

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias de la salud**

Determinación del nivel de corrosión en limas manuales y rotatorias de acero inoxidable y de aleación níquel titanio, expuestas a hipoclorito de sodio y EDTA

**Proyecto de Investigación**

**Michele Arellano Daste**

**Odontología**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Odontóloga

Quito, 4 de diciembre de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO CIENCIAS DE LA SALUD

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Determinación del nivel de corrosión en limas manuales y rotatorias de acero inoxidable y de aleación níquel titanio, expuestas a hipoclorito de sodio y EDTA

**Michele Arellano Daste**

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Dr. Nicolás Castrillón , Especialista en endodoncia

Firma del profesor

---

Quito, 4 de diciembre de 2017

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:

---

Nombres y apellidos:

Michele Arellano Daste

Código:

00112853

Cédula de Identidad:

1722737820

Lugar y fecha:

Quito, 4 de diciembre de 2017

## RESUMEN

Este trabajo fue realizado con el propósito de informar a profesionales clínicos de la salud oral acerca de la importancia de cambiar los instrumentos manuales de acero inoxidable y los rotatorios de níquel titanio, debido al proceso oxidativo después de realizar el procedimiento de endodoncia, el mismo que incluye el uso constante de sustancias químicas como el hipoclorito de sodio y el EDTA.

**Palabras clave:** Limas manuales, limas rotatorias, irrigantes, endodoncia, corrosión, hipoclorito de sodio, EDTA

## ABSTRACT

This paper work was made for oral health professionals with the purpose of informing about the importance of changing manual stainless steel files and niquel titanium rotary files because of the oxidative process after being exposed to the endodontic procedure, which includes the constant use of chemicals like sodium hypochlorite and EDTA.

**Key words:** Manual files, rotatory files, irrigating agents, corrosion, sodium hypochlorite, EDTA

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>Introducción</b> .....	<b>9</b>
<b>Justificación</b> .....	<b>11</b>
Objetivos.....	12
Objetivo general .....	12
Objetivos específicos.....	12
<b>Marco Teórico 2</b> .....	<b>13</b>
<b>Patologías dentarias. 3</b> .....	<b>13</b>
Caries dental. 4 .....	13
Clasificación de caries según Black. 5 .....	13
Clasificación de caries según Mount y Hume. ....	14
<b>Patologías pulpares.</b> .....	<b>14</b>
Pulpitis reversible.....	14
Pulpitis irreversible .....	15
Pulpitis irreversible sintomática .....	16
Pulpitis irreversible asintomática .....	17
Necrosis Pulpar.....	17
<b>Patologías perirradiculares.</b> .....	<b>18</b>
Periodontitis apical. ....	18
Periodontitis apical aguda o sintomática .....	19
Periodontitis apical asintomática. ....	19
Absceso apical agudo.....	19
Absceso apical crónico.....	20
<b>Definición de endodoncia.</b> .....	<b>21</b>
Longitud de trabajo.....	21
Instrumentación del sistema de conductos.....	22
<b>Irrigantes endodónticos.</b> .....	<b>25</b>
Hipoclorito de sodio.....	25
Mecanismo de acción.....	25
Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).....	26
Mecanismo de acción.....	26
<b>Clasificación de instrumentos.</b> .....	<b>27</b>
Instrumentos manuales de níquel titanio. ....	27
Instrumentos manuales de acero inoxidable.....	27
Instrumentos rotatorios de níquel titatium.....	28
<b>Discusión</b> .....	<b>30</b>
<b>Conclusión</b> .....	<b>33</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: LÍMITES DE LA INSTRUMENTACIÓN ROTATORIA .....	24
--	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1: TEORÍA HIDRODINÁMICA .....	15
ILUSTRACIÓN 2: PROCESO DE LESIÓN APICAL .....	18
ILUSTRACIÓN 3: ABSCESO APICAL CRÓNICO .....	20
ILUSTRACIÓN 4: CONSTRICCIÓN APICAL .....	22
ILUSTRACIÓN 5: MOVIMIENTO HORARIO Y ANTIHORARIO .....	24
ILUSTRACIÓN 6: LIMAS TIPO K.....	28
ILUSTRACIÓN 7: LIMAS CON PUNTA BICÓNICA .....	28



## Introducción

Dentro de las ramas de la odontología, está la endodoncia que consiste en prevenir y tratar las patologías del complejo dentino-pulpar. Como parte de los tratamientos del tejido dentino-pulpar tenemos las pulpectomías cuya meta es, lograr un alto nivel de desinfección del sistema de conductos a través de la instrumentación químico-mecánica y obturar el canal para prevenir la reinfección (Pedullá, Grande, Plotino, Pappalardo, & Rapisarda, 2011).

El éxito del tratamiento endodóncico depende de una combinación de pasos que son: Longitud de trabajo, instrumentación, irrigación eficaz, desinfección y obturación de los conductos radiculares. La irrigación del conducto radicular es primordial para alcanzar la reparación y la cicatrización del tejido perirradicular. Este trabajo busca revisar los irrigantes disponibles para el sistema de conductos, sus interacciones con los instrumentos y concentraciones usadas (Amit, Sanjit, & Shashirekha, 2015).

El hipoclorito de sodio fue introducido por primera vez para tratar heridas infectadas. El ácido hipocloroso interrumpe varias funciones vitales de la célula microbiana, provocando la muerte celular. La capacidad de disolución del hipoclorito de sodio depende de la concentración de la solución, cuanto mayor sea la concentración, mayor será la citotoxicidad (Amit, Sanjit, & Shashirekha, 2015). Y esta última a su vez depende del almacenamiento y condiciones ambientales a los cuales esté expuesta la solución irrigante. El hipoclorito de sodio utilizado en concentraciones de 5,25% tiene una capacidad mejorada de disolución de tejidos y actividad antimicrobiana (Amit, Sanjit, & Shashirekha, 2015). Sin embargo, tiende a descolorar y a corroer instrumentos quirúrgicos (Pedullá, Grande, Plotino, Pappalardo, & Rapisarda, 2011).

