el profesional.

Sauter N. *et al* realizaron un estudio para evaluar las complicaciones asociadas a la remoción de limas fracturadas por medios ultrasónicos. Instrumentos fracturados fueron retirados de los tres tercios (coronal, medio y apical) de conductos mesiolinguales de molares mandibulares extraídos. La tasa de éxito y frecuencia de perforaciones para cada grupo fue grabado. Perforaciones y fracasos al remover las limas ocurrieron cuando estas se encontraban en el tercio apical. Por lo que debe evitarse el retiro de instrumentos en conductos muy curvos en tercio apical<sup>23</sup>.

#### **4. Prevención**

Algunos de los factores que contribuyen a la fractura de instrumentos, particularmente limas de NiTi pueden minimizarse implementando medidas preventivas. Esto no solo va a disminuir el riesgo de fracturas, sino también el tener que tomar decisiones complicadas para el manejo de éstas. Las siguientes recomendaciones se sugieren en el uso de sistemas de limas NiTi.

- El operador debe tener un conocimiento adecuado del uso del sistema de elección antes de usarlo.
- Utilizar primero una técnica manual para la limpieza del conducto utilizando limas de calibres más pequeños (010 – 015) para asegurar un acceso adecuado al conducto radicular antes de utilizar limas rotatorias de NiTi.
- Emplear una técnica de instrumentación Crown-down para asegurar un acceso de acuerdo a la forma del conducto.
- Utilizar el motor con la velocidad y torque correctos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

- Los instrumentos rotatorios deben usarse en constante movimiento aplicando una ligera presión pero evitando fuerzas de torsión excesivas en los instrumentos.
- Si se utilizan limas en conductos con morfología muy complicada debe considerarse reemplazar el instrumento<sup>24</sup>.

#### *Cómo evitar la fractura de instrumentos manuales*

Se puede evitar que las limas manuales se fracturen dentro del conducto inspeccionándolas regularmente para comprobar si tienen algún defecto, como: 1)acanaladuras desenrolladas (torsión y apertura de las acanaladuras en sentido horario); 2)acanaladuras enrolladas (torsión excesiva y continuada en el sentido horario después de desenrollarse); 3)punta distorsionada (la punta se ha doblado excesivamente), y 4)corrosión. Si un instrumento muestra cualquier signo de desgaste, hay que desecharlo inmediatamente. La prevención es la clave para evitar una fractura inoportuna del instrumento.

#### *Cómo evitar la fractura de instrumentos rotatorios*

El fabricante de los instrumentos rotatorios de níquel-titanio de 0.04 mm y 0.06 mm de conicidad recomienda utilizar estos instrumentos con una pieza de mano de baja velocidad y un micromotor endodóncico programado a 150-300rpm, o siguiendo la recomendación del fabricante. Con un instrumento de níquel-titanio pueden prepararse entre 4 y 16 conductos, dependiendo del tamaño y la curvatura de los conductos y de la presión ejercida con las limas. Cuando el conducto es más estrecho y curvado, el instrumento se desgasta y fractura más. Todos los fabricantes recomiendan desechar las limas cuando sufren alguna deformación. Diversos estudios parecen indicar que con una

velocidad más baja disminuye el riesgo de fractura del instrumento. Se ha comprobado que un ensanchamiento manual preliminar de los conductos permite usar los instrumentos rotatorios más veces antes de la fractura. Los instrumentos de níquel-titanio Lightspeed se usan también con piezas de mano de baja velocidad y accionado por un micromotor endodónico programado a 750-2000 rpm. Dentro de estos límites, no parece que el riesgo de fractura aumente con una velocidad de rotación superior. El fabricante recomienda desechar cada lima después de 10 usos<sup>9</sup>.

### **Consideraciones médico-legales**

El operador debe informar al paciente sobre las opciones y riesgos de los tratamientos. Cuando ocurren accidentes como fracturas de instrumentos se vuelve más difícil defenderse y manejar al paciente si este no fue informado del riesgo potencial o el efecto que puede producir el tener un instrumento fracturado dentro del conducto radicular. El operador tiene una obligación legal de informarle al paciente y documentarlo en las notas de evolución. Si remover el fragmento es la mejor opción, esto también debe ser informado al paciente, junto con los riesgos que conlleva la técnica que se vaya a utilizar. En caso de dejar el fragmento en el conducto, se deberán realizar revisiones radiográficas periódicas para poder realizar una intervención en caso de que este asociado con una patología periapical<sup>24</sup>.

## **5. Conclusiones**

Uno de los accidentes que ocurren frecuentemente durante la limpieza y conformación de los conductos es la fractura de instrumentos. Este tipo de accidentes podría evitarse si se toman en cuenta diferentes medidas preventivas, realizando una correcta instrumentación, desechar instrumentos

que presenten alguna deformación visible y considerar la cantidad de usos con respecto a las indicaciones del fabricante y la anatomía de los dientes. En caso de que ocurriera, este hecho no siempre provoca pronósticos desfavorables. Debe considerarse con sus ventajas y desventajas el tratamiento que se va a realizar, ya sea intentar la remoción del fragmento del conducto radicular o la posibilidad sobrepasarlo y que este permanezca en el interior del conducto. La toma de decisión debe basarse en diferentes factores, estado pulpar, morfología del conducto radicular, posición del instrumento fracturado, tipo de instrumento, etapa del tratamiento y habilidades del operador.