Según Bonaccorso et al (2008), el hipoclorito de sodio es usado generalmente como desinfectante para los instrumentos endodónticos pero resultados de estudios ha demostrado que existen diferentes efectos corrosivos al evaluar las condiciones de las limas luego de ser expuestas a diferentes concentraciones del mismo (Bonaccorso, Schäfer, Condorelli, Cantatore, & Tripi, 2008).

El EDTA es un agente quelante comúnmente utilizado. Fue introducido a la odontología para la limpieza de conductos. Permite que el sellador endodóntico penetre en los túbulos dentinarios para un mejor alcance, lo que conduce a un mejor sellado del conducto radicular. La solución al 17% elimina eficazmente la capa de frotis por quelación de los componentes inorgánicos de la dentina (Amit, Sanjit, & Shashirekha, 2015).

## **Justificación**

Esta investigación es importante porque el conocer del correcto cuidado de los instrumentos, favorece a que el tiempo de vida útil se prolongue y al presentar estándares adecuados para efectuar el procedimiento, tanto el paciente como el profesional son beneficiados. Mediante la presente recopilación bibliográfica, el clínico puede prevenir la corrosión de instrumentos y mejorar la bioseguridad que se maneja en el consultorio.

Se dará a conocer los distintos tipos de sustancias que se usan durante el protocolo de irrigación, y que a su vez pueden dar paso a este proceso oxidativo. En la actualidad los irrigantes tienen un papel determinante en la desinfección de conductos. Al evaluar la adecuada concentración de las sustancias empleadas, será de gran utilidad tanto a estudiantes como a profesionales, puesto que ayudará a obtener mejoras clínicas durante y después del proceso de endodoncia.

## Objetivos

### Objetivo general.

- Determinar los efectos causados en las limas manuales de acero inoxidable y rotatorias de aleación níquel titanio luego de su contacto con hipoclorito de sodio al y EDTA a través de una revisión bibliográfica

### Objetivos específicos.

- Analizar el nivel de corrosión que causa el hipoclorito de sodio al 5,25% y EDTA al 17 % sobre los instrumentos de acción manual y rotatoria.
- Identificar la concentración, el tiempo y el volumen necesario de hipoclorito de sodio y de EDTA para causar cambios físicos en los instrumentos manuales y rotatorios.

## Marco Teórico 2

### Patologías dentarias. 3

#### *Caries dental. 4*

La caries es una enfermedad de lenta evolución, producto de la combinación de varios factores, que incluye: el huésped, la dieta alta de carbohidratos, tiempo y microorganismos. Las bacterias producen enzimas que degradan los carbohidratos y como resultado de dicha acción, ciertos ácidos débiles son liberados al medio bucal, bajando el pH, desequilibrando la re mineralización y afectando a los tejidos duros del diente. Los malos hábitos de limpieza sumados a los factores ya mencionados, desmineralizan al diente, volviéndolo susceptible al ingreso de bacterias hasta que estas llegan a la pulpa, creando a su paso una concavidad (Lanata, 2011).

#### *Clasificación de caries según Black. 5*

Las cavidades de Black se clasifican en dos tipos: el primero que corresponde a cavidades en puntos y fisuras, de este grupo surge la clase I y el segundo corresponde a cavidades en las superficies lisas, de igual forma, de este grupo sale otra clasificación, que corresponden a cinco más (Lanata, 2011). La clase I que cubre cavidades en puntos y fisuras, la clase II cavidades en las caras proximales distales y mesiales de dientes posteriores, la clase III comprende las caras interproximales de dientes anteriores sin incluir el ángulo incisal, la clase IV cavidades en las caras interproximales de dientes anteriores que incluye el ángulo incisal, la clase V incluyen las cavidades que se encuentran en el tercio cervical por vestibular y palatino o lingual (Lanata, 2011).

### *Clasificación de caries según Mount y Hume.*

Esta clasificación toma como base la de Black, pero modificada de manera que incluye conceptos más conservadores y aplicados a la odontología moderna, incluyendo el uso de sistemas adhesivos y mejores materiales. Proponen tres ubicaciones, la primera zona abarca los puntos y fisuras en caras oclusales y defectos en esmalte, la segunda zona, abarca el área interproximal de dientes anteriores y posteriores y finalmente la tercera zona, es el área cervical que incluye el área de raíz expuesta y al igual que Black, se dividen en cinco niveles (Lanata, 2011).

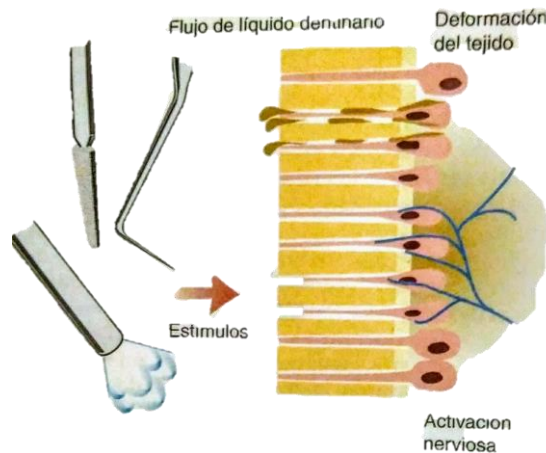
El nivel 0 es una lesión sin cavidad con capacidad de ser remineralizada, el nivel 1 es una cavidad mínima pero que necesita intervención, el nivel 2 es una lesión moderada pero la estructura que rodea al diente es suficiente para resistir fuerzas de oclusión sin sufrir una fractura, el nivel 3 es cuando la lesión se encuentra agrandada y las cúspides tienen alta probabilidad de fracturarse y es necesario colocar dentina y el nivel 4 es cuando la lesión destruye las cúspides en los premolares y molares o en ángulo incisal en los incisivos y caninos (Lanata, 2011).

### **Patologías pulpares.**

#### ***Pulpitis reversible.***

La pulpitis reversible, como su nombre lo indica, es la inflamación de la pulpa que puede volver a su estado original después de retirar el agente irritante (Cohen, 2016). Se puede generar por diversos motivos como, por ejemplo, caries, traumatismos, factores químicos y físicos (Morones, Macías, Villanueva, & Aragón, 2016). Las pulpitis reversibles comprenden poca o nula sintomatología clínica y aunque la mayoría de los casos no hay dolor, este puede manifestarse al aplicar estímulos térmicos, mecánicos y dulces en una cavidad que se encuentra con caries activa (Canalda & Brau, 2014).

*Ilustración 1: Teoría hidrodinámica*



**Fuente:** (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011)

Las bacterias son los principales efectores de esta patología, puesto que, al estar en contacto con los tejidos de la pulpa, estos desencadenan una serie de reacciones que incluyen mediadores inflamatorios (Canalda & Brau, 2014). Cuando este proceso comienza, la inflamación se encarga de proporcionar el paso de sustancias a nivel vascular, como resultado se encuentra una mayor proliferación de prostaglandinas y leucotrienos entre otras sustancias como histamina, las cuales producen dolor y este puede ser localizable o difuso (Morones, Macías, Villanueva, & Aragón, 2016).

*Tratamiento.*

Retirar el tejido reblandecido, producto de la caries. Desinfectar la cavidad resultante con clorhexidina al 2 % por treinta segundos, colocar un protector pulpar y rehabilitar la pieza dentaria (Canalda & Brau, 2014)

***Pulpitis irreversible.***

El proceso inflamatorio de una pulpitis irreversible, es un estado avanzado de la pulpa, que a su vez se encuentra dividido en dos subtipos, sintomática y asintomática. Se

considera a la pulpa como un “tejido enfermo” (Cohen, 2016), por lo tanto es necesario eliminar el tejido afectado.

*Pulpitis irreversible sintomática.*

Por lo general la pulpitis avanza de estado sin síntomas evidentes, pero una vez que aparece el dolor, significa que el proceso inflamatorio se agudizó. Cuando no se da tratamiento a la caries, los microorganismos presentes siguen avanzando, disminuyen las proteínas plasmáticas y por diferencial de presión producto de la falta de proteínas entre otras células como leucositos, el plasma ingresa hacia la pulpa y produce edema en los intersticios, elevando la presión interna y de esta manera las fibras nerviosas se comprimen y generan molestias (Canalda & Brau, 2014).

Uno de los principales mediadores de la pulpitis irreversible es la presencia de bradiquinina, un vasodilatador que aumentará el flujo sanguíneo, que se encuentra relacionado con la producción de prostaglandinas, y éstas de igual manera, están asociadas al dolor (Seltzer & Bender, 2012). El tipo de dolor varía entre intermitente y espontáneo. Adicionalmente, al exponerlo ante un estímulo de calor o frío, el dolor aumenta y permanece a pesar de retirar el agente térmico. Si la pulpa no es tratada, puede evolucionar y afectar al ligamento periodontal, el cual termina ensanchándose y es posible comprobarlo mediante un examen radiográfico (Cohen, 2016).

*Tratamiento.*

Se encuentra indicada la biopulpectomía cuando los dientes son maduros y en caso que se encuentren con el ápice abierto, está indicada una apicoformación (Canalda & Brau, 2014).



### *Pulpitis irreversible asintomática.*

Este tipo de diagnóstico es realizado cuando se detecta que la pulpa está inflamada, pero no hay síntomas clínicos. En caso de no intervenir con un tratamiento, puede evolucionar síntomas o terminar en necrosis (Cohen, 2016)

Suele caracterizarse por que existe una comunicación entre la pulpa y la cavidad cariosa, pero al existir un medio de drenaje por el cual el contenido seroso puede salir, la presión es liberada. El diagnóstico es de gran importancia ya que, si se procede solo a colocar una restauración, puede evolucionar a sintomática porque la presión se eleva y desencadenará el proceso inflamatorio (Canalda & Brau, 2014)

### *Tratamiento.*

Lo indicado es realizar una biopulpectomía en dientes maduros y apicoformación en dientes con raíz inmadura (Canalda & Brau, 2014)

### *Necrosis Pulpar.*

Se entiende por necrosis pulpar a la falta total de aporte del flujo sanguíneo a la pulpa, generalmente, se produce después del proceso de una pulpitis irreversible asintomática o sintomática. Una vez que el nervio se encuentre necrosado, no habrá dolor inicialmente, pero por extensión de las bacterias a los espacios perirradiculares puede empezar la sintomatología (Cohen, 2016). Las bacterias proliferan y forman colonias dentro del conducto radicular porque el medio en el que se encuentran, tiene la humedad y temperatura ideal para desarrollar la reproducción de microorganismos en un medio anaerobio. Adicionalmente la falta de aporte sanguíneo evita que las defensas del huésped puedan llegar al sitio infectado (Seltzer & Bender, 2012).

### *Tratamiento.*

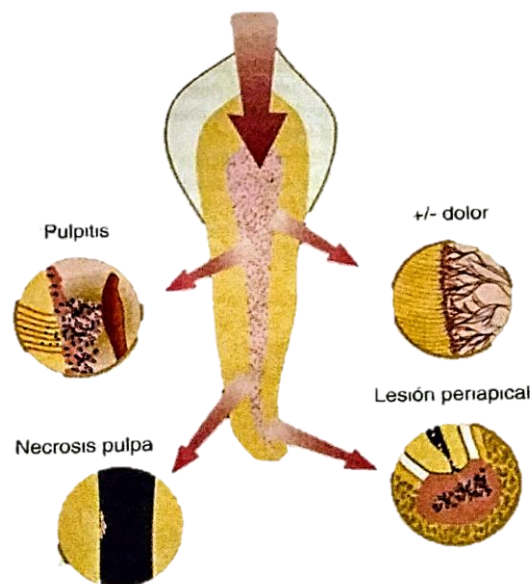
Para estos casos es necesario realizar una adecuada desinfección de los conductos en sentido corono apical y manejar una terapéutica adecuada con el propósito de evitar complicaciones post-operatorias (Canalda & Brau, 2014).