Los instrumentos fracturados pueden removerse por una variedad de métodos como pueden ser medios ultrasónicos, diferentes extractores, microtubos, fórceps. A pesar de que algunas técnicas se describen como exitosas, van a depender de la habilidad del operador.

Siempre debe tomarse en cuenta los factores que pueden aumentar los riesgos de fractura como variaciones anatómicas muy complejas, y conocer los mecanismos que producen las fracturas en los diferentes instrumentos.

El paciente siempre deberá ser informado si ocurre una fractura y los riesgos para su posterior remoción y/o complemento quirúrgico, además se debe tener control clínico y radiográfico periódico para evitar problemas posteriores.

## 6. Referencias Bibliográficas

---

- 1 Tobón D., Alcaraz D.A., Fernández S.L. Evaluación y manejo clínico de las perforaciones en endodoncia. *CES Odontología*. 2000; 13(2): 53-58
- 2 Oporto G.H., Fuentes R.E., Soto C.C. Variaciones Anatómicas Radiculares y Sistemas de Canales. *Int J Morphol*. 2010; 28(3): 945-950
- 3 Gutmann J.L., Lovdahl P.E. Solución de problemas en endodoncia. 5ª ed. Barcelona, España. Editorial Elsevier Mosby; 2012. Pp. 267-269
- 4 Schäfer E., Diez C., Hoppe W., Tepel J. Roentgenographic Investigation of Frequency and Degree of Canal Curvatures in Human Permanent Teeth. *J of Endod*. 2002; 28(3): 211-216
- 5 Ingle J.I., Taintor J.F. Endodoncia. 3ª ed. México D.F. Editorial Interamericana; 1988. Pp. 109-169
- 6 Peters A. Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. *J of Endod*. 2004; 30(8): 559-567
- 7 Gunday M., Sazak H., Garip Y. A Comparative Study of Three Different Root Canal Curvature. Measurement Techniques and Measuring the Canal Access Angle in Curved Canals. *J of Endod*. 2005; 31(11): 796-798
- 8 Schneider S.A. Comparison of canal preparations in straight and curved root Canals. *Oral Surg*. 1971; 32(2): 271-275
- 9 Hargreaves K.M., Cohen S. Vías de la Pulpa. 10ª ed. Barcelona. Editorial Elsevier Mosby; 2011. Pp. 230-308
- 10 Torabinejad M., Walton R.E. Endodoncia. Principios y Práctica. 4ª ed. Barcelona. Editorial Elsevier Saunders; 2010. Pp. 205-334
- 11 Soares I.S., Goldberg F. Endodoncia: técnica y fundamentos. 2ª ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2012. Pp.
- 12 Sahli C.C. Endodoncia. Técnicas Clínicas y Bases Científicas. 3ª ed. Barcelona, España: Elsevier Masson; 2014. Pp. 176-179
- 13 Madarati A.A., Watts D.C., Qualtrough A.J. Factors contributing to the separation of endodontic files. *BDJ*. 2008; 204: 241-245
- 14 Ungerechts C., Bardsen A., Fristad I. Instrument fracture in root canals- where, why, when and what? A study from a student clinic. *Int Endod J*. 2014; 47: 183-190
- 15 Plotino G., Costanzo A., Grande N.M., Petrovic R., Testarelli L., Gambarini G. Experimental Evaluation on the Influence of Autoclave Sterilization on the Cyclic Fatigue of New Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J of Endod*. 2012; 38: 222-225
- 16 Peters A., Roehlike J.O., Baumann M.A. Effect of Immersion in Sodium Hypochlorite on Torque and Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Instruments. *Am A Endod*. May 2007; 33(5): 589-593
- 17 Shen Y, Qian W, Abtin H, et al. "Fatigue testing of controlled memory wire nickeltitanium rotary instruments". *J Endod*. 2011; 37: 997-1001.
- 18 Nageswar R. Endodoncia Avanzada. 1ª ed. India: Editorial Amolca; 2011. Pp. 344-347
- 19 Cvikl B., Klimscha J., Holly M., Zeltlinger M., Gruber R., Moritz A. Removal of fractured endodontic instruments using an Nd: YAG laser. *Oral Surg*. 2014; 45(7): 569-575
- 20 Parashos P., Messer H.H. Rotary NiTi Instrument Fracture and its Consequences. *J of Endod*. 2006; 32(11): 1031-1043
- 21 Garcia A.L., Vera J., Cervantes E., Soberanes E.L. Efecto de la fractura de instrumentos sobre el sellado Apical. *Oral*. 2003; 12: 166-171
- 22 Saunders J.L., Eleazer P.D., Zhang P., Michalek S. Effect of a Separated Instrument on Bacterial Penetration of Obturated Root Canals. *J of Endod*. 2004; 30(3): 177-179

---

23 Souter N.J., Messer H. Complications Associated with Fractured File Removal Using an Ultrasonic Technique. *Am A Endod.* 2005; 31(6): 450-452

24 McGuigan M.B., Louca C., Duncan H.F. Endodontic instrument fracture: causes and prevention. *Br Dent J.* 2013; 214(7): 341-348