### **Patologías perirradiculares.**

#### *Periodontitis apical.*

La respuesta inflamatoria de los tejidos que rodean al ápice del diente se la conoce como periodontitis, esta terminología es usada para describir síntomas clínicos como hinchazón y dolor. El término apical, se lo usa para referencia del sitio donde se encuentra la infección o proceso (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

*Ilustración 2: Proceso de lesión apical*



**Fuente:** (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011)

*Periodontitis apical aguda o sintomática.*

La reacción de los tejidos sanos ante las bacterias, por efecto de la infección de la pulpa, será el dolor, variando desde moderado a severo. Si se realizan pruebas de percusión, el diente manifestará hipersensibilidad (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011). En esta afección actúa en gran parte la vasodilatación, dando paso a la formación de edema por lo que se correlaciona el aumento de dolor al aplicar presión. La resolución de la periodontitis aguda dependerá en gran manera de las defensas del paciente y del tratamiento de conductos (Canalda & Brau, 2014).

*Periodontitis apical asintomática.*

Este proceso se caracteriza por ser asintomático y presentar reabsorción de hueso que puede ser verificable mediante radiografías. Se lo asocia a dientes cuya pulpa se encuentra necrótica, por lo que generalmente, pasa inadvertido por los pacientes. Debido a las diferentes formas y tamaños, investigadores han tratado de buscar métodos de diagnóstico para diferenciar granulomas de quistes pero hasta la fecha no se los ha podido determinar (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

***Absceso apical agudo.***

Se puede definir a esta patología como una reacción rápida y purulenta del tipo inflamatorio a causa de una necrosis pulpar. Sus síntomas incluyen tumefacción de los tejidos circundantes, dolor espontáneo, dolor a la palpación, a la percusión y al ocluir. Las respuestas a los estímulos de frío y calor serán negativos. Además, radiográficamente se observará el ensanchamiento del ligamento periodontal (Cohen, 2016).

### *Tratamiento.*

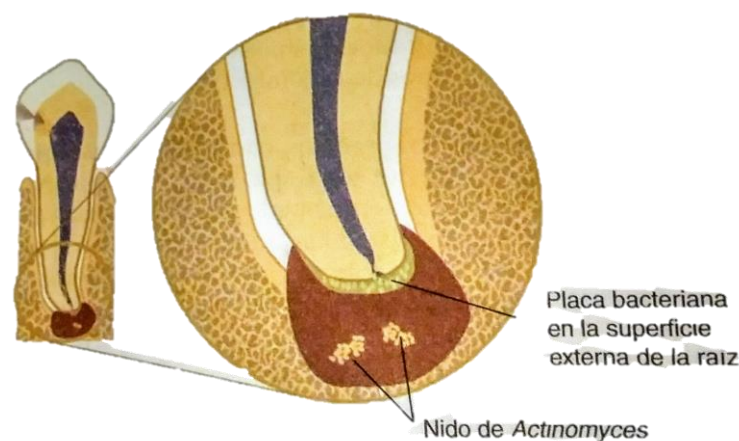
El tratamiento indicado es realizar una incisión, drenar el líquido purulento, o bien abrir cámara y drenar por esa vía de acceso. Se recomienda advertir que el dolor puede aumentar al inicio del drenaje. El siguiente paso es verificar que ya no siga la supuración en los conductos, desinfectar y aplicar medicación intraconducto con el objetivo de prevenir la entrada de bacterias que se encuentran en el medio oral (Canalda & Brau, 2014).

### *Absceso apical crónico.*

Este proceso se caracteriza porque la reacción generada ante la presencia de una pulpa necrótica es de lento inicio y avance progresivo. Su sintomatología es poca o nula, el diente no responderá a las pruebas de sensibilidad y en su evidencia radiográfica se podrá observar radiolucidez en la zona apical. Presenta secreción de pus a través de un tracto sinusal y no habrá molestia al morder (Cohen, 2016).

Este absceso tiene consistencia granulomatosa y al existir una fluctuación de sustancias químicas, se produce muerte de células óseas y como resultado se produce una expansión de la lesión a nivel periapical lo que conlleva a la creación de un conducto que sea hacia el exterior, formando de esta forma la fístula (Canalda & Brau, 2014).

Ilustración 3: Absceso apical crónico



**Fuente:** (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

**Definición de endodoncia.**

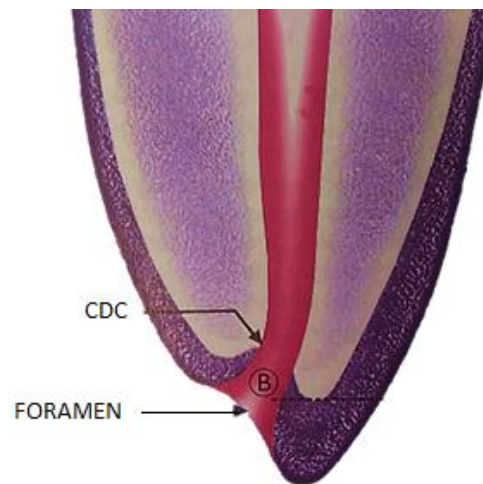
La endodoncia es una ciencia cuyo objetivo es intervenir cuando el dolor dental se manifiesta, mediante la aplicación de técnicas que tienen como propósito, la eliminación del tejido pulpar infectado y el reemplazo del mismo, por material de relleno que evitará la presencia de oxígeno, evitando así un ambiente propicio para la reproducción bacteriana, con el propósito de impedir futuras infecciones. Antiguamente, se utilizaba arsénico como solución ante este problema, pero con la invención de la anestesia, la endodoncia pasó a ser un tratamiento menos doloroso (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

***Longitud de trabajo.***

La determinación de la longitud de trabajo es adquirida mediante sensores radiográficos y dispositivos electrónicos también conocidos como localizadores de ápice, los cuales se encargan de generar corriente constante. Su eficacia ha sido demostrada mediante estudios, sin embargo, cuando los dientes son inmaduros tienden a ser inexactos y en consecuencia será necesario comprobar la longitud de trabajo con radiografías. Al manejar corriente, el fabricante recomienda no usar estos dispositivos cuando hay presencia de marcapasos en el corazón pero estudios realizados con electrocardiogramas han demostrado que los localizadores no alteran su función (Cohen, 2016).

Se afirma que la preparación del conducto radicular debe llegar hasta la constricción apical, no obstante, esta referencia no puede ser verificada mediante métodos radiográficos, por consiguiente, algunos autores han determinado que la obturación ideal del conducto será desde los 0,5 - 1 mm del ápice. No es recomendable obturar a menores longitudes porque puede ocasionar acumulación de detritus y desencadenar una periodontitis apical después del tratamiento (Cohen, 2016).

*Ilustración 4: Constricción apical*



**Fuente:** (Soares & Goldberg, 2012).

***Instrumentación del sistema de conductos.***

Es necesario realizar una conformación adecuada para lograr una limpieza eficaz, por lo tanto el plan de pasos a seguir sumado al tiempo empleado, serán determinantes para el éxito y desinfección. La combinación de instrumentos más los agentes antimicrobianos, son la base para iniciar la configuración de los conductos, siendo la forma cónica, la ideal. El diámetro más ancho comenzará en la entrada del conducto hasta llegar al ápice con una medida mínima y en el proceso se deberá eliminar todo remanente blando, porque caso contrario, servirá como fuente alimenticia de bacterias (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

***Técnica estándar.***

La lima inicial a introducir en el conducto deberá ser fina (No. 10) con el objetivo de anticipar la forma final del conducto radicular y determinar la conductometría o medida de trabajo. La conformación se realiza mediante un cuarto de vuelta hasta que se pueda proseguir a la siguiente lima que será más ancha de diámetro (Cohen, 2016).

Existen varias técnicas que describen la instrumentación manual, de las cuales se pueden destacar dos grupos. Las apico-coronales y las corono-apicales. El primer grupo corresponde a la toma de longitud de trabajo, para primero realizar la conformación del conducto empezando en apical, con el objetivo que el paso siguiente sea el terminando en coronal. La técnica corono-apical consiste en pre ensanchar las zonas medias y superiores de los conductos. Se la utiliza con el objetivo de evitar que las bacterias sean transportadas por las limas hacia el ápice y que los restos dentinarios sean extruidos hacia la zona periradicular porque actualmente los conceptos de constricción apical aclaran que esta área no es tan estrecha como antes se mencionaba en la literatura (Canalda & Brau, 2014).

La combinación entre estas dos técnicas son las más usadas, puesto que, por lo general se procede a ensanchar el inicio del conducto con la previa introducción de la lima más fina para la permeabilización apical (Canalda & Brau, 2014).

### ***Instrumentación rotatoria.***

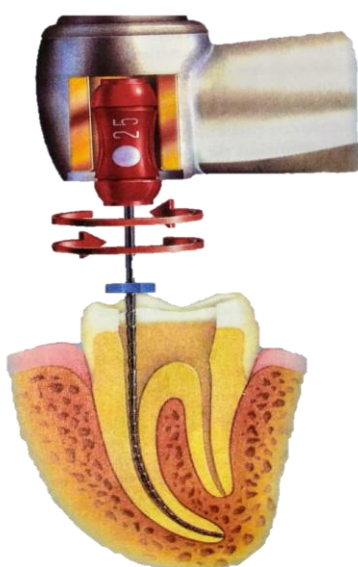
Las limas rotatorias Niti son usadas en combinación con las manuales. El protocolo de secuencia al usar limas manuales puede dar casi el mismo resultado que las rotatorias de níquel-titanio en el proceso de ensanchar los conductos (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

La rotación horaria en forma continua comprende una punta inactiva, la aleación níquel titanio, conicidad aplicada en el instrumento que no varía en calibre, el nuevo diseño de corte en los bordes que suavizan el paso de la punta hacia la parte cortante y la activación del instrumento por medio de un rotor que permite el movimiento mecánico a baja velocidad. Se recomienda el uso de un motor accionado por energía eléctrica para medir y controlar las revoluciones por minuto, generando la opción de vigilar el torque. Estos dispositivos

detectan cuando el instrumento se encuentra soportando fuerzas mayores, por lo que cambia su dirección para evitar fracturas por torsión (Canalda & Brau, 2014).

El término que se emplea para definir a la superficie de trabajo abarca la fricción y las superficies de corte, por lo tanto, cuando el instrumento avanza en profundidad, el torque se eleva. Por tales motivos se han creado indicaciones que ayudarán a discernir el uso de la instrumentación rotatoria c (Canalda & Brau, 2014)

*Ilustración 5: Movimiento horario y antihorario*



**Fuente:** (Soares & Goldberg, 2012)

*Indicaciones.*

*Tabla 1: Límites de la instrumentación rotatoria*

<b>Instrumentación rotatoria continua</b>	
<b>Límites</b>	<b>Procedimiento</b>
Curvaturas acentuadas	Permeabilizar con lima 10
Conductos estrechos	No usar 1 lima en más de 6 conductos
Conductos cónicos	Usar instrumentos menos cónicos y repetir secuencia de instrumentación

**Fuente:** (Canalda & Brau, 2014)



## **Irrigantes endodónticos.**

### *Hipoclorito de sodio.*

El irrigante más usado para el tratamiento de endodoncia, es el hipoclorito de sodio, sus cualidades le permiten ser una sustancia que disuelve tejidos, es antibacteriano y si es usado en bajas concentraciones, su grado de irritación es bajo. Su acción disolvente es comprobada y claramente establecida por varios estudios, por lo que, ante pulpas vitales y necróticas su acción es efectiva. Dependiendo del tiempo en que la solución entre en contacto con el tejido, será más rápido o no el proceso de degradación, por lo que se recomienda activación ultrasónica para acelerarlo. Durante el proceso de endodoncia, se aconseja reponer constantemente con una nueva solución de hipoclorito porque los restos de dentina y tejido inactivan al solvente al descomponerlo en iones, sin embargo las paredes del conducto no se ven afectadas (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

### *Soluciones.*

Las soluciones de hipoclorito son usadas en bajas concentraciones, como por ejemplo la solución de Dakin que comprende el 0,5% de cloro en estado activo, la de Milton que comprende 1% en baja concentración, 2,5 % en concentración mediana y de 4-a 6% en concentraciones altas. Las soluciones que son de baja concentración están indicadas en procedimientos que involucran dientes vitales porque su capacidad de irritar tejidos periapicales disminuye (Soares & Goldberg, 2012).

### *Mecanismo de acción.*

Los subproductos del hipoclorito de sodio al entrar en contacto con las proteínas son: acetaldehído, formaldehido y nitrógeno. Una vez que se cortan los enlaces entre proteínas, el cloro reemplaza al hidrógeno y se forman las cloraminas, encargadas de la función antimicrobiana, puesto que inhiben el metabolismo de las células (Cohen, 2016).

La primera reacción que se forma es la de saponificación, reduce la tensión superficial por medio de la transformación de ácidos grasos en glicerol y jabón. Una vez disuelto el compuesto orgánico, le sigue la fase de neutralización, en la cual el hipoclorito forma agua y sal a partir de su interacción con los aminoácidos, con lo que consigue reducir el pH. El agua y el material orgánico presente en la reacción, transforman el hipoclorito en ácido hipocloroso. El ácido hipocloroso es un agente oxidante, que degrada y produce hidrólisis de los aminoácidos. El hipoclorito de sodio es un potente oxidante e inhibe la producción de enzimas (Cohen, 2016).

#### *Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).*

El EDTA ayuda a remover la capa residual inorgánica producto de la instrumentación de las paredes del conducto, puesto que el hipoclorito no alcanza a eliminar estos compuestos, que por lo general, contienen microorganismos. La capa residual está compuesta por un material orgánico que incluye moléculas de dentina, estos componentes impiden el paso de las sustancias que neutralizan la carga bacteriana e imposibilita que exista una buena adhesión de los materiales usados para la obturación final (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

#### *Mecanismo de acción.*

El EDTA es una solución quelante, incolora e insoluble en agua. Su función es captar iones de calcio y de hierro. Cuando se lo aplica por un tiempo prolongado, este actúa extrayendo las proteínas bacterianas, en combinación con los iones metálicos llevando a la eventual lisis celular. Una vez formados todos los enlaces, el EDTA no continua su función por lo tanto, su acción es limitada (Cohen, 2016).

## **Clasificación de instrumentos.**

### ***Instrumentos manuales de níquel titanio.***

Estas limas se encuentran hechas de esta aleación, que tiene mitad níquel y la otra mitad titanio, al principio se la denominaba Nitinol (Canalda & Brau, 2014) .Las limas NiTi, fueron introducidas en 1988 para el tratamiento de endodoncia, presentando mejores propiedades como el de resistencia a la corrosión y mayor flexibilidad así como memoria de forma, características que dependen de la temperatura, estrés externo y transformación del tipo martensita. Estas características permiten a los materiales ser resistentes a los daños y recuperarse después de una deformación hasta el 8% de tensión. Sin embargo las fracturas de NiTi pueden ocurrir de pronto sin presentar signos de permanente deformación. Es de preocupación clínica cuando hay este tipo de fracturas inesperadas sin que hayan sido advertidas (Tsujiimoto, y otros, 2014).

Las limas manuales tipo K manufacturadas con la aleación de níquel titanio, no aportan un beneficio significativo al momento de la instrumentación porque su módulo de elasticidad es más bajo que las limas de acero inoxidable y su capacidad de corte inferior. No obstante cuando los conductos se preparan hasta la lima treinta apical con esta aleación, el éxito de la instrumentación es comparable con la preparación de las limas de acero inoxidable (Canalda & Brau, 2014).

### ***Instrumentos manuales de acero inoxidable.***

Las limas de acero inoxidable tienen la ventaja de aumentar su dureza conforme el diámetro esté ascendiendo, pero como desventaja, la forma de corte tendrá más eficacia solo del lado externo en el caso conductos curvos, por lo tanto, habrán áreas con falta de limpieza y conformación, lo que conllevará a una inadecuada obturación (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

En casos de onductos con curvaturas marcadas, la dificultad es elevada y dependerá de la habilidad del profesional usar instrumentos rígidos, puesto que tienden a enderezarse dentro de los conductos y como resultado pueden provocar escalones y/o perforaciones (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

*Ilustración 6: Limas tipo K*



**Fuente:** (Soares & Goldberg, 2012)

Las propiedades físicas que destacan en este tipo de aleación van desde una buena ductilidad hasta la resistencia al proceso de oxidación. El vástago de la lima es metálico y se torciona a modo antihorario confiriendo una mejor resistencia a la torsión. En la nueva generación de limas, el borde corte se eliminó de la parte terminal de la misma, esta nueva punta se conoce como bicónica y tiene el propósito de evitar la modificación de los conductos (Canalda & Brau, 2014).

*Ilustración 7: Limas con punta bicónica*



**Fuente:** (Soares & Goldberg, 2012)

### ***Instrumentos rotatorios de níquel titatium.***

Las propiedades de flexibilidad y elasticidad de estos instrumentos representan avances en la endodoncia. Las limas Niti están hechas de martensita, es decir un tipo de material, que tiene memoria y austenita, la cual se modifica con la temperatura. Contribuye con dos diferentes propiedades, puesto que permite que las limas Niti, puedan tener tres

formas diferentes, adaptándose enseguida a diversos casos. La elasticidad de las limas es producto del estrés provocado a la martensita, cuando el estímulo es retirado, el efecto de memoria actúa y el instrumento vuelve a su estado original (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

Los ejes de las limas rotatorias están dispuestos para una rotación constante, gracias a su forma triangular. Adicionalmente presentan bordes cortantes y conicidad para evitar que el instrumento se quede atrapado en el conducto radicular, la punta de la lima es no cortante, pero ayuda a guiar dentro del conducto. Debido al tipo de aleación, estas limas son menos resistentes al corte que las limas de acero inoxidable y por lo tanto su desgaste por uso, será mayor. La esterilización tendrá sus efectos negativos, porque el autoclave altera la superficie de la lima por debajo de la misma, no obstante, se afirma que dichos instrumentos remueven restos de la superficie mejor que las manuales (Bergenholtz, Hrsted-Bindslev, & Reit, 2011).

Su uso ha ido creciendo debido a que fueron diseñados para facilitar al clínico la conformación y la desinfección del sistema de conductos, además de proporcionar ventajas como menor tiempo de trabajo y conservación de la forma del conducto radicular (Jayasenthil, Solomon, & Prakash, 2012). Su modo de acción remueve restos de dentina en dirección coronal, lo que reduce la posibilidad de infección a nivel apical (Fariniuk, y otros, 2017).

## Discusión

Según Bonaccorso et al (2008) la aleación NiTi se encuentra conformada por varios elementos a parte del níquel y titanio, hay algunos compuestos que no son deseados, como el carbono, oxígeno, silicio, magnesio, y cloro. Estos elementos son producto de la contaminación ambiental y que además en su proceso de manufactura se encuentra también azufre y carbono. Estos desperfectos pueden ser eliminados gracias al electro pulido por lo tanto los instrumentos que pasan por este último proceso de manufactura son menos propensos a la corrosión (Bonaccorso, Schäfer, Condorelli, Cantatore, & Tripi, 2008). Tujimoto et al (2014) complementa esta propuesta al plantear que durante la fabricación de las limas, las ranuras que se dejan en la superficie acumulan o concentran el estrés, limitando la vida útil del instrumento para resistir la fatiga (Tsujimoto, y otros, 2014).

En la investigación que realizaron Pedullá et al (2011), señalaron que la resistencia a la fatiga cíclica de limas manuales NiTi no fue significativamente afectada por la inmersión de hipoclorito en concentraciones clínicas (Pedullá, Grande, Plotino, Pappalardo, & Rapisarda, 2011). Sin embargo, el artículo de O'Hoy (2003), establece que al sumergir los instrumentos en hipoclorito de sodio al 1% durante dieciocho horas y después de diez ciclos de esterilización, las limas mostraron patrones de deterioro (O'Hoy, Messer, & Palamara, 2003). Esto indica que el hipoclorito tiene acción corrosiva desde bajas concentraciones.

Las limas NiTi, pueden experimentar fracturas por dos razones: fatiga cíclica y falla torsional. La fatiga cíclica se produce frecuentemente en los casos de tratamiento que se presenta un conducto radicular curvo. La fractura cíclica también es causada por esfuerzos o movimientos repetitivos de compresión y tracción que actúan sobre las curvas exteriores e interiores de una lima que se encuentra girando en un canal curvo (Tsujimoto, y otros, 2014). Sin embargo, en el estudio de Darabara et al (2004), el mecanismo de corrosión podría ser

activado durante la preparación químico-mecánica, durante la desinfección o esterilización, aunque no se puedan encontrar informes sobre el quiebre de las limas por este proceso, la corrosión, puede ocurrir primero y así causar la fractura de la lima cambiando el concepto de fractura debido a fatiga convencional, por fatiga producto de la corrosión (Darabara, Bourithis, Zinelis, & Papadimitriou, 2004).

Según Galvão et al (2007), la exposición al hipoclorito de sodio al 5,25% no afecta ni a la resistencia a la fatiga por flexión, ni la resistencia a la torsión de las limas rotatorias NiTi K3, sin embargo, es necesario resaltar que estos estudios sumergieron a los instrumentos durante tres horas y excluyeron resultados post-esterilización para un adecuado re uso clínico (Galvão, Ponciano, & Pimenta, 2007). Por otro lado, el estudio de Sonntag & Peters (2007) menciona que luego de la inmersión en hipoclorito de sodio al 3% por 24 horas, seguido por el ciclo de esterilización, dio como resultado que, el veinte y ocho por ciento de los instrumentos de níquel titanio, presentaron signos de corrosión y restos orgánicos. En otras palabras, el proceso de corrosión apareció en más de un cuarto de todos los sectores de cada lima y a pesar que se tomaron medidas de limpieza bajo condiciones especiales de laboratorio, no pudo ser posible la eliminación total de residuos orgánicos. Para reutilizar adecuadamente los instrumentos, en especial los rotatorios, es necesario que exista descontaminación previa, por lo tanto, la desinfección con hipoclorito es un requerimiento que no puede faltar, pero las evidencias son claras y al aplicar esta solución, el proceso de corrosión afecta a la superficie de las mismas (Sonntag & Peters, 2007).

Según O'Hoy (2003) al comparar los efectos de sumergir durante quince minutos las limas de níquel titanio en la solución de Milton, que se caracteriza por tener 1% de hipoclorito diluido en 19% de NaCl, con el uso de hipoclorito diluido al 1%. Los resultados mostraron que la solución de Milton era más corrosiva por presentar sal o cloruro de sodio en su composición (O'Hoy, Messer, & Palamara, 2003). Por lo tanto, para minimizar el

inminente proceso de corrosión Bonaccorso et al (2008) encontraron que la resistencia al cloro por parte de las limas NiTi puede ser potenciada bajando el pH del hipoclorito de sodio (Bonaccorso, Schäfer, Condorelli, Cantatore, & Tripi, 2008).

En el estudio de Oztan et al (2002) se evaluó el efecto de la esterilización y los irrigantes sobre la capacidad de corte en las limas de acero inoxidable. Las sustancias probadas en este estudio (el gluconato de clorexidina al 0,2% y el NaOCl al 5,25% y sodio clorado con KOH) causaron corrosión visible en la superficie las limas de acero inoxidable y se concluyó que provocaron una disminución en la capacidad de corte de las limas, por lo tanto, es necesario limpiar las limas inmediatamente después de su uso con irrigantes. Por otro lado, se observó que la menor tasa de corrosión de acero inoxidable fue en una solución de EDTA al 17%. La capacidad del EDTA para proteger y pasivar los instrumentos se debe a su capacidad de juntarse con el hierro para formar una barrera inhibidora de la oxidación y la corrosión (Oztan, Akman, Zaimoglu, & Bilgic, 2002). Con respecto al EDTA, el autor Bonaccorso afirma que el EDTA al 17 % no produce corrosión (Bonaccorso, Schäfer, Condorelli, Cantatore, & Tripi, 2008).



## Conclusión

Las investigaciones y la evidencia científica, confirman que el uso de EDTA al 17% no genera un proceso oxidativo tanto en las limas manuales de acero inoxidable como en las limas rotatorias durante el proceso de endodoncia. En cambio el uso de hipoclorito al 5,25 % usado como desinfectante durante más de dieciocho horas, provoca corrosión en las limas. Adicionalmente, las limas de níquel titanio que no pasan por un adecuado proceso de electropulido tienden a generar con mayor rapidez, patrones de corrosión, por lo tanto, el proceso de fabricación del instrumento influirá directamente en la resistencia estructural. Finalmente, a pesar que la limpieza de las limas rotatorias de níquel titanio se realiza con hipoclorito de sodio y se complementa con el ciclo de esterilización, estos métodos no son suficientes para eliminar todos los agentes orgánicos, por lo que, idealmente deberían ser usadas una sola vez por paciente

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amit, J., Sanjit, S., & Shashirekha, G. (2015). Irrigantes de conductos: Una revisión de sus Interacciones, beneficios y limitaciones. *Compendium*, 256-262.
- Bergenholtz, G., Hrsted-Bindslev, P., & Reit, C. (2011). *Endodoncia*. Bogotá: Manual Moderno.
- Bonaccorso, A., Schäfer, E., Condorelli, G., Cantatore, G., & Tripi, T. (2008). Análisis químico de los instrumentos rotatorios de Nickel-Titanium con y sin electropulido después de la limpieza. Procedimientos con hipoclorito de sodio. *International Endodontic Journal*, 1392-1395.
- Canalda, C., & Brau, E. (2014). *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas*. Barcelona: Masson.
- Cohen, S. (2016). *Vías de la pulpa*. Barcelona: ELSEVIER.
- Darabara, M., Bourithis, L., Zinelis, S., & Papadimitriou, G. (2004). Susceptibilidad a la corrosión localizada de los instrumentos endodónticos de acero inoxidable y NiTi por soluciones irrigadoras. *International Endodontic Journal*, 705-710.
- Fariniuk, L., Diniz, M., Carneiro, E., Portela, V., Westphalen, D., Piasecki, U., & da Silva, U. (2017). Efficacy of ProTaper Instruments during Endodontic Retreatment. *Indian Journal of Dental Research*, 400-405.
- Galvão, F., Ponciano, J., & Pimenta, M. (2007). Influencia del Hipoclorito de Sodio sobre las propiedades mecánicas de los instrumentos rotativos de níquel-titanio K3. *International Endodontic Journal*, 982-985.

- Jayasenthil, J., Solomon, E., & Prakash, P. (2012). Evaluation of Manual and Two-Rotary Niti Retreatment Systems in Removing Gutta-Percha Obturated with Two Root Canal Sealers. *ISRN Dentistry*, 1-5.
- Lanata, E. (2011). *Operatoria dental: Estética y adhesión*. Buenos Aires: Grupo Guía.
- Morones, J., Macías, I., Villanueva, G., & Aragón, M. (2016). Efecto antiinflamatorio del ácido cafeico sobre la pulpitis en un modelo experimental en Cobayos. *ADM*, 250-254.
- O'Hoy, H., Messer, H., & Palamara, J. (2003). The effect of cleaning procedures on fracture properties and corrosion of NiTi files. *International endodontic journal*, 724-732.
- Oztan, M., Akman, A., Zaimoglu, L., & Bilgic, S. (2002). Tasa de corrosión de las limas de acero inoxidable usando diferentes soluciones de irrigación. *International Endodontic Journal*, 655-659.
- Pedullá, E., Grande, N., Plotino, G., Pappalardo, A., & Rapisarda, E. (2011). Resistencia a la fatiga cíclica de tres diferentes instrumentos de níquel-titanio después de su inmersión en Hipoclorito de Sodio. *International Endodontic Journal*, 1139-1142.
- Seltzer, S., & Bender, I. (2012). *Dental Pulp*. Chicago: Quintessense.
- Sonntag, D., & Peters, O. (2007). Efecto de los Protocolos de Descontaminación de Priones. Superficies giratorias de níquel-titanio. *International Endodontic Journal*, 442-446.
- Tsujimoto, M., Irifune, Y., Tsujimoto, Y., Yamada, S., Watanabe, I., & Hayashi, Y. (2014). Comparación de limas de níquel-titanio convencionales y de nueva generación en relación con sus propiedades físicas. *International Endodontic Journal*, 1824-1829.